



PROCEEDINGS

PCRUSCI CONFERENCE 2024

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 3
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2567

PCRUSCI CONFERENCE 2024

วันศุกร์ ที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2567

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

คำนำ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 3 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567 ซึ่งจัดขึ้นใน วันศุกร์ที่ 8 มีนาคม 2567 ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เป็นการรวบรวม ผลงานวิจัยที่นำเสนอในรูปแบบบรรยาย 109 ผลงาน มีผลงานที่ได้รับการคัดเลือกให้จัดทำรวมบทความฉบับสมบูรณ์ มีการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละด้าน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการฯ ฉบับนี้เป็นบทความฉบับสมบูรณ์ในกลุ่มด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสิ้น 109 ผลงาน

คณะกรรมการดำเนินงานฝ่ายประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัย ขอขอบคุณผู้บริหาร กองบรรณาธิการ และผู้ทรงคุณวุฒิ รวมถึงขอขอบคุณผู้นำเสนอผลงานและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนส่งเสริม และสนับสนุนให้การจัดทำรายงานสืบเนื่องจากการประชุมครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัย

คณะผู้จัดทำ

กำหนดการ การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 3
PCRUSCI CONFERENCE 2024
“งานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”
วันศุกร์ ที่ 8 มีนาคม 2567
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

เวลา	สถานที่	กิจกรรม
08.30 – 09.00 น.	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	ลงทะเบียน (ห้องประชุมออนไลน์) Link : https://shorturl.at/chtw6 Meeting ID : 870 6194 2108 Passcode : 889124
09.00 – 09.45 น.		-พิธีเปิด กล่าวรายงาน โดย คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจน์ คุ่มทรัพย์ กล่าวเปิด โดย อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์
09:45 – 12.00 น.		นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย
12.00 – 13.00 น.		พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 16.30 น.		นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย

สารบัญ

บทความวิจัย	หน้า
การพัฒนาชุดทดสอบอย่างง่ายสารพิษตกค้างอีทีฟอนในผลทุเรียนโดยอาศัยปฏิกิริยาการเปลี่ยนสี ฐานิศา เทพช่วย, ธัญญาพร ขุนราช, ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา, สุพัต เมืองศรีนุ่น, โสภนา วงศ์ทอง, สุมาลี เลี่ยมทอง, มณฑกานต์ ทองสม, ลัญจกร จันทร์อุดม และเยาวมาลย์ เขียวสอาด	1
การจำแนกพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนด้วยอากาศยานไร้คนขับ ธนวัฒน์ ประโมจน์ีย์ และวีรนนท์ สงสม	9
การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่-เวลาของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง ปวีร์ จาริก และวีรนนท์ สงสม	22
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เบญจพาณี ชัยพินนา และวนิดา ชูอักษร	31
การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกล้วยไม้ห้อยจิมพันควายด้วยเครื่องหมายไอเอส เอสอาร์ นิธิพร เชื้อตุ้ย, เกรือวัลย์ พิพัฒน์สวัสดิกุล และพัทธมน แสงอินทร์	39
ความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อนและพฤติกรรมลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สุวัรัช คนดี, อนุรัช แสงวรรณกุล, สง่า ทับทิมหิน และปวีณา ลิมปิทีปการ	46
การพัฒนาการย้อมผ้าฝ้ายด้วยน้ำหมักตะโกนาเพื่อยับยั้งเชื้อรา <i>Aspergillus niger</i> กฤตพร ไชยลังกา, ฐนัชฎ์พร ทศภาทินรัตน์, ณชกนก ต่างเพ็ชร, พิชายา ชัดผาบ, ศิรษา วงภักดี, จักรพงษ์ บุญตันจัน และธงชัย ศรีตะปัญญา	57
ฤทธิ์ของสารสกัดจากมะกรูด เพื่อยืดอายุของ <i>Caenorhabditis elegans</i> ที่ถูกชักนำให้เกิดภาวะ Oxidative stress ณัฐพงศ์ นพโลหะ และเทวิน เทนคำเนา	67
การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร : หน่วยงานนำร่อง สำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ เอกลักษณ์ ด้วงถึง	75
การใช้กล้วยหอมทองผลิตผงขงตี๋มด้วยเทคนิคโฟมเมท จวีมาศ ตี๋อำมาตย์, ณัฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์ และโสภณธ์ อินทรบุตร	90
การจัดอันดับมหาวิทยาลัยโลก ยูไอ กรีนเมตริก (UI GreenMetric) กรณีศึกษาผลการประเมิน ตนเองด้านความยั่งยืนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี ค.ศ. 2023 สิรินทรา พุ่มพวง และพิณทิพย์ แก้วแกมทอง	99
ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็กในแปลงชุ่มน้ำเทียมโดยใช้เทคนิคการให้น้ำขัง แบบไหลต่อเนื่องและให้น้ำแบบขังห้าวันสลับแห่งสองวัน อรทัย อุทัยม, ธัญดา บัณฑิติชู และฤทัยรัตน์ น้อยคนดี	110
การใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลน ช่วงนอกฤดูการอพยพของนก เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม นิธินาถ เจริญโภคธาต และเพชรพนม จิตมั่น	120

บทความวิจัย	หน้า
ความรู้ ทักษะ และการยอมรับการหยุดเผาในพื้นที่เกษตรของผู้เข้าร่วมอบรม โครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร สุพัตรา ชื่นพงษา, ฉันทท์หทัย เกิดศรีเสริม และปรีชญา ซาตานันท์	128
แนวทางการจัดการความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในชุมชนปลูกผักเชิงพาณิชย์พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ปภัสนร สีลารักษ์, จารุพงศ์ ประสพสุข และณัฐชัชชธร ชัตติยพุมิเมธ	141
การผลิตสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษาฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร พระนาย นกอยู่, ฉันทท์หทัย เกิดศรีเสริม และปรีชญา ซาตานันท์	150
การสำรวจทางอนุชีววิทยาของเชื้อ <i>Coxiella burnetii</i> และ <i>Coxiella-like endosymbionts</i> ในเห็บที่ดำรงชีวิตอิสระ ที่เก็บจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ กรกช ศรีผ่อง, วิรัชญา เตชะวงรงค์, หทัยรัชต์ หาญอนันตชัย, ทวี สายวิชัย, ณัฐนารี เอมยงค์ และสุวรรณา เขาวรรณิกวี	160
แนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกร จังหวัดสงขลา สุภาวดี เกศสุวรรณ, สัจจา บรรจงศิริ และบำเพ็ญ เขียวหวาน	171
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซูปรักดูโคชนิดผงด้วยการทำแห้งแบบโพรหมเมท วุฒิชัย ลัดเครือ, เอื้องพลอย ใจลังกา, จรัสศรี แก้วฝัน และสรณกิติ์ แก้วกันใจ	181
การพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาสำหรับอินทรีย์วัตถุและ pH ของดิน : ทางเลือกในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปุ๋ยเคมี ศุภธิดา อ่ำทอง, ชวโรจน์ ใจสิน และชاکกริต ไซตอมรงค์กิต	194
พฤติกรรมการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยของเกษตรกร ในจังหวัดเพชรบูรณ์ รัตนากร แสนท่าพล และธรรมศาสตร์ จันทรัตน์	208
การศึกษาการสร้างแบบจำลองแนะนำพืชด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ กฤษณา แสงดี, วิระ ศรีมาลา, คัมภีร์ อธิเวช และนครินทร์ทิพย์ พุทธิสิทธิ์	217
การคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม นครินทร์ทิพย์ พุทธิสิทธิ์, กฤษณา แสงดี และวิระ ศรีมาลา	224
ผลของความเค็มที่มีต่อการเลี้ยงปลานิลแปลงเพศระบบไบโอฟลอค ปวีณ์นุช ทองกลาง, และจุฑามาศ ทะแกลัวพันธ์ุ	234
ผลของไซโตไคนินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิตของมะเขือเทศราชินี ปรัทยาพันธ์ุ ประสาทกลาง และกัลยา กองเงิน	242
ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และสีเมล็ดข้าวเหนียวดำหลังระยะออกทรง ประทีป อุปแก้ว, ทิชฎาญา เสมาเงิน, วิหุร ชาวสุข และปริญญาวพร หนูอุไร	252
การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าว หมู่ 5 ตำบลคลองนิมมยตราอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ จันสุดา คนตรง และสุณิพร สุวรรณมณีพงศ์	259

บทความวิจัย	หน้า
กลยุทธ์การตลาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ตำบลคลองด่านอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ เปรมฤทัย เอกวัตร และฉันทน์หทัย เกิดศรีเสริม	272
ประสิทธิภาพของวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยธรรมชาติสำหรับเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดในฟาร์มของเกษตรกร ปฐมพร วงศ์เสน, ชาตรี หอมเขียว, ฐานวิทย์ แนนไส, รัตนา อุ๋นจันทร์, วรพงศ์ บุญช่วยแทน, ชัยณรงค์ ศรีวัชบุตร และพัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์	279
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของเกษตรกรในอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดแพร่ วัชระ อินโองการ และภาณุพันธุ์ ประภาติกุล	285
การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ ศิริรัตน์ บาศรี และฉันทน์หทัย เกิดศรีเสริม	294
ศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อุไรรัตน์ บุญวัง และจิรนนท์ เข็มขันธุ์	306
การพัฒนากระบวนการพอกหนังแพะแบบเรียบโดยใช้กากกาแฟ สำหรับผลิตภัณฑ์หัตถกรรม จรัสศรี แก้วผืน, วุฒิชัย ลัดเครือ, เอื้องพลอย ใจลังกา, และสรณิกิต์ แก้วกันใจ	316
ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการทำนา และสายพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองตำบลบุตี อำเภอมืองยะลา จังหวัดยะลา อุบล ต้นสม, ศศิธร พังสุบรรณ, กุรอชียะห์ ยามิรุเต็ง, ชูโบตี โต๊ะโมะ, มูฮำหมัดตายุดิน บาอะคีรี, พาตีเมาะ อาแยกาจิ และนัสรี มะแน	327
ผลของพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีต่อคุณภาพเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก ปัทมพร วาสนาเจริญ, สุพรรณณี เบ็งคำ และละอองดาว แสงหล้า	334
การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียนในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบการจัดการศึกษา ของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ภรณ์ทิพย์ อ่อนโสภา, วราพร กันหาเรียง, อลิสตา เกตดา และธนัช กนกเทศ	343
ความรู้และพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร มณฑนา สุนทรวัฒน์, กัญจนพร นันทะสาร, นภัทร์ รัตนมณี, อะเคื้อ กุลประสูติติก และโสภณา จีรวงศ์สุวรรณ2	354
การส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ สายรุ้ง จันทร์เส็ง	364
ผลของโปรแกรมส่งเสริมพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ : กรณีศึกษาจังหวัดมุกดาหาร สุพรรณนิภา จำปาเทศ และนิยม จันทร์นวล	378

บทความวิจัย	หน้า
แผนผังโรงงานที่ปรับปรุงโดยใช้หลักการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ ภายใต้เงื่อนไขหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร และการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม: กรณีศึกษาโรงงานอาหารแช่เยือกแข็ง วโรตม์ โชนะโต, ศรชัย สิ้นสุวรรณ และศรีสิทธิ์ เจียรบุตร	386
การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย สุระเดช ไชยตอกเกี้ย, วันเพ็ญ นาโสภ, นิตยา ศรีวิชา และนรุตพรณ อยู่สำราญ	402
ปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติ กิตติ์ธเนศ ธนายศอาภาพัฒน์ และพิเชษฐ์ ชัยเลิศ	411
ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดของนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ณิกุล ผิวเหมาะ, พรพิมล สมหมาย, ราชนันท์ อีแด และหยดฟ้า ราชมณี	420
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จุฑารัตน์ ศรีสกุลชัย, ธารทิพย์ ขุนทอง และบุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ	429
การศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน นิภาวรรณ สิงห์ท่าเมือง และศทาวุธ กุลศิริรัตน์	438
การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องสารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เสาวลักษณ์ พันทอง, ศทาวุธ กุลศิริรัตน์, ธารทิพย์ ขุนทอง และบุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ	446
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ สมบัติของวัสดุรอบตัวเรา โดยใช้ชุดกิจกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อารีรัตน์ เงินเต็ม, ศทาวุธ กุลศิริรัตน์ และนิตพงษ์ ศิริวงศ์	455
การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กฤษฎา ทองประไพ, ชาญวิทย์ คำเจริญ และสิรินทร์นิชา ปัญจจริยะกุล	462
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) จิรวรรณ ปานนูน	475
การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น โดยใช้การจัดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซ์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หฤทัย เทพปั้น	492

บทความวิจัย	หน้า
การจำแนกนักศึกษาตามแบบคัดกรองครูที่ปรึกษาโดยใช้เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด ภาณุเมศ ชุมภูณฑ์ และกริช สมกันธา	505
การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดเพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อนุเทพ เทพปิ่น	515
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ อารีรัตน์ เปี่ยมอ่อน, อภัสรา เสมาเพชร, ชนาภา แสนพรหม และพัชรินทร์ เมธา	528
การพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์ สร้างทางกาญจนบุรี นนท์นภัส ชุมโกมล, นิรุตต์ จรเจริญ และวิยะดา พลชัย	539
การพัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี ปฏิภาณ มาลาพงษ์, นิรุตต์ จรเจริญ, ณรงค์ พันธุ์คง และมาลินี คำเครือ	553
การพัฒนาเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก จิรัฐตินันท์ รักประยูร, วิมลสิริ แก้วนอก, ศุภชัย คนเที่ยง และภาวินี อินทร์ทอง	566
การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหา ให้แก่นักเรียน ใน รายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องการเขียนผังงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมือง นครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ชนดล สุรอด, สมิตตา พิศนอก, ศศิวรรณ กุ้งกลางดอน และนภชกร ภูมิพัฒน์	575
การพัฒนาบทเรียน Computer Assisted Instruction การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา พิชญาภา นารีรักษ์, ณัฐวิภา ขอบอินทร์, อภัสวรรณ บริบูรณ์, และฉัฐระพี โพธิ์ปิติกุล	584
การพัฒนาระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject) ตามกฎหมายคุ้มครอง ข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) สำหรับธุรกิจประกันภัย สิงหนพล พลสิงห์ และสุวรรณี อัครกุลชัย	593
บทเรียนออนไลน์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ธีรเมธ กองสูงเนิน, เบญจมาศ พลศิริ, นิภาพร ศรีนอก, สรวุฒ สุมารินทร์ และขวัญใจ ดีจริง	605
การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ในรายวิชาเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชลระดา อวบน้ำทิยะ, นันทิตา วรสุข, ปิ่นเพชร นิกา, สมิตานัน พูลพิน, และสาวิตรี พิพิฑกุล	619
การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ตามแนวทฤษฎี Constructivism ในการจัดการ เรียนการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ณัฐนรี ชื่นนอก, ณัฐชา ภูสิตลิต, สุธาทิพย์ นิตสิทธิ, พรนภา มีเค้า และสาวิตรี พิพิฑกุล	629

บทความวิจัย	หน้า
การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จักรินทร์ สมหวัง, จิรัฏฐ์ แก้วมะลิ่ง, เพชรรัตน์ วัชชัยภูมิ, สิทธิศักดิ์ แจ้จตุตม และอภิสร่า ไชยจิตร	640
การพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม ณัฐภัทร อุประวรรณ, วีรพงศ์ ทวีรัตน์ และศุภชัย คนเที่ยง	650
การพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ – รายจ่าย ชญาดา ยิ้มไทย, อรุณวรรณ คงคา, ภาวัต ฉิมเล็ก, ศุภชัย คนเที่ยง, พงษ์พิชญ์ เลิศเจริญวุฒา, ธงรบ อักษร, และไพฑูรย์ จิวทั้ง	656
การพัฒนาสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี อรรถพล กล่อมรักษ์, ศุภมาศ สิทธิชู, และสุภาภรณ์ จันปาน	661
การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเรื่อง มาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก เจษฎาพร ศรีภักดี, ณัฐวรา ภูพานิชเจริญกุล, ธัญญารัตน์ ชันนาแล, และปิยธิดา ทาสีดำ	673
พัฒนาระบบการจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ด้วยเทคโนโลยีทางการเงิน อรจิรา ศรีสินทร์ และสุวรรณี อัครกุลชัย	681
พัฒนาระบบบันทึกและแจ้งเตือนผู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ศศิพร ตั้งพรชัย, เกษศิณี แสงสว่าง, และนงเยาว์ มีสิทธิ์	699
พัฒนาเว็บแอประบบติดตามและจัดการโครงการวิจัยที่ควบคุมโดยที่ปรึกษา ปกรณเกียรติ ยะสาร, พัชรดนัย จันทะคุณ, พงษ์พิชญ์ เลิศเจริญวุฒา, ศุภชัย คนเที่ยง, ธงรบ อักษร, ธนพงศ์ นิตยะประภา, และภาวัต ฉิมเล็ก	711
การจัดกลุ่มนักเรียนยากจนพิเศษตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง ชนัดดา สำราญพิศ, อรอนงค์ ทองหล่อ, และมงคล ทะกอง	723
การพัฒนาบทเรียน e-learning เรื่องแนวคิดเชิงนามธรรม(abstract thinking) ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครราชสีมา ธีลิต แก้ววิจิตร, ปิติพล เชื้อสาวะถี, พิริยะพงษ์ สุกุลนราแก้ว, สุรียา นางสูงเนิน, และเพ็ญศรี อมรศิลป์ชัย	734
ระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัคร คอร์ปอเรชั่น จำกัด กฤษณะ ตุ่มเปาะ, นิรุตต์ จรเจริญ, มาลินี คำเครือ และพิศาล คงเอียด	744
ระบบสแกนลายนิ้วมือเข้าโรงเรียนโดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ นภาลัย โชติธนบูรณ์, ปัทสร่า จำปาอ่อน, และกิตติพงษ์ สุวรรณราช	757

บทความวิจัย	หน้า
แนวทางการบริหารจัดการทางแยกเพื่อรองรับการพัฒนาในอนาคต กรณีศึกษา : ทางแยกจุดตัดทางหลวงหมายเลข 24 กับทางหลวงหมายเลข 348 และทางหลวงหมายเลข 2073 (แยกอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์) ศรศักดิ์ แก้วแบน, ภาวัต ไชยชาณวาทิก, อัดถกร กลั่นความดี และธนาคม สกุลไทย์	765
ปัจจัยที่มีผลต่อประชาชนที่ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐในการเลือกรูปแบบการเดินทางตามแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม (ช่วงสถานีคลองบางไผ่ - สถานีศูนย์ราชการนนทบุรี) วิวิจ วิกุล และกิตติชัย ธนทรัพย์สิน	773
การประเมินเครื่องบดใบอ้อยและเศษซากแบบแกนต์ตั้ง มงคล ตุ่นเฮ้า, วรธนะ สมนึก และภิรมย์ แถวเพ็ญ	787
การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย สมศักดิ์ มาเยอะ และภานุพันธ์ จิตคำ	793
การจัดการความเสี่ยงของไขมันที่สะสมภายในระบบระบายอากาศของห้องครัวเชิงพาณิชย์ ปราชญ์ ชัยสมบัติ และอภิชาติ แจ้งบำรุง	807
การปรับปรุงผังคลังสินค้า เพื่อลดระยะทางการจัดเก็บสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา บริษัทค้าปลีกและค้าส่ง พชรพล ไชยแสง, ศิรดา แนบเนื้อ และพีรพงศ์ ภควณิช	821
การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวของสวนสัตว์แม่ลาว อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย พลิชฐ์ จงจิตวิเชียร, ภานุพันธ์ จิตคำ, และคมกฤษ จิระบุตร	829
ระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก ณิชภัทร ยางสวย, นภัสสร จันทร์ศรี, ภาวัต ฉิมเล็ก, ศุภชัย คนเที่ยง, พงษ์พิชญ์ เลิศเจริญวุฒา, ธงรบ อักษร และไพฑูรย์ จิวทั้ง	840
การปรับปรุงการจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสินค้าด้วยเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS) วีริศ ศรีเท่า, ธนภณ เจียรณัย และภาสุระ อังกุลานนท์	848
การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการคัดเลือกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคัดเลือกผู้ส่งมอบวัตถุดิบผลิตไอศกรีมกรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตไอศกรีมแห่งหนึ่ง พรนิวัติ ผลทวีชัย, นพคุณ แสงเขียว และพีรภาพ จอมทอง	858
ลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนชุดพัดลมในเครื่องสี่ขา นิภาพร โหมดไทย, ศักดิ์ชาย เชื้อวังคำ และประภาวรรณ แพงศรี	866
การพัฒนาการตรวจจับข่าวปลอมสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติของภาษาไทย โดยใช้อัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติก ทัศนีย์ วงศ์ศิริ และวฤษาชัย ร่มสายหยุด	878
การศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกภาพโรคคนใบสตรอเบอร์รี่ด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ สุทธวีร์ วงศ์สารภี และวุฒิชัย ปวงมณี	887

บทความวิจัย	หน้า
การพัฒนาโปรแกรมบริหารความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรม ชมภูพร ชื่นตา และเสรี เสวตเศรณี	897
การบริหารระบบประปาของหมู่บ้านในตำบลโพธิ์สูง พงษ์พิพัฒน์ โคตรกำกับ และนันทกาญจน์ ประเสริฐสังข์	907
Application and Exploration of BIM in China's Highway Construction Deshuang Zhu, Choosak Pornsing and Sittichai Saelem	917
การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอัตโนมัติในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ สยาม การกระสัง, ศักดิ์ชาย รักการ, และพจนีย์ ศรีวิเชียร	927
การคำนวณหาความเร็วเชิงมุม และการกระจัดเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาสำหรับอนุภาคเคลื่อนที่ แบบลูกตุ้มนาฬิกาภายใต้แรงภายนอกที่เป็นฟังก์ชันของเวลา เอมอร วันเอก, ศานิตย์ สุวรรณวงศ์ และอาทิตย์ หู่เต็ม	940
การพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีการผลิตระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมร่วมกับระบบกัก เก็บพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ปพน งามประเสริฐ, ณรงค์พันธ์ รุ่งเจริญ, ชุมพล ศิริวัฒนสิทธิ์, กนต์ วุฒิพฤกษ์, สุรสิทธิ์ ประกอบกิจ, และนัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ	951
การทดสอบเชิงทดลองสำหรับความแข็งแรงและการประเมินเชิงกลของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ เมื่อใช้ในงานด้านระบบอัตโนมัติ ศราวดี พุทธิรักษา, กิรดิษ สายพัทลุง, ธงชัย ทองอยู่, ศศิธร คนทน และเชษฐ ตั้งทรงจิตรากุล	959
การศึกษาเรขาคณิตของรูปรีพีไซเคิลลอยด์ นางสาวรักชนก สวนสุข, มนูญญา สวนสุข และกิตติมนต์ ณะทอง	967
ระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศอัจฉริยะ มนตรี สุขชุม, ปวีตรี อุตบุตร, ชาวลิต มังขิมะบุระ, ผดุงเกียรติ สีสัน และสุรดิษ คำยอด	976
ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางกลในกระบวนการเชื่อมโลหะแก๊สคลุมด้วยวิธี (GMAW) กฤติกา ขาวนุ่น และสิทธิชัย แก้วเกื้อกุล	989
ชุดสาริตเปิด – ปิดหลอดไฟด้วยเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว มนตรี สุขชุม, ปวีตรี อุตบุตร, ธนชัย ธงทอง, ธนวัฒน์ ธงทอง และดนัย สุขประเสริฐ	998
การศึกษาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือบนพื้นผิวของถุงพลาสติก ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน สุมินตรา ปาติสสัย	1009
สายอากาศไมโครสตริปสองย่านความถี่สำหรับการประยุกต์ใช้งานในเทคโนโลยี 5G อัครพงศ์ เจริญสงค์, ภิมล พูลพงศ์, จูติรัตน์ สาริกขพันธ์ และชยานิษฐ์ บุญสินหา	1018
หุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาณุเดช ศรีกระจ่าง, กิรดิษ สายพัทลุง, มารุต สือติลภวัฒนา และอภิสิทธิ์ แก้วโก	1029
การปรับปรุงเครื่องจักรในกระบวนการตัดชิ้นงานในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ กฤษดา อุบลพงษ์, มนูญ สิทธิพรมราช, ชัยฤทธิ์ ยี่รงค์ และประภาวรรณ แพงศรี	1038

บทความวิจัย	หน้า
การศึกษาและออกแบบระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์สำหรับอาคารสำนักงานบนฐานความเข้มแสงอาทิตย์ ปิยะวัฒน์ ศรีแจ่ม, ภัทรพล กาฬภักดี และองอาจ ทับบุรี	1046
ชื่อเรื่อง เครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ นายณัฐกร ฐาปนางกูกร และนางสาวอมรรัตน์ ไม้คำมิ	1056
การออกแบบและจัดสร้างหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ปรเมษฐ์ เฟื่องจันทร์, ณัฐพงษ์ เสาร์แก้ว และกันยารัตน์ เอกเอี่ยม	1067
การศึกษาอุณหภูมิยังผลและขนาดของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 ภัทรภรณ์ อินใจ, เกศณีย์ สุขุ, อาทิตย์ หุ่นเต็ม และวิระภรณ์ ไหมทอง	1077
ระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ ณภัทรดนัย ฐาภักคณ์ธิโชติ และเชิดพงษ์ ดีเลิศไพบุลย์	1082
การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของขึ้นกระดูกที่ขึ้นรูปจากเครื่องพิมพ์สามมิติ กฤตน้อย ประจำค่าย, ณัฐพล จันทรพาณิชย์ และสุจินต์ วันชาติ	1095

การพัฒนาชุดทดสอบอย่างง่ายสารพิษตกค้างอีทีฟอนในผลทุเรียน
โดยอาศัยปฏิกิริยาการเปลี่ยนสี

Development of a simple test kit for ethephon residues in durian fruit
using a colorimetric reaction

ยวนิศา เทพช่วย^{1*} ธัญญาพร ขุนราช¹ ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา² สุปพัต เมืองศรีนุ่น²
โสภณา วงศ์ทอง³ สุมาลี เลี่ยมทอง³ มณฑกานต์ ทองสม³ ลัญจกร จันทร์อุดม³ และเยาวมาลย์ เขียวสอาด⁴
Yanisa Thepchuay^{1*}, Thunyaporn Khunrach¹, Piyawan Nuengmatcha², Supapat Muangsrinun²,
Sopana Wongthong³, Sumalee Liamthong³, Montakarn Thongsom³, Lanchakon Chanudom³
and Yaowamam Keawsaard⁴

¹ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จ. นครศรีธรรมราช 80280

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จ. นครศรีธรรมราช 80280

³ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จ. นครศรีธรรมราช 80280

⁴ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จ. นครศรีธรรมราช 80280

¹ Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University,
Nakhon Si Thammarat 80280

² Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University,
Nakhon Si Thammarat 80280

³ Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Nakhon Si
Thammarat 80280

⁴ Department of Agriculture, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Nakhon Si
Thammarat 80280

*Corresponding author E-mail: yanisa_tep@nstru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดทดสอบปริมาณอีทีฟอนที่ใช้งานง่าย ขนาดเล็ก และให้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว โดยศึกษาระดับความเข้มข้นที่ชุดทดสอบสามารถตรวจวัดได้ด้วยวิธีการเปรียบเทียบสี ซึ่งการหาปริมาณอีทีฟอนจะอาศัยการเกิดปฏิกิริยากับน้ำยาเคมีที่มีส่วนผสมของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในสภาวะกรด ทำให้เกิดการฟอกจางสีม่วงของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จากการศึกษาพบว่าชุดทดสอบอย่างง่ายนี้สามารถหาปริมาณอีทีฟอนได้ที่ระดับความเข้มข้น 1 ถึง 20 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร ค่าขีดจำกัดในการตรวจวัด (Detection limit, LOD) เท่ากับร้อยละ 0.25 โดยมวลต่อปริมาตร ขณะที่ค่าขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (Quantitation limit, LOQ) เท่ากับร้อยละ 0.82 โดยมวลต่อปริมาตร ชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้นมานี้มีความแม่นยำ (%RSD) อยู่ที่ 2.93% (12.5 %w/v, n = 10)

คำสำคัญ : อีทีฟอน, ปฏิกิริยาการวัดสี, อุปกรณ์การวิเคราะห์บนกระดาษด้วยระบบของไหลจุลภาค

Abstract

The objective of this research is to develop a test kit for the quantification of ethephon which is easy to use, small in size, and provides rapid analytical results by examining the level of concentration that can be measured by the test kit utilizing the colorimetric method. The determination of the amount of ethephon relies on a reaction with a chemical solution containing potassium permanganate in an acidic condition, resulting in the discoloration of purple

color of the potassium permanganate. According to studies, ethephon can be measured with this straightforward test kit in the range of 1- 20 %w/v. The limit of detection (LOD) is found at 0.25 %w/v. The limit of quantification (LOQ) is 0.82 %w/v. The developed device had a precision (%RSD) of 2.93% (12.5 %w/v, n = 10).

Keywords : Ethephon, Colorimetric reaction, Microfluidic paper-based analytical device

บทนำ

ทุเรียน (*Durio zibethinus Merr.*) เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย สามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีอากาศร้อนชื้นที่อุณหภูมิ 14 - 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 - 80% ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดหวานมัน มีคุณค่าทางอาหารสูง หอมมีกลิ่นหอม และรสชาติเฉพาะตัว ได้รับการขนานนามว่าเป็น “ราชาแห่งผลไม้” (King of fruits) ปัจจุบันไทยมีการเพาะปลูกทุเรียนกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ เช่น ภาคเหนือที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดนครพนม ภาคกลางที่จังหวัดนนทบุรี พระนครศรีอยุธยา ลพบุรี และสระบุรี ภาคใต้ในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช นราธิวาส และตรัง ภาคตะวันออกที่จังหวัดจันทบุรี ระยอง ปราจีนบุรี และตราด พันธุ์ทุเรียนที่นิยมปลูกเพื่อการค้า ได้แก่ พันธุ์หมอนทอง ชะนี กระดุมทอง พวงมณี และก้านยาว ในช่วงเดือน มกราคม - สิงหาคม ปี พ.ศ. 2562 ไทยมีการส่งออกทุเรียนสดคิดเป็นมูลค่า 40,920 ล้านบาท โดยมีประเทศลูกค้าที่สำคัญคือ จีน เวียดนามฮ่องกง ไต้หวัน และสหรัฐอเมริกา โดยจีนถือว่าเป็นตลาดส่งออกผลไม้ที่ใหญ่ที่สุดของไทย ในแต่ละปีไทยส่งออกผลไม้ไปจีนประมาณ 200,00 - 300,00 ตัน กระทรวงพาณิชย์เผยในช่วงครึ่งปี พ.ศ. 2563 ไทยส่งออกทุเรียนไปตลาดโลกมีมูลค่า 1,411 ล้านดอลลาร์ โดยคิดเป็นสัดส่วน 69% ของการส่งออกผลไม้สดทั้งหมดของไทย

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาปัญหาอุปสรรคสำหรับทุเรียนที่ส่งออกหรือแม้กระทั่งบริโภคเองภายในประเทศ พบว่ายังคงประสบปัญหาเรื่องการรักษามาตรฐานสินค้า เนื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนต้องประสบปัญหาการผลิตในหลาย ๆ ด้าน เช่น สภาพดินฟ้าอากาศที่ผันแปร ปัญหาศัตรูพืชทั้งโรคและแมลงที่ระบาดทำความเสียหายต่อทุเรียนอย่างมาก ทุเรียนมีแมลงศัตรูพืชหลายชนิดเข้าทำลายความเสียหายส่งผลให้ผลผลิตลดลง ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น ส่งผลให้เกิดพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ที่ผ่านมามีการส่งออกผลทุเรียนสดของประเทศไทยไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีนและเขตบริเวณพิเศษฮ่องกง ผู้ส่งออกมักนำสารเร่งสุกมาใช้กับผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อกระตุ้นการสุกของผลทุเรียนในระหว่างการขนส่ง ทำให้มีการตรวจพบสารเร่งสุกตกค้างในผลทุเรียนสูงกว่าข้อกำหนด ส่งผลกระทบต่อการส่งออก (Supatosa et al, 2020) อีทีฟอนเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่มีคุณสมบัติกระตุ้นการสุกของผลไม้ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนในปี ค.ศ.1973 โดย US Environmental Protection Agency อีทีฟอนมีความเป็นพิษแบบเฉียบพลันเนื่องจากทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนังและดวงตา มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของ cholinesterase enzyme ทำให้เกิดการสะสมของ acetylcholine ในร่างกาย ส่งผลให้มีอาการผิดปกติของระบบประสาทกล้ามเนื้อและสมอง ปริมาณการตกค้างสูงสุดของอีทีฟอนในผลทุเรียนสดตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9002-2559 ของประเทศไทยกำหนดค่าเท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เขตบริหารพิเศษฮ่องกงแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน กำหนดค่าเท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสหภาพยุโรป กำหนดเท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2559)

ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์เพื่อตรวจวัดปริมาณอีทีฟอน โดยเทคนิควิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูง คือ Gas chromatography (GC) (Cristescu et al., 2012; Sklorz, Janßen, & Lang, 2013)

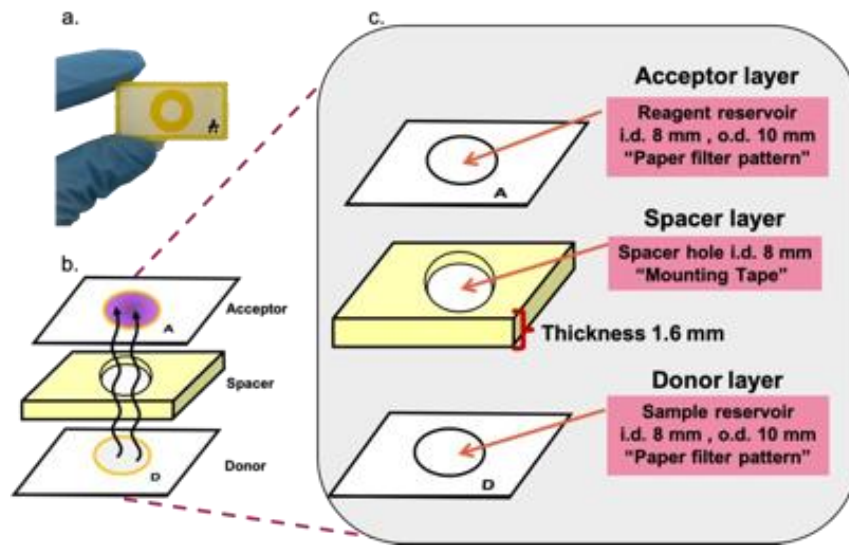
และ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) (Xie et al., 2014) อย่างไรก็ตามเทคนิคเหล่านี้มีราคาสูง ใช้ผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ กระบวนการวิเคราะห์มีความยุ่งยาก ซับซ้อนและหลายขั้นตอน ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไอทีฟอนไม่สามารถแปรผลการทดสอบได้ทันที ต้องมีการเก็บตัวอย่างเข้าสู่ห้องปฏิบัติการ เนื่องจากไม่สามารถนำเครื่องมือวิเคราะห์ที่มีความละเอียดสูงไปตรวจวัดในพื้นที่ได้ทำให้เกิดความล่าช้า และไม่ทันสมัยในการแก้ไขปัญหาเชิงรุก

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยและทีมเล็งเห็นปัญหาของการขาดอุปกรณ์ตรวจภาคสนาม ที่อ่านระดับความเข้มข้นของไอทีฟอนแบบอ่านผลเร็ว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนออุปกรณ์วัดสารไอทีฟอน โดยอุปกรณ์นี้มีชื่อว่า “Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device” (Phansi et al., 2016) ซึ่งเป็นชุดทดสอบที่ใช้งานง่าย ขนาดเล็ก และให้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว โดยที่ประชาชนและเจ้าหน้าที่สามารถนำชุดทดสอบอย่างง่ายไปใช้ในการเฝ้าระวังคุณภาพทุเรียนได้จริง ทั้งในสถานะฉุกเฉินและสถานะปกติอีกทั้งยังสามารถใช้ในการเรียนการสอนได้อีกด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การสร้างอุปกรณ์ Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device

ตัวอุปกรณ์ “Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device” สร้างจากกระดาษกรองที่มีการพิมพ์ลายด้วยวัสดุกันน้ำ วัสดุกันน้ำถูกพิมพ์เป็นลายเส้นทึบ (ตัวอย่างของลายจะเห็นเป็นวงกลมสี่เหลี่ยม และกรอบจัตุรัสสี่เหลี่ยม ที่อยู่ในรูปถ่าย ของภาพที่ 1a เป็นต้น) ซึ่งวิธีการพิมพ์ลายเหล่านี้ใช้เทคนิคการพิมพ์สกรีน (Screen-printing technique) ง่าย เป็นวิธีการเดียวกันกับการพิมพ์สกรีนลายลงบนเสื้อยืด เมื่อพิมพ์ลายลงกระดาษเสร็จแล้ว เนื้อสีที่เป็นหมึกของเหลวพอลิเมอร์ จะแทรกซึมผ่านเนื้อกระดาษจากด้านบนสู่ด้านล่าง และเมื่อตัวทำละลายแห้งเนื้อสีจะเกาะกับตัวกระดาษและปิดกั้นรูพรุนของเนื้อกระดาษในส่วนที่หมึกพอลิเมอร์แทรกซึมลงไป ดังนั้นเมื่อหมึกแห้งแล้วหมึกจะทำหน้าที่เป็นผนังกั้นของเหลวประเภทน้ำไม่ให้ไหลซึมระหว่างสองฝั่งที่ถูกกั้นด้วยเส้นของหมึกสกรีน ทำให้เกิดการแบ่งกันเป็นโซนที่เราจะใช้เนื้อกระดาษเป็นตัวกลางในการทำปฏิกิริยา ซึ่งในกรณีลายที่ออกแบบเป็นวงกลมดังในภาพที่ 1a นั้นเมื่อหยดสารละลายซึ่งมีตัวทำละลายที่เป็นน้ำ สารละลายนั้นจะถูกกักอยู่เฉพาะภายในวงกลมเท่านั้น ไม่ไหลซึมไปยังกระดาษนอกวงกลมเลย



ภาพที่ 1 อุปกรณ์กระดาษ Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based สำหรับวัดความเข้มข้นของก๊าซเอทีลีน โดยแสดงถึง (a) ภาพถ่ายของอุปกรณ์แสดงขนาดที่เล็กพกพาได้ที่ประกอบแล้ว (b) แสดงองค์ประกอบ 3 ชั้น ของอุปกรณ์ก่อนทำการประกอบ (c) หลักการทำงานของอุปกรณ์ โดยไอระเหยก๊าซเอทีลีนที่เกิดจากการสลายตัวของสารอีทีฟอนจะระเหยจากตัวอย่างในชั้น Donor layer ‘D’ ผ่านช่องว่างของชั้นกลางและสุดท้ายก๊าซเอทีลีนจะทำปฏิกิริยากับน้ำยาเคมีที่อยู่บนชั้น ‘A’ ทำให้สีของน้ำยาเคมีจางหายไปตามความเข้มข้นของอีทีฟอน

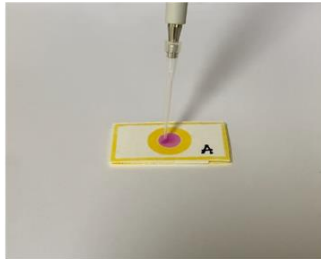
ภาพที่ 1a แสดงภาพถ่ายของอุปกรณ์ Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งก่อนการประกอบเป็นชั้นเดียวดังภาพที่ 1a อุปกรณ์แต่ละชั้นจะถูกสร้างขึ้นมาก่อนโดยใช้วัสดุที่บางและเบา มีต้นทุนผลิตต่ำ ภาพที่ 1b. แสดงชั้นทั้งสาม โดยแผ่นสีเหลืองพื้นผ้าสีขาวแสดงถึงแผ่นกระดาษกรองที่ผ่านการพิมพ์สกรีนมาแล้ว โดยมีวงกลมตรงกลาง โดยเส้นรอบวงกลมคือ ฟังก์ชันโซนเพื่อให้การใช้งานอยู่เฉพาะในกรอบวงกลมของทั้งสองชั้นเท่านั้น อุปกรณ์กระดาษชั้นล่างสุด เรียกว่า “Donor layer” ถูกทำเครื่องหมายบนอุปกรณ์ด้วยอักษร ‘D’ และชั้นบนสุดเรียกว่า “Acceptor layer” ถูกทำเครื่องหมายบนอุปกรณ์ด้วยอักษร ‘A’ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมทั้งชั้น ‘D’ และ ‘A’ นั้นมีขนาดเท่ากัน ที่ 8 มิลลิเมตร ส่วนชั้นกลางเป็นชั้นของแผ่นเทปโพลีเอทิลีนสองหน้า เจาะรูตรงกลางเพื่อสร้างช่องวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางช่องเท่ากับ 8 มิลลิเมตรเช่นกัน และเมื่อนำแผ่นกระดาษชั้นบนและล่างมาประกบติดกันก็จะประกอบอุปกรณ์กระดาษ Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based ได้ออกมา ดังแสดงในภาพถ่าย ภาพที่ 1a

หมายเหตุ ชิ้นงานกระดาษ ทั้งสองชั้น (บนสุดและล่างสุด) สร้างได้คราวละหลาย ๆ ชิ้นด้วยเทคนิคการพิมพ์สกรีน (Screen-printing) แล้วตัดออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อนำมาประกอบตามในภาพที่ 1b

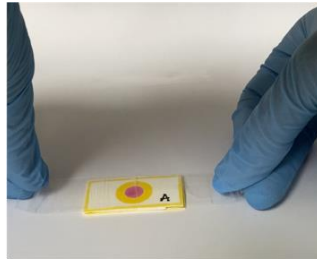
2. ขั้นตอนการใช้งาน Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device

ขั้นตอนการใช้งานอุปกรณ์ง่ายและสะดวกเป็นไปตาม Figure 2 โดยขั้นตอนที่ 1 นำน้ำยาเคมีหยดลงในวงกลมด้าน ‘A’ ปริมาตร 10 ไมโครลิตร รอ น้ำยาเคมีแห้งเป็นเวลา 5 นาที แล้วติดเทปใส จากนั้นหยดสารตัวอย่างอีทีฟอนปริมาตร 10 ไมโครลิตรลงในวงกลมด้าน ‘D’ ที่อยู่อีกด้านหนึ่งของอุปกรณ์เดียวกันนี้ตามด้วย

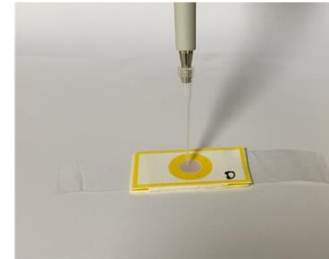
การปิดด้วยเทปใสป้องกันการปนเปื้อนและป้องกันการสูญเสียก๊าซเอทิลีน จากนั้นนำอุปกรณ์หยั่งด้าน 'A' ขึ้นเพื่อวางอุปกรณ์ในกล่องดำสำหรับถ่ายภาพ จากนั้นถ่ายภาพด้วยกล้องจากโทรศัพท์มือถือ ภาพที่ได้นำไปอ่านค่าของความเข้มสี (Color intensity) ด้วยโปรแกรม ImageJ และนำค่าความเข้มของสีไปคำนวณหาค่า $\log I_0/I$ (โดย I_0 และ I คือ ค่าเฉลี่ยความเข้มสีของแบล็กและของสารตัวอย่างตามลำดับ)



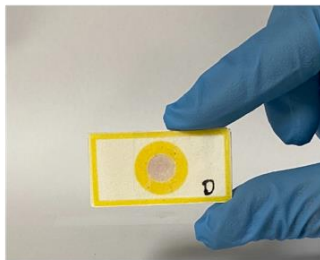
ขั้นตอนที่ 1: หยดน้ำยาเคมีลงบนด้าน A ของอุปกรณ์



ขั้นตอนที่ 2: ปิดด้วยเทปใส



ขั้นตอนที่ 3: หยดสารตัวอย่างลงบนด้าน D ของอุปกรณ์



ขั้นตอนที่ 4: ปิดด้วยเทปใส



ขั้นตอนที่ 5: ถ่ายภาพด้วยมือถือ

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการใช้งานอุปกรณ์กระดาษ Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของอีทีฟอนในสารตัวอย่าง

3. วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐานและสารตัวอย่าง

3.1 สารละลายมาตรฐานอีทีฟอน

เตรียมสารละลายมาตรฐานอีทีฟอนที่ความเข้มข้น 1 - 20 %w/v (ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร) ด้วยน้ำปราศจากไอออน (Deionized water, DI water)

3.2 น้ำยาเคมีสำหรับวิเคราะห์อีทีฟอน

ผลการวิจัย

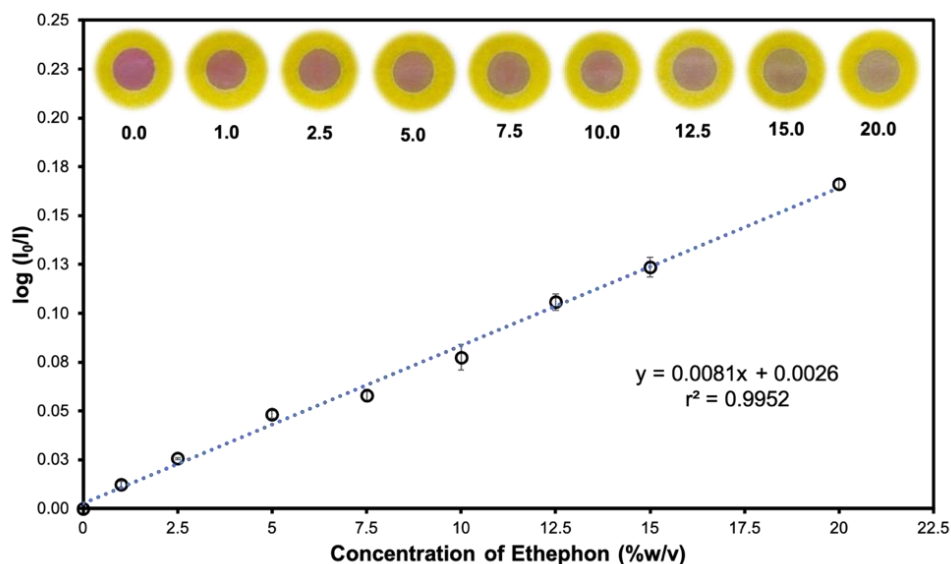
ผลการตรวจวัดก๊าซเอทิลีน ซึ่งเป็นสารที่สลายตัวมาจากอีทีฟอนด้วยอุปกรณ์ Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ปริมาณอีทีฟอนด้วยอุปกรณ์ Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device เพื่อแสดงความสามารถของวิธีวิเคราะห์ที่สามารถนำไปใช้ได้ โดยประกอบด้วยการทดสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity) การทดสอบขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of detection, LOD) การทดสอบขีดจำกัด

ของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation, LOQ) และความแม่นยำของอุปกรณ์ตรวจวัด (Precision) ได้ผลการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีตรวจวัดปริมาณอีทีฟอนด้วยอุปกรณ์ Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device

พารามิเตอร์	ค่าที่ได้
Working range	1 - 20 %w/v
Linearity	
- Linear equation	$y = (0.0081 \pm 0.0002)x + (0.0025 \pm 0.0022)$
- Coefficient of determination (r^2)	0.9952
LOD (%w/v)	0.25
LOQ (%w/v)	0.82
Precision (%RSD)	3.32% (1.5 %w/v, n=10)
	2.93% (12.5%w/v, n=10)

การวิเคราะห์ปริมาณอีทีฟอนด้วยอุปกรณ์ Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device จากสารละลายอีทีฟอนในช่วงความเข้มข้น 1 - 20 %w/v ทั้งหมด 8 ความเข้มข้น ซึ่งทดลองซ้ำ 3 ครั้งต่อความเข้มข้น แล้วนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟเส้นตรงและคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient : r) โดย $r > 0.99$ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟเส้นตรงที่สร้างจากการวิเคราะห์ปริมาณอีทีฟอนในช่วงความเข้มข้น 1-20 %w/v (ทดลองซ้ำ 3 ครั้งต่อความเข้มข้น) ด้วย Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device.

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดสอบสารพิษตกค้างอีทีฟอนในผลทุเรียน ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่โดยใช้อุปกรณ์ที่มีชื่อว่า Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Device และตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่ชื่อว่าโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตทำให้เกิดการฟอกจางสีเพื่อใช้เป็นเครื่องมือขนาดเล็ก ใช้งานง่าย และให้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็วที่บุคคล หรือองค์กรทั่วไปสามารถนำไปใช้เฝ้าระวัง ป้องกันการปนเปื้อนของอีทีฟอนในทุเรียนส่งออกได้ จากการศึกษาพบว่าชุดทดสอบอย่างง่ายนี้สามารถหาปริมาณอีทีฟอนได้ที่ระดับความเข้มข้น 1 – 20 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร ค่าขีดจำกัดในการตรวจวัด (Detection limit, LOD) เท่ากับร้อยละ 0.25 โดยมวลต่อปริมาตร ค่าขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (Quantitation limit, LOQ) เท่ากับร้อยละ 0.82 โดยมวลต่อปริมาตร และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (RSD) อยู่ในช่วง 2.93 – 3.32%

สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาชุดทดสอบปริมาณอีทีฟอนที่ใช้งานง่าย มีขนาดเล็ก และให้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็วบนพื้นฐานการเปรียบเทียบสี ซึ่งสามารถนำไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณอีทีฟอนได้ที่ระดับความเข้มข้น 1 – 20 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร ซึ่งชุดทดสอบนี้สามารถนำไปตรวจคัดกรองหาสารพิษตกค้างอีทีฟอนในผลทุเรียนเพื่อประโยชน์ในแง่การควบคุมคุณภาพ เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดการค้าเสรี และส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภคได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ทีมนักวิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2565 และขอขอบคุณหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ สารเคมี และสถานที่ในการทำงานวิจัย ทีมนักวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจศึกษา

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.. 2559. มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง สารพิษตกค้าง:ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (มกษ. 9002 – 2559). ราชกิจจานุเบกษา. 133 (ตอนพิเศษ 288 ง): 1-55.

Cristescu, S. M., Mandon, J., Arslanov, D., De Pessemier, J., Hermans, C., & Harren, F. J. M. (2012). Current methods for detecting ethylene in plants. *Annals of Botany*, 111(3), 347-360.

Phansi, P., Sumantakul, S., Wongpakdee, T., Fukana, N., Ratanawimarnwong, N., Sitanurak, J., & Nacapricha, D. (2016). Membraneless Gas-Separation Microfluidic Paper-Based Analytical Devices for Direct Quantitation of Volatile and Nonvolatile Compounds. *Analytical Chemistry*, 88(17), 8749-8756.

- Sklorz, A., Janßen, S., & Lang, W. (2013). Application of a miniaturised packed gas chromatography column and a SnO₂ gas detector for analysis of low molecular weight hydrocarbons with focus on ethylene detection. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 180, 43-49.
- Supatosa, K., Suttirak, W., Srithanyarat, S., & Ratanathusnee, T. (2018). Application and Residue Analysis of Ethephon on Fresh Durian in Packing House for Export. *Department of Agriculture* 31-45.

การจำแนกพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนด้วยอากาศยานไร้คนขับ Mangrove Species Classification with Unmanned Aerial Vehicles

ธนวัฒน์ ประโมจันย์^{1*} และวีรนนท์ สงสม¹

Thanawat Pramojane^{1*} and Veeranan Songsom¹

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
80 ถนนวิชิตสงคราม อำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต รหัสไปรษณีย์ 83120

¹Environmental Geoinformatics Technology, Faculty of Technology and Environment,
Prince of Songkla University, Phuket Campus

80 Wichit Songkhram Road, Kathu District, Phuket Province 83120

*Corresponding author E-mail: s6330212005@phuket.psu.ac.th, veeranun.s@phuket.psu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถในการจำแนกพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนด้วยอากาศยานไร้คนขับแบบหลายช่วงคลื่น (UAV Multispectral) ด้วยวิธี Random Forest model สำหรับการจำแนกพันธุ์ไม้ การศึกษาแบ่งการทดลองออกเป็นหลายกรณีเพื่อเลือกกรณีที่ดีที่สุด โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณีใหญ่ ๆ คือ การใช้ดัชนีพืชพรรณอย่างเดียวซึ่งประกอบด้วยดัชนี NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) RECI (Red Edge Chlorophyll Index) และ OSVI (Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index) และดัชนีพืชพรรณกับภาพถ่ายในช่วงคลื่นต่าง ๆ ประกอบด้วยช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (Blue) สีเขียว (Green) สีแดง (Red) สีขอบแดง (Red-Edge) และอินฟราเรดใกล้ (NIR) ผลการศึกษาพบว่ากรณีดัชนี RECI ร่วมกับดัชนี RECI และภาพถ่ายในทั้ง 5 ช่วงคลื่น ให้ค่าความถูกต้องที่มากที่สุดโดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ 92.54 ค่าสถิติแคปปาอยู่ที่ 0.87 ซึ่งผลลัพธ์ถือว่ามีความถูกต้องที่สูงและยอมรับได้

คำสำคัญ : ป่าชายเลน, อากาศยานไร้คนขับ, การรับรู้ระยะไกล, ป่าชุ่ม ดัชนีพืชพรรณ

Abstract

The study aimed to evaluate the capability of classifying mangrove species using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) with a multispectral sensor. The classification utilized the Random Forest model, and experiments were conducted in various scenarios to determine the most effective approach. The primary approaches considered involved the use of vegetation indices, such as NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), RECI (Red Edge Chlorophyll Index), and OSVI (Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index). Additionally, vegetation indices were combined with imagery across different wavelength bands, including Blue, Green, Red, Red-Edge, and Near-Infrared (NIR). The findings showed that combining the RECI index with RECI and imagery in all five wavelength bands achieved the highest accuracy, reaching an overall accuracy of 92.54%. The Kappa statistic was 0.87, indicating a high and acceptable level of accuracy in the results.

Keywords: Mangrove, Unmanned Aerial Vehicle, Remote Sensing, Random Forest, Vegetation Index

บทนำ

ป่าชายเลนเป็นป่าประเภทป่าไม่ผลัดใบ พบในบริเวณน้ำกร่อยและมีน้ำทะเลท่วมถึงอยู่เสมอตามบริเวณที่เป็นชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ ทะเลสาบ และรอบเกาะต่าง ๆ ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2553) สังคมพืชในป่าชายเลนเจริญเติบโตภายใต้สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างไปจากสังคมพืชชนิดอื่น (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556) ป่าชายเลนเป็นป่าที่มีความสำคัญแก่ระบบนิเวศเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากป่าชายเลนเป็นแนวป้องกันคลื่นโดยธรรมชาติที่สำคัญ แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556) และแหล่งที่อยู่อาศัยของนกหลากหลายสายพันธุ์ (Academic & Vol, 2014) ทั้งยังช่วยการกักเก็บคาร์บอนได้ (Jachowski et al., 2013) และสามารถดักจับตะกอน (Suello et al., 2022) หรือบำบัดน้ำเสียได้ (Wong et al., 1997; ปิยวรรณ สายมโนพันธุ์, 2543)

ป่าชายเลนในจังหวัดภูเก็ตพบได้บริเวณฝั่งตะวันออกของเกาะโดยเป็นส่วนหนึ่งของอ่าวพังงาซึ่งเป็นบริเวณที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุดในประเทศไทย (ชลิตา บัณฑวงศ์, 2557; สถานีวิจัยและอนุรักษ์ป่าชายเลน, 2539) กรมพัฒนาที่ดินได้รายงานไว้ในปีพ.ศ. 2563 ว่าพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดภูเก็ตไว้ 17,062 ไร่ (กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน, 2563) ป่าชายเลนในจังหวัดภูเก็ตถือว่ามีพื้นที่ขนาดเล็กน้อยที่สุดและมีความสมบูรณ์น้อยที่สุดในภาคใต้ฝั่งอันดามันดังนั้นจึงควรได้รับการศึกษาชนิดพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนไว้

การศึกษาชนิดพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนสามารถทำได้หลากหลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการสำรวจภาคสนาม (Sreelekshmi et al., 2020; Waitook et al., 2018; Wium-Andersen & Christensen, 1978; พัชรินทร์ สายพัฒนา & สิทธิ กุหลาบทอง, 2557) และการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (Cao et al., 2021; Koedsin & Vaiphasa, 2013; Muangkasem et al., 2022; Behera et al., 2021; Razali et al., 2019) ที่สามารถสำรวจได้เป็นบริเวณกว้างและสามารถเข้าไปบริเวณที่ไม่สามารถเข้าไปสำรวจได้จากการภาคสนาม รวมถึงประหยัดเวลาในการสำรวจ ลดค่าใช้จ่ายและลดจำนวนบุคลากรได้ (Khamchaloa et al., 2016) ถึงแม้ภาพถ่ายดาวเทียมสามารถศึกษาได้เป็นบริเวณกว้างแต่เมฆถือได้ว่าเป็นอุปสรรคสำคัญของการบันทึกภาพ ดังนั้นอากาศยานไร้คนขับจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่มีความเป็นไปได้ว่าสามารถจำแนกชนิดของป่าชายเลนได้ งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับในการจำแนกชนิดของพันธุ์ไม้ของป่าชายเลน ผลจากข้อมูลที่ได้จากการจำแนกชนิดของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนสามารถนำไปจัดทำฐานข้อมูลเพื่อเป็นประโยชน์แก่หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการ หรือวางแผนสำหรับการฟื้นฟูและการเพิ่มจำนวนพื้นที่ป่าชายเลนอย่างยั่งยืนต่อไป

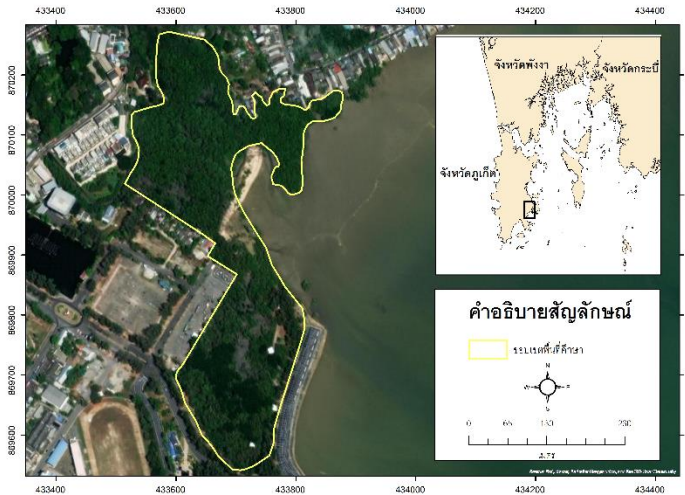
วิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

- 1) อากาศยานไร้คนขับชนิดหลายช่วงคลื่น
- 2) เครื่องระบุค่าพิกัดด้วยสัญญาณดาวเทียม (GPS Handheld)
- 3) แบบบันทึกข้อมูลการสำรวจภาคสนาม
- 4) หนังสือชนิดของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน
- 5) แท็บเล็ต (iPad) สำหรับทำการวางแผนการบิน
- 6) โปรแกรม Pix4D mapper สำหรับการประมวลผลภาพถ่าย
- 7) โปรแกรมสำหรับวางแผนการบินอากาศยานไร้คนขับ DJI GS Pro
- 8) โปรแกรม Python สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในสวนสาธารณะสะพานหิน อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ซึ่งกำกับดูแลโดยกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง จังหวัดภูเก็ต มีเนื้อที่ในส่วนของป่าชายเลนทั้งหมด 114,226 ตารางเมตรหรือคิดเป็น 71.39 ไร่ของพื้นที่โดยพันธุ์ไม้จะมี 4 พันธุ์ไม้ที่โดดเด่นคือต้นแสม ต้นโกงกาง ต้นโพธิ์ทะเล และต้นถั่วขาว



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

ข้อมูลที่ใช้

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบไปด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับโดยเป็นแบบชนิดหลายช่วงคลื่นและข้อมูลจากการสำรวจออกภาคสนาม โดยอากาศยานไร้คนขับใช้ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom 4 Multispectral ซึ่งมีระบบถ่ายภาพแบบหลายช่วงคลื่นได้แก่กล้อง 1) Visible Light 2) Blue 3) Green 4) Red 5) Near-Infrared และ 6) Red Edge โดยมีฟังก์ชันระบุตำแหน่ง RTK ทำให้การระบุตำแหน่งข้อมูลภาพถ่ายมีความแม่นยำ ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับจำนวน 8,010 ภาพ นำมาทำการประมวลผลด้วยวิธีการทาง Photogrammetry โดยโปรแกรม Pix4Dmapper ระบบพิกัดภาพเป็น WGS84/UTM Zone 47 ซึ่งมีขั้นตอนการประมวลผลดังนี้ 1) การจัดเรียงภาพ (Image alignment) และสร้าง Point Cloud 2) การสร้าง Dense Point Cloud ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการประมวลผลคือภาพถ่ายหลายช่วงคลื่นซึ่งใช้สำหรับการคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณต่อไป

สำหรับข้อมูลภาคสนามได้แก่ชนิดและตำแหน่งพิกัดพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนถูกเก็บ ณ วันเดียวกันกับวันที่ถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ ทั้งนี้พันธุ์ไม้ที่เก็บข้อมูลในบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนประกอบต้นแสมขาว ต้นโกงกาง ต้นโพธิ์ทะเล ต้นถั่วขาว และต้นไม้พันธุ์อื่น ๆ นอกจากนี้มีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ใช้ในการจำแนกอีก 3 ชนิดได้แก่ น้ำและดิน สิ่งปลูกสร้าง รวมทั้งเงา จำนวนจุดทั้งหมดที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้คือ 1428 จุด โดยแยกเป็น แสม 829 จุด โกงกาง 89 จุด พืชอื่น ๆ 63 จุด โพธิ์ทะเล 15 จุด ถั่วขาว 8 จุด ดิน 279 จุด น้ำ 89 จุด และเงา 49 จุด ซึ่งข้อมูลบางส่วนถูกดึงออกมาจากการจำแนกด้วยสายตาของภาพถ่ายอากาศไร้คนขับ



ภาพที่ 2 อากาศยานไร้คนขับ DJI รุ่น Phantom 4 Multispectral

ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index)

ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) คือค่าที่บอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิวโดย คำนวณจากการนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนต่อกันโดยมีดัชนีดังนี้

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 ในกรณีที่มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า พืชพรรณมีใบเขียวที่แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของพืช

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \text{สมการที่ 1}$$

โดยที่ RED คือ ค่าสะท้อนในช่วงคลื่นสีแดง
NIR คือ ค่าสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

RENDVI (Red Edge Normalized Vegetation Index) มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 เพื่อวิเคราะห์สภาพการเจริญเติบโตของพืช

$$RENDVI = \frac{RedEdge - Red}{RedEdge + Red} \quad \text{สมการที่ 2}$$

โดยที่ RedEdge คือ ค่าสะท้อนในช่วงคลื่นขอบแดง
RED คือ ค่าสะท้อนในช่วงคลื่นสีแดง

RECI (Red Edge Chlorophyll Index) มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง ∞ สามารถแยกแยะความแตกต่างของน้ำและส่วนที่ไม่ใช่น้ำและสามารถวิเคราะห์สภาพการเจริญเติบโตของพืช

$$RECI = \frac{NIR}{RedEdge} - 1 \quad \text{สมการที่ 3}$$

โดยที่ NIR คือ ค่าสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้
Red Edge คือ ค่าสะท้อนในช่วงคลื่นขอบแดง

OSAVI (Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index) เป็นดัชนีที่ได้รับการดัดแปลงเพื่อแยกส่วนที่เป็นดินและส่วนที่ไม่ใช่ดิน มีค่าตั้งแต่ -0.86 to $+0.86$ ซึ่งสามารถตรวจวัดสภาพการเจริญเติบโตของพืชได้

$$OSAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RedEdge} + 0.16 \quad \text{สมการที่ 4}$$

โดยที่	NIR	คือ ค่าสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้
	RED	คือ ค่าสะท้อนในช่วงคลื่นสีแดง
	Red Edge	คือ ค่าสะท้อนในช่วงคลื่นขอบแดง

การจำแนกชนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

วิธีการ Random Forest (ป่าสุ่ม) เป็นวิธีการที่ใช้สำหรับการจำแนกชนิดของงานวิจัยนี้ ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมสำหรับการจำแนกภาพถ่าย (Behera et al., 2021) โดยมีหลักการการทำงานคือการแบ่งข้อมูลออกเป็นต้นไม้ตัดสินใจหลายๆ ต้น โดยแต่ละต้นจะได้รับคุณลักษณะและข้อมูลที่ไม่เหมือนกันทั้งหมดเพื่อให้ได้ต้นไม้ที่มีความหลากหลายและมีความอิสระต่อกันมากขึ้น และในส่วนขั้นตอนการทำนายข้อมูลนั้นจะกำหนดให้แต่ละต้นไม้ทำนายในต้นของตัวเองและคัดเลือกผลทำนายสุดท้ายจากค่าทำนายที่ได้รับการโหวตมากที่สุด เทคนิคดังกล่าวเรียกว่า “การสุ่มตัวอย่างข้อมูล” (สุภาภรณ์ พัฒนวงศ์ปรการ, 2563) ซึ่งในการจำแนกพันธุ์ไม้ด้วยวิธี Random Forest model จำเป็นต้องทำการปรับพารามิเตอร์ให้มีความเหมาะสมต่อการจำแนกเช่นการเลือกดัชนีพืชพรรณที่เหมาะสมโดยดูจากค่าความถูกต้องโดยรวม ในงานวิจัยครั้งนี้มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นร้อยละ 70 สำหรับใช้เป็นข้อมูลฝึก และร้อยละ 30 สำหรับใช้เป็นข้อมูลทดสอบ โดยข้อมูลจากภาคสนามและภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน

การประเมินความถูกต้อง (Accuracy Assessment)

ความแม่นยำโดยรวม (Overall accuracy) เป็นค่าที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของระบบหรือโมเดลที่ใช้ในงานแบบต่าง ๆ โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ระบบหรือโมเดลทำนายกับผลลัพธ์ที่ถูกต้อง (ground truth) ในข้อมูลทดสอบ (test data) โดยการนับจำนวนที่ทำนายถูกต้องและทำนายผิด แล้วนำมาคำนวณเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดของข้อมูลทดสอบ

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\text{จำนวนที่ทำนายถูกต้อง}}{\text{จำนวนทั้งหมดของข้อมูลทดสอบ}} * 100\% \quad \text{สมการที่ 5}$$

Overall accuracy มีค่าระหว่างร้อยละ 0 ถึง 100 โดยค่าที่มากขึ้นแสดงให้เห็นว่าระบบหรือโมเดลมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าในการทำนายข้อมูลทดสอบ

ความผิดพลาดของข้อมูลที่หายไป (Producer's accuracy) เป็นการประเมินความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการไม่จัดเข้ากลุ่มหรือความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกขาดหายไป ซึ่งเป็นการวัดว่าในชั้นข้อมูลหนึ่งๆตัวสามารถจำแนกสามารถจัดชั้นได้ดีมากน้อยเพียงใด

$$\text{Producer accuracy} = \frac{\text{จำนวนจุดทดสอบที่ถูกจำแนกเป็นประเภทอื่น} * 100}{\text{จำนวนจุดตรวจสอบประเภทนั้นที่ตรงกับความจริงทั้งหมด}} \quad \text{สมการที่ 6}$$

Producer accuracy มีค่าระหว่างร้อยละ 0 ถึง 100 โดยค่าที่มากขึ้นแสดงให้เห็นว่าระบบหรือโมเดลมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าในการทำนายข้อมูลทดสอบ

ความถูกต้องของผู้ใช้ (User's accuracy) เป็นการประเมินค่าคลาดเคลื่อนจากการจัดเข้ากลุ่มหรือความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกเกินมา

$$\text{User accuracy} = \frac{\text{จำนวนจุดรวมที่ถูกต้องของการจำแนกในแต่ละประเภท} * 100}{\text{จำนวนจุดตรวจสอบประเภทนั้นที่ตรงกับความจริงทั้งหมด}} \quad \text{สมการที่ 7}$$

User accuracy มีค่าระหว่างร้อยละ 0 ถึง 100 โดยค่าที่มากขึ้นแสดงให้เห็นว่าระบบหรือโมเดลมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าในการทำนายข้อมูลทดสอบ

ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) เป็นหนึ่งในค่าทางสถิติที่ใช้ในการวัดความสัมพันธ์หรือความลักษณะของความสมมาตรระหว่างการทำนายของระบบหรือโมเดลกับผลลัพธ์ที่ถูกต้อง (ground truth) ในการจำแนกหรือการทำนายข้อมูล โดยเฉพาะในงานที่มีการจำแนกหลายชนิด

$$\text{Kappa} = \frac{P0 - Pe}{1 - Pe} \quad \text{สมการที่ 8}$$

โดยที่ P0 คือ ความสัมพันธ์จริง ซึ่งคือส่วนของการทำนายที่ถูกต้องของระบบหรือโมเดล
Pe คือ ความสัมพันธ์ที่คาดหวังโดยความสัมพันธ์ที่เกิดจากโอกาส (ความสัมพันธ์แบบสุ่ม)

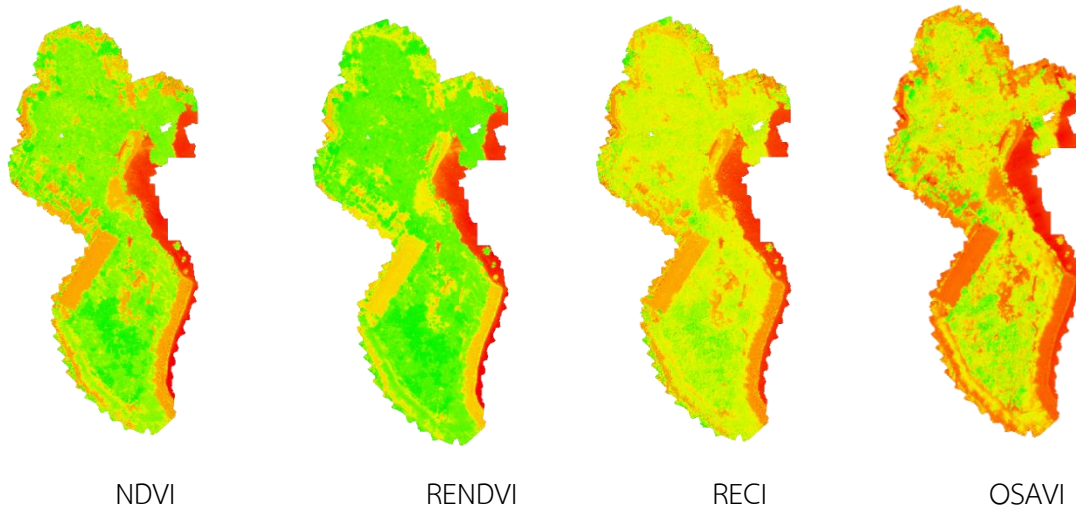
ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 โดยค่าที่ใกล้ 1 จะแสดงถึงความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างการทำนายและความเป็นจริง

การจำแนกชนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในครั้งนี้อาศัยภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับจำนวน 5 ช่วงคลื่น และดัชนีพืชพรรณ 4 ชนิด ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลการจำแนกที่ดีที่สุดผู้จัดทำดำเนินการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มที่ใช้ดัชนีพืชพรรณอย่างเดียว และกลุ่มที่ใช้ดัชนีพืชพรรณกับภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับทั้ง 5 ช่วงคลื่น โดยกรณีใดที่ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมมากที่สุดกรณีนั้นจะเป็นวิธีการที่นำไปจัดทำแผนการจำแนกชนิดพันธุ์ของป่าชายเลนต่อไป

ผลการวิจัย

ดัชนีพืชพรรณ

จากการคำนวณดัชนีพืชพรรณสำหรับการจำแนกพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนทั้ง 4 ดัชนีพบว่า ค่าดัชนี NDVI มีค่าอยู่ระหว่าง - 0.874 ถึง 0.974 ค่าดัชนี RENDVI มีค่าอยู่ระหว่าง -0.940 ถึง 0.967 ค่าดัชนี RECI มีค่าอยู่ระหว่าง -0.937 ถึง 18.108 ค่าดัชนีค่าอยู่ระหว่าง OSAVI -0.820 ถึง 0.680



ภาพที่ 3 ดัชนีพืชพรรณ

การเทียบประสิทธิภาพการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ตารางที่ 1 แสดงกรณีศึกษาสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลน ในแต่ละกรณีเป็นข้อมูลนำเข้าสู่ตัวจำแนก นั่นคือ Random Forest model จากการศึกษาพบว่า การจำแนกจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนด้วยดัชนี RECI และ RENDVI ร่วมกับภาพช่วงคลื่นต่าง ๆ (กรณี 6) ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมมากที่สุด (0.925) ส่วนการจำแนกด้วยดัชนี OSAVI และ RECI (กรณี 4) ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมน้อยที่สุด (0.846)

ตารางที่ 1 การทดสอบความถูกต้องของการจำแนกด้วย Random Forest model

Case	Vegetation Index		Accuracy (VI*)	Accuracy (VI+B**)
1	NDVI	OSAVI	0.892	0.916
2	NDVI	RECI	0.869	0.923
3	NDVI	RENDVI	0.867	0.923
4	OSAVI	RECI	0.846	0.916

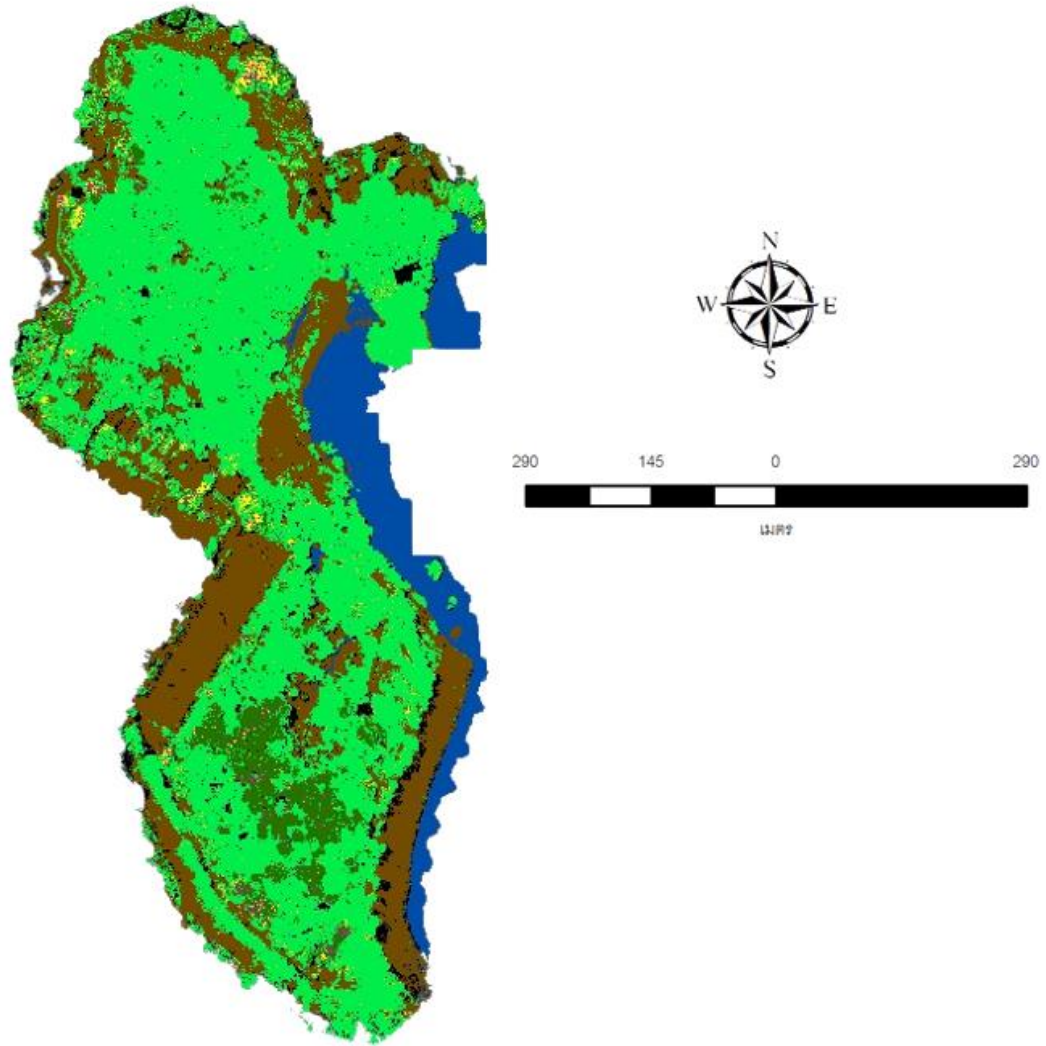
Case	Vegetation Index				Accuracy (VI*)	Accuracy (VI+B**)
5	OSAVI	RENDVI			0.888	0.913
6	RECI	RENDVI			0.876	0.925
7	NDVI	OSAVI	RENDVI		0.892	0.911
8	OSAVI	RECI	RENDVI		0.911	0.911
9	NDVI	OSAVI	RECI	RENDVI	0.906	0.925

VI* = Vegetation Index

B** = Band ประกอบด้วย ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (Blue) สีเขียว (Green) สีแดง (Red) สีขอบแดง (Red-Edge) และอินฟราเรดใกล้ (NIR)

แผนที่ชนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ผลการจำแนกพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนสวนสาธารณะสะพานหินด้วยวิธีการ Random Forest ได้แสดงในรูปที่ 4 และการตรวจสอบความถูกต้องแสดงดังตารางที่ 3 โดยมีค่าความถูกต้องร้อยละ 92.25 และค่าสถิติแคปปาอยู่ที่ 0.87 จากรูปที่ 5 ทำให้ทราบว่าเสมชามีพื้นที่มากที่สุดในป่าชายเลน



ภาพที่ 4 แผนที่ชนิดพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนโดยที่ Ac คือต้นแสมขาว Ri คือต้นโกงกาง Tp คือต้นโพธิ์ทะเล Bc คือต้นถั่วขาว Un คือต้นไม้พันธุ์อื่น ๆ W คือ น้ำและดิน M คือสิ่งปลูกสร้าง Sh คือเงา

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความถูกต้องโดยรวม ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา จากโมเดลของดัชนี RECI และ RENDVI
ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม

	Ac	Ri	Un	Tp	Rc	M	W	Sh	ผลรวม	User*
Ac	247	0	1	0	0	0	0	1	249	0.99
Ri	3	20	1	0	0	0	0	0	24	0.83
Un	15	2	1	0	0	0	0	0	18	0.05
Tp	1	3	0	1	0	0	0	0	5	0.2
Rc	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0.0
M	0	0	0	0	0	87	0	0	87	1.0
W	0	0	0	0	0	1	22	0	23	0.95
Sh	0	0	0	0	0	1	0	19	20	0.95
ผลรวม	267	26	3	1	0	89	22	20	428	

Produce** 0.99 0.76 0.33 1.0 0.0 0.97 1.0 0.95

Overall Accuracy = 0.92

Kappa coefficient = 0.87

User* = User Accuracy

Produce** = Producer Accuracy

โดยที่ Ac คือต้นแสมขาว Ri คือต้นโกงกาง Tp คือต้นโพธิ์ทะเล Rc คือต้นถั่วขาว Un คือต้นไม้พันธุ์อื่น ๆ W คือน้ำและดิน M คือสิ่งปลูกสร้าง Sh คือเงา

วิจารณ์ผล

ผลการจำแนกระดับพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในครั้งนี้ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ 92.54 ซึ่งเป็นค่าความถูกต้องที่สูงของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยมีค่าความถูกต้องที่มากกว่าร้อยละ 80 (Behera et al., 2021 ; กฤษญาณ อินทร์ตัน และ คณะ 2562) แต่ยังมีบางจุดที่ผิดพลาดเนื่องจากโกงกางใบใหญ่และใบเล็กมีค่าสะท้อนที่ใกล้เคียงกันมากเลยทำให้ต้องรวมพืชทั้ง 2 เป็นชนิดเดียวกันรวมถึงพืชบางชนิดไม่สามารถที่จะจำแนกออกได้โดยเฉพาะต้นสนที่จะถูกรวมไปกับต้นแสมขาวบางส่วน ทั้งนี้โดยรวมพบว่าการใช้อากาศยานไร้คนขับชนิดหลายช่วงคลื่นจะให้ค่าความถูกต้องที่สูงซึ่งสอดคล้องกับ (Jiang et al., 2021) เนื่องจากภาพมีความละเอียดสูงในระดับเซนติเมตรซึ่งสามารถรับค่าสะท้อนจากพันธุ์ไม้ในแต่ละชนิดได้ดีกว่า

สรุปผล

การศึกษาจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนด้วยอากาศยานไร้คนขับโดยใช้ดัชนีพืชพรรณทั้ง 4 ดัชนีได้แก่ NDVI RENDVI RECI และ OSAVI และใช้ Random Forest model เป็นวิธีการในการจำแนกพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน พบว่าการจำแนกชนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลนด้วยดัชนีพืชพรรณ RECI และ RENDVI ร่วมกับภาพถ่ายจากช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (Blue) สีเขียว (Green) สีแดง (Red) สีขอบแดง (Red-Edge) และอินฟราเรดใกล้ (NIR) ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมมากที่สุดโดยอยู่ที่ร้อยละ 92.54 และค่าสถิติแคปปาอยู่ที่ 0.87 ซึ่งถือว่าเป็นค่าความถูกต้องที่สูงและยอมรับได้ชี้ให้เห็นว่าอากาศยานไร้คนขับได้มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลนซึ่งสามารถนำไปจัดการฟื้นฟูหาชนิดพันธุ์ที่เหมาะสมรวมถึงใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อให้อยู่มั่นคงควบคู่ไปกับการเจริญเติบโตของพื้นที่ เศรษฐกิจ และมนุษย์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร. วีรพันธ์ สงสม ที่ปรึกษาโครงการในครั้งนี้และขอบคุณทางสาขาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสิ่งแวดล้อม สำหรับเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานเช่น อากาศยานไร้คนขับ เครื่อง GPS และคอมพิวเตอร์ความเร็วสูงสำหรับประมวลผล รวมทั้งอาจารย์สาขาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศท่านอื่นที่ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางการดำเนินงาน รวมถึงเพื่อนในรุ่นและน้องสาขาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่แนะนำและให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามทำให้งานวิจัยในครั้งนี้ประสบผลสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2013). คู่มือความรู้เรื่องป่าชายเลน.(พิมพ์ครั้งที่ 5). กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, บริษัทพลอยมีเดีย จำกัด.มิถุนายน 2556
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, & กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2018). กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง https://km.dmcg.go.th/c_11
- กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน. (2020). สรุปประเภทการใช้ที่ดิน จังหวัดภูเก็ต ปี พ.ศ. 2563. http://www1.ldd.go.th/web_OLP/Lu_63/Lu63_S/PKT2563.html
- ชลิตา บัณฑุงศ์. (2557). ชุมชนชายฝั่งอ่าวพังงากับชีวิตทางเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลง.วารสารสังคมวิทยามนุษยวิทยา, 33
- ปิยวรรณ สายมโนพันธ์. (2543). ความสามารถของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ *Rhizophora mucronata* Lamk. และแสมทะเล *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนในดินป่าชายเลนที่มีโครงสร้างต่างกัน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มณฑล สุริยาประสิทธิ์. (2562). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ในการผลิตแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีสและแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ในพื้นที่บริเวณวงรอบของเขตพัฒนาที่ดิน ตำบลน้ำพุ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี. 21(1), 1–9. <http://journal.umsurabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- พัชรินทร์ สายพัฒนา.,สิทธิ กุหลาบทอง. (2557). การสำรวจความหลากหลายชนิดของพรรณไม้ป่าชายเลน ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติ กองทัพบกบางปู จังหวัดสมุทรปราการ. *Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University*, 1(1), 1–12.
- แสงจันทร์ วายทุกข์.,นภวรรณ ฐานะกาญจน์.,ลดาวัลย์ พวงจิตร.(2561). ความหลากหลายและโครงสร้างของสังคมพืชป่าชายเลนของชุมชนตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 10(2), 307–323.
- Academic, S., & Vol, R. (2014). Local Wisdom of Sumut Prakan Province. 15(1), 60–71.
- Barik, J., Mukhopadhyay, A., Ghosh, T., & Mukhopadhyay, S. K. (2018). Mangrove species distribution and water salinity : an indicator species approach to Sundarban. *Journal of Coastal Conservation*, 22(2), 361–268. <https://doi.org/10.1007/s11852-017-0584-7>
- Behera, M. D., Barnwal, S., Paramanik, S., Das, P., Bhattayacharya, B. K., Jagadish, B., Roy, P. S., Ghosh, S. M., & Behera, S. K. (2021). Species-level classification and mapping of a mangrove forest using random forest—utilisation of aviris-ng and sentinel data. *Remote Sensing*, 13(11).

<https://doi.org/10.3390/rs13112027>

Cao, J., Liu, K., Zhuo, L., Liu, L., Zhu, Y., & Peng, L. (2021). Combining UAV-based hyperspectral and LiDAR data for mangrove species classification using the rotation forest algorithm. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 102.

<https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102414>

Combining UAV-based hyperspectral and LiDAR data for mangrove species classification using the rotation forest algorithm Cao, J., Liu, K., Zhuo, L., Liu, L., Zhu, Y., & Peng, L. (2021). Combining UAV-based hyperspectral and LiDAR data for mangrove species classification using the rotation forest algorithm. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102414>

Fu, B., Zuo, P., Liu, M., Lan, G., He, H., Lao, Z., Zhang, Y., Fan, D., & Gao, E. (2022). Classifying vegetation communities karst wetland synergistic use of image fusion and object-based machine learning algorithm with Jilin-1 and UAV multispectral images. *Ecological Indicators*, 140(May), 108989. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108989>

Jachowski, N. R. A., Quak, M. S. Y., Friess, D. A., Duangnamon, D., Webb, E. L., & Ziegler, A. D. (2013). Mangrove biomass estimation in Southwest Thailand using machine learning. In *Applied Geography* (Issue 45). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.09.024>

Jiang, Y., Zhang, L., Yan, M., Qi, J., Fu, T., Fan, S., & Chen, B. (2021). High-resolution mangrove forests classification with machine learning using worldview and uav hyperspectral data. *Remote Sensing*, 13(8), 1–21. <https://doi.org/10.3390/rs13081529>

Khamchaloa, B., Jirasatjanukul, K., Prattanaruk, C., & Nilsook, P. (2016). Application of Remote sensing technology for the practice in the Phetchaburi ,The Sci of Phetchaburi Rajabhat University 2016.13(1):63-71

Koedsin, W., & Vaiphasa, C. (2013). Discrimination of tropical mangroves at the species level with EO-1 hyperion data. *Remote Sensing*, 5(7), 3562–3582. <https://doi.org/10.3390/rs5073562>

Intarat, K., & Sillapararat, S. (2019). Tropical Mangrove Species Classification Using Random Forest Algorithm and Very High-Resolution Satellite Imagery. *Burapha Science Journal*, 24 742–753.

Suello, R. H., Hernandez, S. L., Bouillon, S., Belliard, J. P., Dominguez-Granda, L., Van De Broek, M., Rosado Moncayo, A. M., Veliz, J. R., Ramirez, K. P., Govers, G., & Temmerman, S. (2022).

Mangrove sediment organic carbon storage and sources in relation to forest age and position along a deltaic salinity gradient. *Biogeosciences*, 19(5), 1571–1585. <https://doi.org/10.5194/bg-19-1571-2022>

Razali, S. M., Nuruddin, A. A., & Lion, M. (2019). Mangrove vegetation health assessment based on remote sensing indices for Tanjung Piai, Malay peninsular. *Journal of Landscape Ecology*(Czech Republic), 12(2), 26–40. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2019-0008>

- Sreelekshmi, S., Nandan, S. B., Kaimal, S. V., Radhakrishnan, C. K., & Suresh, V. R. (2020). Mangrove species diversity, stand structure and zonation pattern in relation to environmental factors — A case study at Sundarban delta, east coast of India. *Regional Studies in Marine Science*, 35, 101111. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101111>
- Wium-Andersen, S., & Christensen, B. (1978). Seasonal growth of mangrove trees in southern Thailand. II. Phenology of *Bruguiera cylindrica*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera littorea* and *Avicennia marina*. *Aquatic Botany*, 5, 383–390.
- Wong, Y. S., Tam, N. F. Y., & Lan, C. Y. (1997). Mangrove wetlands as wastewater treatment facility: A field trial. *Hydrobiologia*, 352(1–3), 49–59. https://doi.org/10.1007/978-94-011-5234-1_6

การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่-เวลาของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง Spatial-Temporal changes of the urban heat island

ปวาริต จารึก^{1*} และวีรนนท์ สงสม¹

Pawarit Jaruk^{1*} and Veeranun Songsom¹

¹สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

¹Major Environmental Geoinformatics Technology, Faculty of Technology and Environment, Prince of Songkhla University, Phuket Campus

*Corresponding author E-mail: s6330213005@phuket.psu.ac.th, veeranun.s@phuket.psu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามฤดูกาล และประเมินแนวโน้มปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในช่วงปี พ.ศ. 2563 ถึง 2565 โดยใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) (MOD11A2) ผลการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามฤดูกาล พบว่าบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองเกือบทุกช่วงเดือน และเกิดขึ้นในทุกปี โดยเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง ตามฤดูกาลพบว่าช่วงเดือนที่ความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงอยู่ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม ส่วนความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองต่ำสุดอยู่ที่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ทั้งนี้แนวโน้มของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองพบว่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยนี้ช่วยให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์เชิงพื้นที่-เวลาของเกาะความร้อนเมืองได้ดีขึ้น โดยให้ข้อมูลที่มีคุณค่าสำหรับการวางผังเมืองอย่างยั่งยืนและเตรียมการหรือแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในอนาคต

คำสำคัญ : ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง ดาวเทียม Terra MODIS กรุงเทพมหานคร

Abstract

This research aims to assess the urban heat island (UHI) phenomenon based on seasonal variations between the years 2020 and 2022, utilizing Terra satellite's MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) products. The study reveals that the UHI phenomenon occurs almost every month in the Bangkok Metropolitan and surrounding areas, particularly prominently during the period from November to February. Furthermore, the seasonality of the UHI phenomenon indicates that the peak intensity is observed from June to October, while the lowest intensity occurs from March to May. The annual data shows an increasing trend in UHI. The insights gained from this research contribute valuable information for sustainable urban planning, providing a comprehensive understanding of the spatiotemporal dynamics of the UHI phenomenon. This knowledge is essential for establishing resilient urban development strategies and addressing potential challenges arising from the escalating prevalence of urban heat island effects in the future.

Keywords : Urban Heat Island, MODIS, Terra, Bangkok

บทนำ

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง คือ ปรากฏการณ์ที่พื้นที่บริเวณเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบ โดยมีสาเหตุสำคัญส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ (Iamtrakul et al., 2014) ทั้งนี้การมีอาคารก่อสร้างจำนวนมากทำให้เกิดการคายความร้อนทั้งจากวัสดุก่อสร้างและเครื่องปรับอากาศ (Sancharoen et al., 2019; ธนกฤต, 2545; วันเพ็ญ & นิกร, 2557) จนทำให้เกิดการสะสมของพลังงานความร้อนตามอาคารกลายเป็นเกาะความร้อนเมืองในบริเวณโดยรอบ (Iamtrakul et al., 2014)

จากการศึกษาของ Yang et al. (2016) พบว่าปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งภูมิอากาศและอุทกวิทยาในเมือง คุณสมบัติของดิน การย้ายที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตบางชนิด วัฏจักรของสาร สภาพแวดล้อมในชั้นบรรยากาศ นอกจากนี้ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองที่เกิดจากการขยายตัวของเมืองอย่างไม่มีแบบแผน รวมถึงความสูงและขนาดของอาคารที่เข้ามาแทนที่พื้นที่สีเขียวในเมืองส่งผลให้ลมประจำปีไม่สามารถพัดพาอากาศเสียในเมืองที่เกิดจากฝุ่นและมลพิษในอากาศออกไปจากเมืองได้ (Iamtrakul et al., 2014) จนเกิดเป็นกลุ่มของหมอกควันปกคลุมอยู่เหนือเมืองทำให้สารก่อมลพิษในอากาศเพิ่มขึ้น (ธนกฤต, 2545) ดังนั้นปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยในเมือง (Heaviside et al., 2017; I. C, Enete, 2014)

ถึงแม้ว่าการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในประเทศไทยมีหลายงานวิจัย (Arifwidodo & Tanaka, 2015; Pan et al., 2023; Yomsatiankul et al., 2018) แต่การศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่-เวลาของปรากฏการณ์เกาะความร้อนยังมีน้อย โดยพบการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์เกาะความร้อนรายปี (Ongsomwang et al., 2018; Pan et al., 2023) ส่วนการเปลี่ยนปรากฏการณ์เกาะความร้อนรายเดือนพบที่จังหวัดเชียงใหม่เท่านั้น (Songsom et al., 2020) กรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่จังหวัดหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง (Iamtrakul et al., 2014; Keeratikasikorn & Bonafoni, 2018) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่-เวลาของปรากฏการณ์เกาะความร้อนแบบรายเดือนเพื่อเป็นแนวทางในการลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้

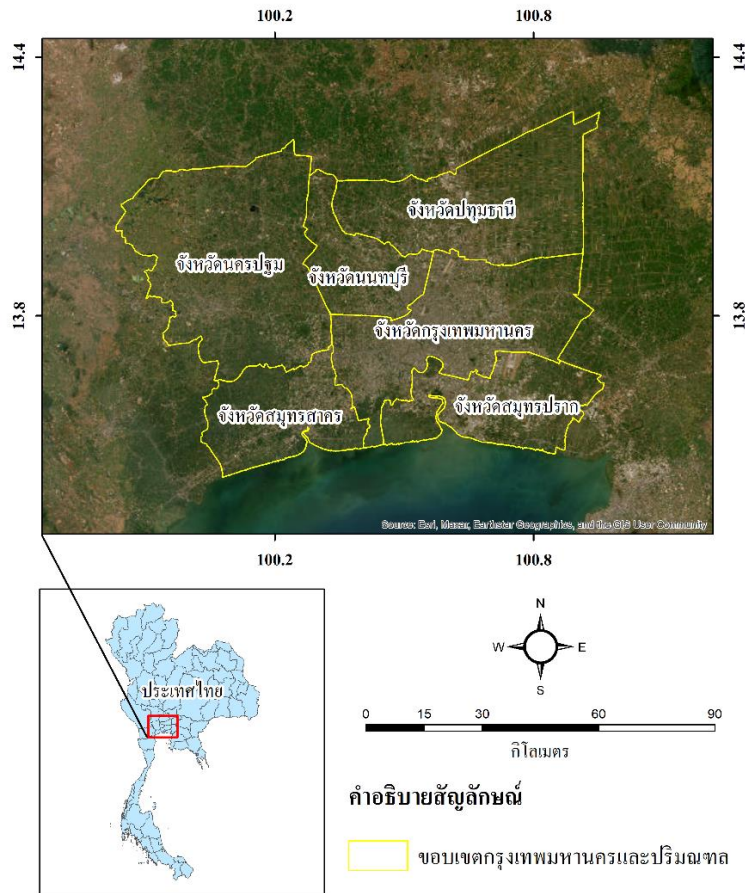
วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อประเมินปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามฤดูกาลระหว่างปี พ.ศ. 2563 – 2565
- 2) เพื่อประเมินแนวโน้มปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองระหว่างปี พ.ศ. 2563 – 2565

วิธีการดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งกรุงเทพมหานครตั้งอยู่ในบริเวณภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย บริเวณละติจูดที่ 13.45 องศาเหนือ ลองจิจูด 100.28 องศาตะวันออก โดยเป็นเมืองหลวงของประเทศ มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1,568.7 ตารางกิโลเมตร มีจังหวัดใกล้เคียง 5 จังหวัดประกอบด้วย จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดสมุทรปราการ



รูปที่ 1 แผนที่พื้นที่ศึกษา

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1) โปรแกรมประมวลผลข้อมูลด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 2) โปรแกรมประมวลผลข้อมูลด้วยภาษา Python

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

- 1) อุณหภูมิพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A2
- 2) ขอบเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร
- 3) ข้อมูลผลิตภัณฑ์การใช้ประโยชน์ที่ดินจากดาวเทียม Sentinel-2

วิธีการดำเนินงาน

ในการศึกษานี้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การจำแนกพื้นที่เมืองและสร้างตัวแทนพื้นที่ที่รอบข้างจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2) การศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง และ 3) การวิเคราะห์แนวโน้มของปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) การจัดทำพื้นที่เมืองและพื้นที่ที่รอบข้าง

ข้อมูลผลิตภัณฑ์การใช้ประโยชน์ที่ดินจากดาวเทียม Sentinel-2

(<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=d3da5dd386d140cf93fc9ecbf8da5e31>) ถูกนำมาใช้
สำหรับการนิยามพื้นที่เมืองและพื้นที่รอบข้างของพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่รอบข้างสร้างจากแนวกันชนออกจากพื้นที่
เมือง 3 กิโลเมตร (Keeratikasikorn & Bonafoni, 2018)

2) การเตรียมข้อมูลดาวเทียม

ในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองใช้ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียม
Terra ระบบ MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 ถึงปี พ.ศ.2565 ในขั้นแรกทำการปรับแก้ค่า
อุณหภูมิพื้นผิวให้อยู่ในหน่วยองศาเซลเซียส ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวราย 8 วันถูกแปลงเป็นข้อมูลรายเดือนด้วย
ค่าเฉลี่ย

3) การศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง

ค่าความเข้มข้นปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง (Urban Heat Island Intensity: UHII) สามารถ
คำนวณโดยใช้ค่าผลต่างของอุณหภูมิพื้นผิวและอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในพื้นที่รอบข้าง ดังสมการ (1)

$$UHII_i = LST_i - LST_{rural} \quad \text{สมการที่ 1}$$

โดยที่ $UHII_i$ คือ ค่าความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง ณ ตำแหน่งจุดภาพที่ i

LST_i คือ อุณหภูมิพื้นผิว ณ ตำแหน่งจุดภาพที่ i

LST_{rural} คือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของพื้นที่รอบข้าง

4) การวิเคราะห์แนวโน้มปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

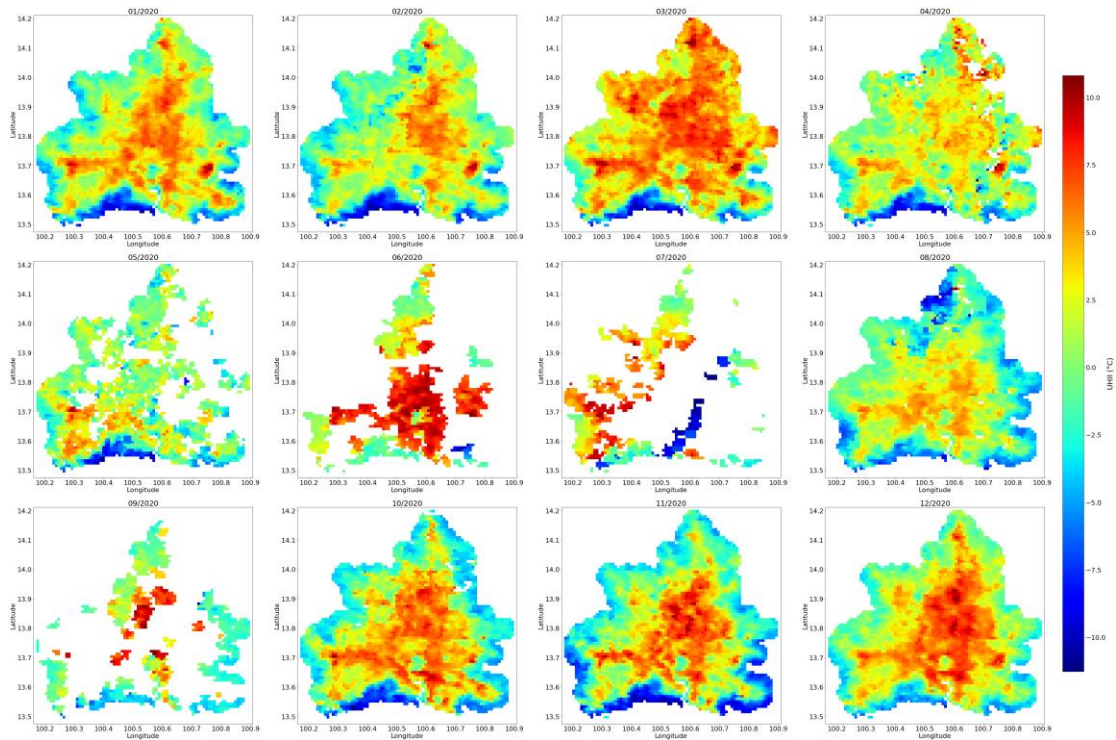
จากข้อมูลปรากฏการณ์เกาะความร้อนรายเดือนของแต่ละปีทำการคำนวณค่าเฉลี่ยราย
เดือนของแต่ละเดือนโดยค่าเฉลี่ยเพื่อใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามฤดูกาล และ
คำนวณค่ารายปีโดยการคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อศึกษาแนวโน้มปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง ทั้งนี้ทำการเลือก
พื้นที่ภายในพื้นที่ศึกษามา 3 บริเวณ สำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้แก่ 1)
บริเวณสนามบินดอนเมือง สถานีกรุงเทพอภิวัฒน์ 2) บริเวณโรงพยาบาลศิริราช วงเวียนใหญ่ ท่าพระ เขต
โบราณสถานฝั่งพระนคร และ 3) บริเวณห้างซีคอนสแควร์ ตลาดรถไฟ โดยแต่ละบริเวณใช้ค่าเฉลี่ยจากพื้นที่ขนาด
20 ตารางกิโลเมตร

ผลการวิจัย

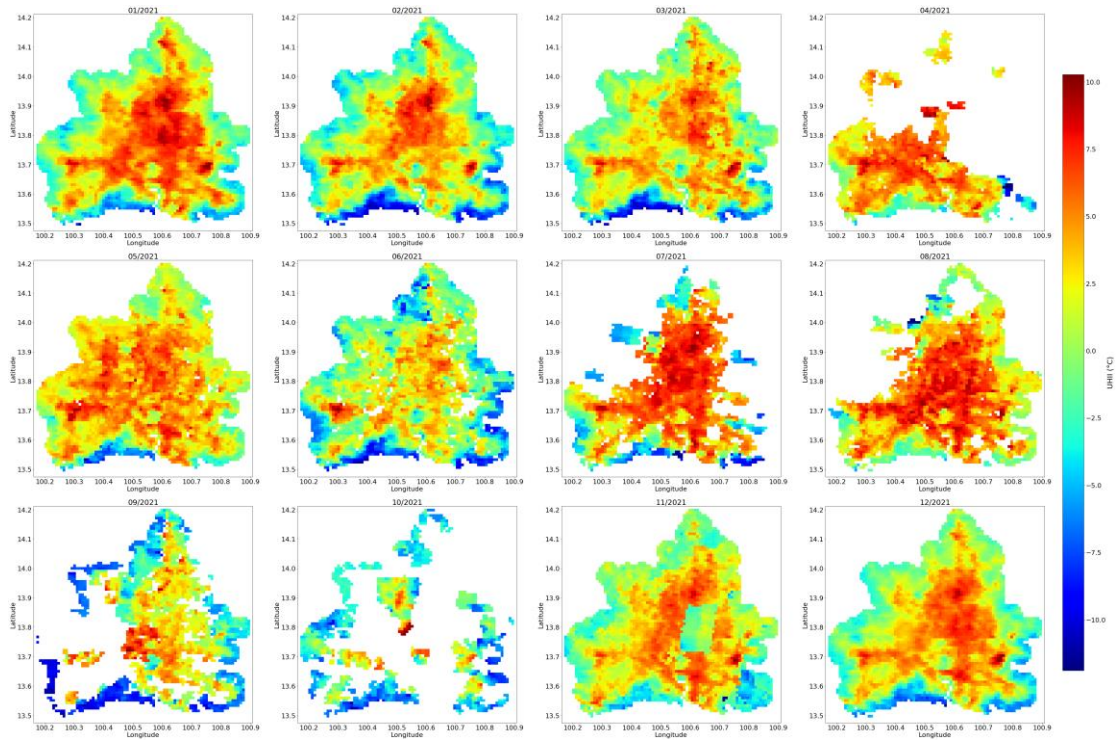
1. การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่-เวลาของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

รูปที่ 2 - 4 แสดงการกระจายเชิงพื้นที่ของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามฤดูกาลตั้งแต่เดือน
มกราคม - ธันวาคม ปีพ.ศ. 2563 2564 และ 2565 ตามลำดับ ซึ่งวิเคราะห์จากข้อมูลพื้นผิวด้วยภาพถ่าย
ดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 แถบสีแดงคือบริเวณที่มีความเข้มข้นมากที่สุดไล่ระดับลงไป
จนถึงแถบสีฟ้าที่มีความเข้มข้นน้อย พื้นที่ที่ไม่มีแถบสีคือบริเวณที่มีเมฆปกคลุมมาก จากแผนที่แสดงให้เห็นได้ว่า
บริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองอย่างเห็นได้ชัดในเกือบทุกช่วงเดือน
และเกิดขึ้นในทุกปี โดยเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงเดือนที่ปรากฏการณ์เกาะ
ความร้อนเมืองที่เกิดขึ้นในเขตเมืองมีความแตกต่างจากพื้นที่รอบนอกอย่างเห็นได้ชัด

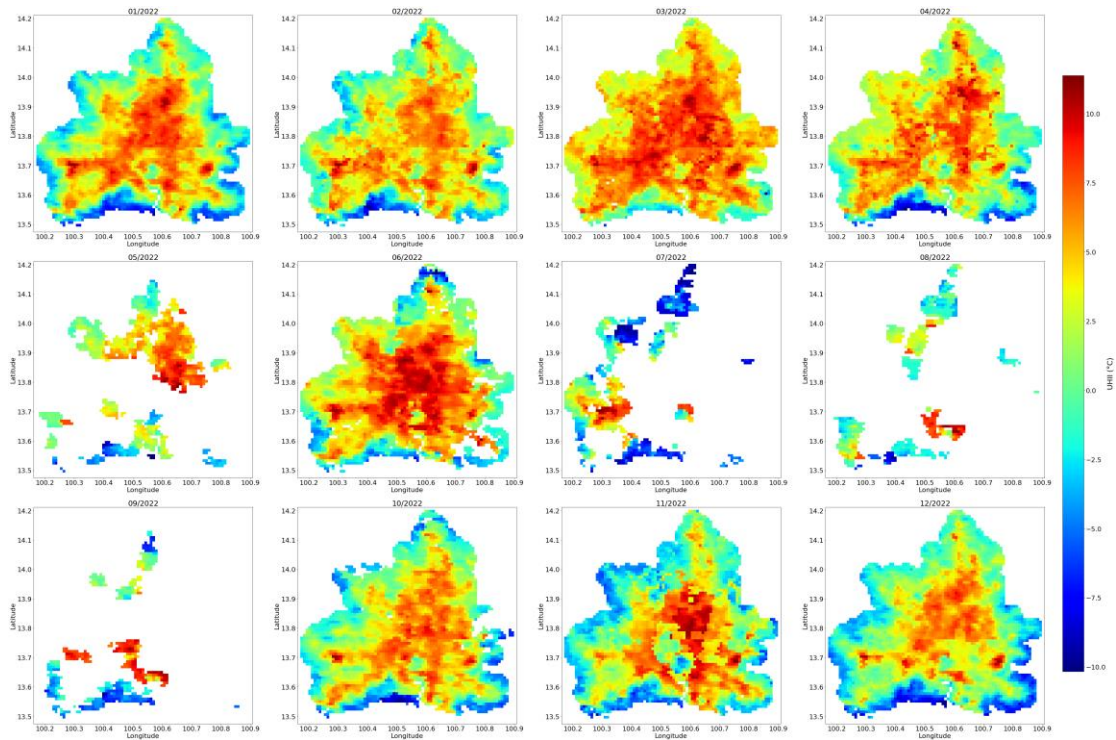
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



รูปที่ 2 แผนที่ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามฤดูกาลในปีพ.ศ. 2563 ตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม



รูปที่ 3 แผนที่ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามฤดูกาลในปีพ.ศ. 2564 ตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม

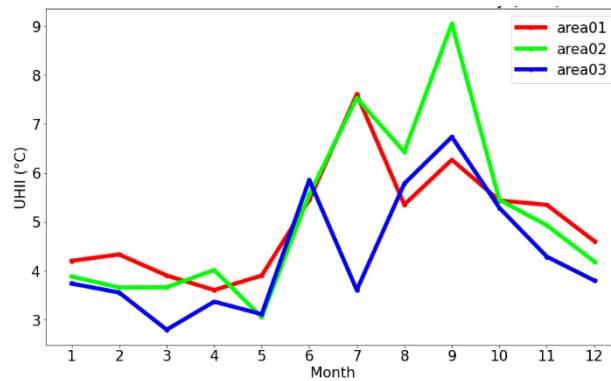


รูปที่ 4 แผนที่ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามฤดูกาลในปี.ศ. 2565 ตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม

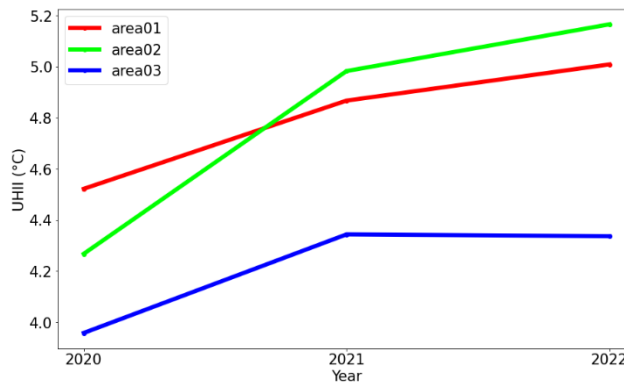
2. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

แนวโน้มฤดูกาลการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองใน 3 พื้นที่ ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 5 โดยพบว่า ช่วงเดือนที่ความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงอยู่ในเดือน มิถุนายนถึงเดือนตุลาคม โดยที่พื้นที่ที่ 2 และพื้นที่ 3 มีค่าความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง สูงสุดอยู่ที่เดือนกันยายน ขณะที่พื้นที่ที่ 1 มีความสูงที่สุดอยู่ที่เดือนกรกฎาคม ส่วนค่าความเข้มข้นของ ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองต่ำสุดของพื้นที่ 1 2 และ 3 อยู่ที่เดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน ตามลำดับ

สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรายปีนั้นพบว่าพื้นที่ที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มสูงขึ้น ขณะที่พื้นที่ 3 มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงสองปีแรกแต่คงที่ในปีที่ 3 และเมื่อพิจารณาค่าความเข้มข้นของของปรากฏการณ์เกาะ ความร้อนเมืองพบว่าพื้นที่ที่ 2 มีค่าสูงในช่วงสองปีหลัง ในขณะที่พื้นที่ที่ 3 มีค่าค่าความเข้มข้นของของ ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองต่ำสุด



ก) รายเดือน



ข) รายปี

รูปที่ 5 แนวโน้มค่าความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองโดยที่ area01 คือบริเวณสนามบินดอนเมือง สถานีกรุงเทพอภิวัฒน์ area02 คือ บริเวณโรงพยาบาลศิริราช วงเวียนใหญ่ ท่าพระ เขตโบราณสถานฝั่งพระนคร และ area03 คือ บริเวณห้างซีคอนสแควร์ ตลาดรถไฟ

วิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาพบว่ากรุงเทพมหานครเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในทุกช่วงเดือนโดยเกิดสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Hou et al., 2023) ที่ระบุว่าปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองขึ้นในช่วงฤดูฝนของทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศจีน และ Songsom et al., (2020) ยังระบุว่าจังหวัดเชียงใหม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม การศึกษาแนวโน้มของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในช่วงปี พ.ศ. 2563 – 2565 พบว่ากรุงเทพมหานครเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงขึ้นในทุกช่วงปีโดยอาจเกิดจากการขยายตัวของเมืองทั้งการสร้างรถไฟฟ้า ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น (Keeratikasikorn & Bonafoni, 2018)

สรุปผล

การศึกษาของการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่-เวลาของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อประเมินปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามฤดูกาล และประเมินแนวโน้มปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในช่วงปี พ.ศ. 2563 ถึง 2565 ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมระบบ MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 พบว่าบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองอย่างเห็นได้ชัดในเกือบทุกช่วงเดือนและเกิดขึ้นในทุกปี ความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงอยู่ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม

และแนวโน้มปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองมีค่าสูงขึ้นทุกปี งานวิจัยนี้จึงช่วยให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์เชิงพื้นที่-เวลาของเกาะความร้อนเมืองบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลได้ดีขึ้น ซึ่งมีประโยชน์สำหรับการวางผังเมืองอย่างยั่งยืนและเตรียมการหรือแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่-เวลาของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองเป็นโครงการวิจัยระดับปริญญาตรีโดยมี ผศ.ดร.วีรพันธ์ สงสม อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำแนวทางการศึกษา เสนอแนะแนวคิด และปรับปรุงแก้ไขในด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลา และขอกราบขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยอบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ การศึกษาที่มีคุณค่าอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งเป็นพื้นฐานความรู้มาโดยตลอดระยะเวลาการศึกษาแก่ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- ธนกฤต เทียนมณี. (2545). ปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสภาพทางกายภาพของเมือง. SILPAKORN UNIVERSITY.
- วันเพ็ญ เจริญปิติกุล., & นิกร มหาวัน. (2557). Temporal and Spatial Dimensions of Urban Heat Island in Chiang Mai. Arch Journal Issue, 19, 162–172
- Arifwidodo, S. D., & Tanaka, T. (2015). The Characteristics of Urban Heat Island in Bangkok, Thailand. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 195, 423–428.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.484>
- Heaviside, C., Macintyre, H., & Vardoulakis, S. (2017). The Urban Heat Island: Implications for Health in a Changing Environment. Current Environmental Health Reports, 4(3), 296–305.
<https://doi.org/10.1007/s40572-017-0150-3>
- Hou, H., Su, H., Yao, C., & Wang, Z. H. (2023). Spatiotemporal patterns of the impact of surface roughness and morphology on urban heat island. Sustainable Cities and Society, 92, 104513. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104513>
- I. C, Enete. (2014). Assessment of Health Related Impacts of Urban Heat Island (UHI) in Douala Metropolis, Cameroon. International Journal of Environmental Protection and Policy, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.11648/j.ijepp.20140201.15>
- Iamtrakul, P., Nusook, T., & Ubolchay, P. (2014). Impact of Urban Heat Island on Daily Life of People in Bangkok Metropolitan Region (BMR). Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS), 11(2), 53–72. <https://doi.org/10.56261/jars.v11i2.30383>
- Keeratikasikorn, C., & Bonafoni, S. (2018). Urban heat island analysis over the land use zoning plan of Bangkok by means of Landsat 8 imagery. Remote Sensing, 10(3), 1–13.
<https://doi.org/10.3390/rs10030440>

- Ongsomwang, S., Dasananda, S., & Prasomsup, W. (2018). Spatio-temporal urban heat island phenomena assessment using landsat imagery: A case study of Bangkok metropolitan and its Vicinity, Thailand. *Environment and Natural Resources Journal*, 16(2), 29–44. <https://doi.org/10.14456/ennrj.2018.13>
- Pan, L., Lu, L., Fu, P., Nitivattananon, V., Guo, H., & Li, Q. (2023). Understanding spatiotemporal evolution of the surface urban heat island in the Bangkok metropolitan region from 2000 to 2020 using enhanced land surface temperature. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 14(1). <https://doi.org/10.1080/19475705.2023.2174904>
- Sanecharoen, W., Nakhapakorn, K., Mutchimwong, A., Jirakajohnkool, S., & Onchang, R. (2019). Assessment of urban heat island patterns in bangkok metropolitan area using time-series of LANDSAT thermal infrared data. *Environment and Natural Resources Journal*, 17(4), 87–102. <https://doi.org/10.32526/ennrj.17.4.2019.34>
- Songsom, V., Suteerasak, T., & Sanwang, P. (2020). The Relationship between Urban Heat Island and Tourism at Chiangmai City, Thailand Based on Remote Sensing. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 30(4), 678–688. <https://doi.org/10.14416/j.kmutnb.2020.06.007>
- Yomsatiankul, J., labchoon, S., & Varnakovida, P. (2018). Study on Bangkok its Urban Heat Island effect and the Relationship with Electricity Consumption using Geoinformatics. *International Journal of ...*, 35–46.

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการจัดการขยะ
ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

Green House Gas Emissions from Solid Waste Management in
Thammasat University Rangsit Campus

เบญจพาณี ชัยพันนา¹ และวนิดา ชูอักษร^{1*}

Benchaphanee Chaipanna¹ and Wanida Chooaksorn^{1*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

¹Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Khlong Luang District, Pathum Thani Province 12120

*Corresponding author E-mail: cwanida@tu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ในปี พ.ศ.2565 ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามแนวทางของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) และองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (TGO) ผลการศึกษาพบว่า มีปริมาณขยะขึ้น 1,890,305 กิโลกรัมต่อปี พบขยะจำพวกเศษอาหารมากที่สุด ร้อยละ 41.9 รองลงมาคือพลาสติก ร้อยละ 27.8 และที่พบน้อยที่สุดคือยางและหนัง ร้อยละ 0.35 กระบวนการจัดการขยะ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 63,134.33 kgCO₂e/ปี หรือ 39.95 tCO₂e/ตันขยะ/ปี โดยกระบวนการขนส่งขยะไปยังโรงคัดแยกขยะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 36,710.67 kgCO₂e /ปี หรือ 19.42 tCO₂e/ตันขยะ/ปี

คำสำคัญ : ขยะ, ก๊าซเรือนกระจก, องค์ประกอบขยะ, กระบวนการจัดการขยะ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

Abstract

The objectives of this research were to study greenhouse gas emission from solid waste management of Thammasat University Rangsit Campus. The study was conducted using data of 2022 by greenhouse gas emission coefficients equivalent to carbon dioxide. According to Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and Thailand Greenhouse Gas Management Organization (TGO) guidelines. The result showed that the total amount of solid waste 1,890,305 Kilogram/year. The majority of solid waste consists of food waste 41.9 %, plastic waste 27.8 %, while rubber and leather are the least at 3%. The amount of greenhouse gas emission coefficients equivalent to carbon dioxide from the solid waste management was 63,134.33 kgCO₂e/year or 39.95 tCO₂e/ton of solid waste/year. The transportation process to the solid waste separation station was the highest greenhouse gas emission, which was 36,710.67 kgCO₂e /year or 19.42 tCO₂e/ton of solid waste/year.

Keywords : Solid Waste, Greenhouse Gas, Solid Waste Composition, Solid Waste Management,

Thammasat University Rangsit Campus

บทนำ

ปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสำคัญในปัจจุบัน ได้แก่ ปัญหาภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีสาเหตุมาจากก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยมากขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ได้แก่ การผลิตทั้งอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม การใช้พลังงาน การจัดการของเสีย เป็นต้น ในภาคการจัดการของเสีย ก่อให้ก๊าซเรือนกระจกถึงร้อยละ 3-4 ของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั้งหมด (Bert Metz et al, 2007) ภาคการจัดการของเสียประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 11.83 MtCO₂e หรือคิดเป็นร้อยละ 3.71 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2561) โดยในกระบวนการจัดการขยะ ได้แก่ กระบวนการรวบรวม การขนถ่าย การกำจัด หรือแม้กระทั่งการคัดแยกเพื่อเอาไปใช้ประโยชน์ มีการใช้เครื่องจักร รถบรรทุก รถตัก รถบดอัด เครื่องบดย่อย ก่อให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การย่อยสลาย ซึ่งทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซมีเทน (CH₄) เป็นต้น ซึ่งมีเทนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพที่ทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential; GWP) มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 25 เท่า (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2559; ปวีณา พาณิชยพิเชฐ, 2560) ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) และส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น หรือที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global Warming) (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2563)

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีจำนวนนักศึกษามากเป็นอันดับที่ 7 ของประเทศไทย (วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ, 2563) มีพื้นที่ทั้งหมด 1,769 ไร่ มีนักศึกษาและบุคลากรรวมกันทั้งสิ้น 37,913 คน (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2564) นอกจากนี้ยังมีการบริการทางด้านสาธารณสุข ซึ่งมีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมาก โดยกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยก่อให้เกิดขยะจำนวนมาก หากมีการลดปริมาณการเกิดขยะ และมีการจัดการขยะที่เหมาะสมจะสามารถช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากกระบวนการจัดการขยะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อหาแนวทางและวิธีการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาข้อมูลหรือกิจกรรมการจัดการขยะ

การศึกษาข้อมูลการจัดการขยะดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กองงานศูนย์รังสิต และสำนักงานทรัพย์สินและกีฬา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) การจัดเก็บรวบรวม

การจัดเก็บรวบรวมขยะโดยรวบรวมปริมาณขยะบริเวณแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ได้แก่ อาคารเรียน อาคารสำนักงาน สนามกีฬา โรงอาหาร หอพัก โรงพยาบาล รวมทั้งอาคารต่างๆ ทุกอาคารภายในมหาวิทยาลัย โดยการเก็บตัวอย่าง และสุ่มตัวอย่างแบบสี่ (Quartering) เพื่อคำนวณปริมาณน้ำหนักของขยะที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ เศษอาหาร กระดาษ ไม้ ผ้า ผ้าอ้อมสำเร็จรูป ยางและหนัง

(2) การศึกษาปริมาณการเกิดขยะ

การศึกษาปริมาณขยะโดยรวบรวมข้อมูลการบันทึกปริมาณน้ำหนักของขยะที่เก็บขนด้วยรถเก็บขนขยะในแต่ละวัน ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ.2564 – มีนาคม พ.ศ.2565 จากการชั่งน้ำหนักของขยะที่บรรทุกในรถเก็บขนขยะและนำไปหักค่าน้ำหนักของรถเก็บขนออก

(3) การขนส่งขยะ

การศึกษารายละเอียดการขนส่งขยะ ได้แก่ เส้นทาง จำนวนรถ ขนาดของรถ ประเภทของ ภาระการบรรทุกของรถ ความถี่ในการเก็บขน และปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถเก็บขนขยะ

(3) การคัดแยกขยะ

การคัดแยกขยะโดยรวบรวมปริมาณขยะที่นำมาคัดแยก รวมทั้งปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพื่อคัดแยกขยะ

(4) การกำจัดขยะ

การกำจัดขยะ ดำเนินการโดยขนส่งขยะนำไปกำจัดด้วยกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) โดยรวบรวมปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่ง

2. การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะเป็นการนำข้อมูลของกระบวนการจัดการขยะตั้งแต่การเก็บรวบรวมขยะจากต้นทางไปจนถึงปลายทางในการกำจัด ได้แก่ การรวบรวมขยะเพื่อรอการเก็บขน ซึ่งเกิดการย่อยสลายขยะอินทรีย์ โดยการหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Decomposition) และการหมักแบบใช้อากาศ (Aerobic Decomposition) เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และก๊าซมีเทน (CH₄) การขนส่งขยะโดยการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งทำให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) การคัดแยกขยะ ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้า ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการกำจัดขยะโดยการฝังกลบขยะเกิดการย่อยสลายขยะอินทรีย์แต่ละชนิดโดยการหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Decomposition) และการหมักแบบใช้อากาศ (Aerobic Decomposition) เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทน การกำจัดขยะโดยใช้รถฝังกลบมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งทำให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นำมาคำนวณให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emissions Factors) ซึ่งมีหน่วยเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยข้อมูล (CO₂e/หน่วยข้อมูล) ตามแนวทางของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (The Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC, 2006) และองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (Thailand Greenhouse gas management organization (Public Organization); TGO) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2562) และฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตของวัสดุพื้นฐาน และพลังงานของประเทศ (Thai National Life Cycle Inventory Database, 2018) ดังสมการที่ (1)

$$\text{Greenhouse Gas Emission (GHG Emission)} = \text{Activity} \times \text{EF} \quad (1)$$

โดยที่ GHG Emission = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม
(กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

Activity = กิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (หน่วย)

EF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรม
(กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วย)

ดังนั้นปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ดำเนินการโดยนำค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรวบรวมขยะ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงขนส่งขยะ การใช้ไฟฟ้าจากการคัดแยกขยะ และจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงขนส่งขยะไปทำเชื้อเพลิง มารวมกัน ดังสมการที่ (2)

$$\text{GHG Emission}_{\text{SUM}} = [\text{GHG Emission}_{\text{C}} + \text{GHG Emission}_{\text{TS}} + \text{GHG Emission}_{\text{E}} + \text{GHG Emission}_{\text{TD}}] \quad (2)$$

โดยที่

$\text{GHG Emission}_{\text{SUM}}$ = การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการจัดการขยะทั้งหมด
(กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$\text{GHG Emission}_{\text{C}}$ = การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรวบรวมขยะ
(กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$\text{GHG Emission}_{\text{TS}}$ = การปลดปล่อยเรือนกระจกจากปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงขนส่ง
ขยะไปคัดแยก (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

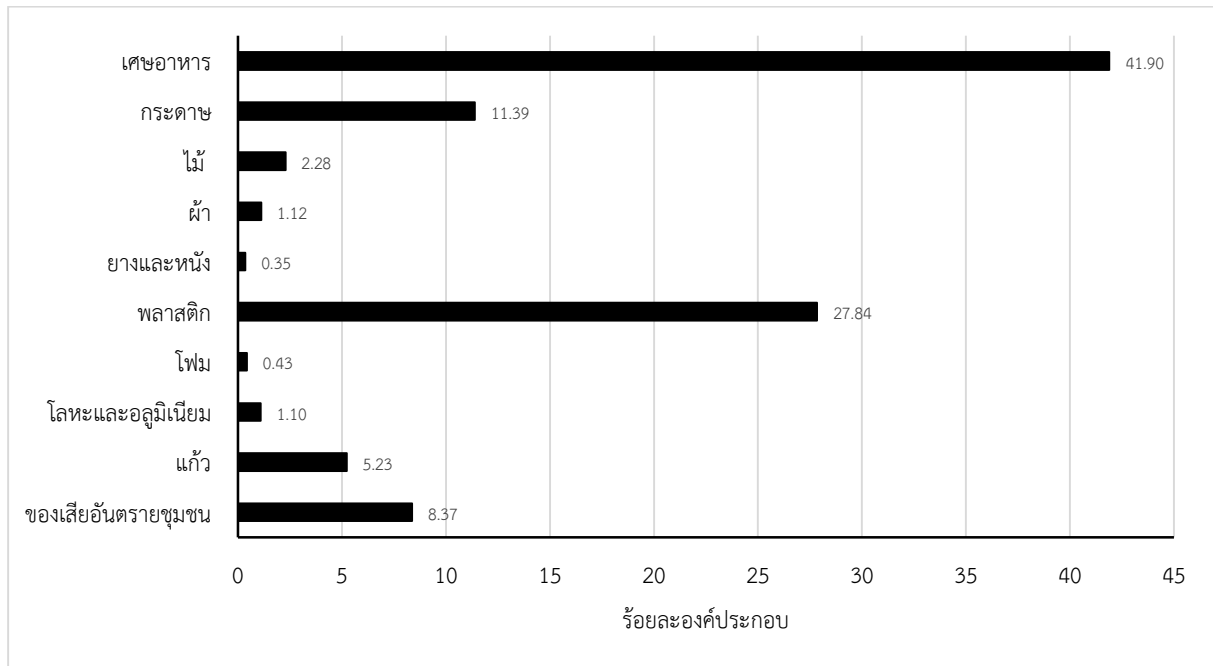
$\text{GHG Emission}_{\text{E}}$ = การปลดปล่อยเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าคัดแยกขยะ
(กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$\text{GHG Emission}_{\text{TD}}$ = การปลดปล่อยเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงขนส่ง
ขยะไปกำจัด (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

ผลการวิจัย

1. ปริมาณและองค์ประกอบขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

การจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิดไปใช้ประโยชน์บางส่วน ได้แก่ กระดาษ กระจก ก้อนน้ำ ขวดพลาสติก เศษไม้กิ่งไม้จากสวน และเศษอาหาร โดยขยะที่เกิดขึ้นหลังจากคัดแยกที่แหล่งกำเนิดมีปริมาณ 1,890.3 ตัน/ปี แตกต่างจากการศึกษาของสุจิตรา เสมอจิตต์ (2558) มีปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2557 ปริมาณ 35,162 ตัน/ปี โดยมีปริมาณลดลง เนื่องจากวิธีการ และขอบเขตการศึกษามีความแตกต่างกัน โดยจากการศึกษาขยะที่เกิดขึ้นประกอบด้วยขยะอินทรีย์ ขยะรีไซเคิล ขยะทั่วไป และขยะอันตราย ร้อยละ 41.90 45.55 3.82 8.73 ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนองค์ประกอบขยะ ประเภทเศษอาหาร มากที่สุด 792 ตันต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 41.90 รองลงมาคือ พลาสติก กระจก ของเสียอันตราย แก้ว ไม้ ผ้า โลหะและอลูมิเนียม โฟม ยางและหนัง 526 215 158 99 43 ตันต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 27.84 11.39 8.37 5.23 2.28 1.12 1.10 0.43 และ 0.35 ตามลำดับ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ร้อยละองค์ประกอบขยะภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

2. ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะ

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งสิ้น 63,134.33 kgCO_{2e} /ปี หรือ 39.95 tCO_{2e} /ตันขยะ/ปี มีรายละเอียดดังนี้ (ตารางที่ 1)

2.1 กระบวนการจัดเก็บรวบรวมขยะ

กระบวนการจัดเก็บรวบรวมขยะในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขยะอินทรีย์ที่เกิดกระบวนการย่อยสลาย ซึ่งมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น 15,418.2 kgCO_{2e} ต่อปี หรือ 14.30 tCO_{2e} ต่อตันขยะต่อปี

2.2 กระบวนการขนส่งขยะไปยังโรงคัดแยกขยะ

กระบวนการขนส่งขยะภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ไปยังโรงคัดแยกขยะ พบว่าใช้ระยะทางรวมทั้งสิ้น 57,688.9 กิโลเมตรต่อปี มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทดีเซล ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 36,710.67 kgCO_{2e} ต่อปี หรือ 19.42 tCO_{2e} ต่อตันขยะต่อปี

2.3 กระบวนการคัดแยกขยะ ณ โรงคัดแยกขยะ

การคัดแยกขยะจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการคัดแยก ซึ่งพบว่า มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 10,086.53 kgCO_{2e} ต่อปี หรือ 5.34 tCO_{2e} ต่อตันขยะต่อปี

2.4 กระบวนการขนส่งไปยังสถานที่กำจัดขยะ

ปริมาณขยะทั้งหมดที่เหลือจากการคัดแยกจะถูกส่งต่อให้เทศบาลเมืองท่าโขลง อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี นำไปกำจัดด้วยกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ขนส่งโดยรถบรรทุก 6 ล้อ มีระยะทางไปกลับ 53 กิโลเมตรต่อวัน มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 918.9 kgCO_{2e} ต่อปี หรือ 0.85 tCO_{2e} ต่อตันขยะต่อปี

**ตารางที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกระบวนการจัดการขยะภายใน
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต**

กระบวนการจัดการขยะ	ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
	kgCO ₂ e/ปี	tCO ₂ e/ตันขยะ/ปี
1. การจัดเก็บรวบรวมขยะ	15,418.24	14.30
2. การขนส่งขยะไปยังโรงคัดแยกขยะ	36,710.67	19.42
3. การคัดแยกขยะ	10,086.53	21.24
4. การขนส่งไปยังสถานที่กำจัด	918.89	0.89
รวม	63,134.33	39.95

จากตารางที่ 2 พบว่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากแต่ละกระบวนการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งสิ้น 63,134.33 kgCO₂e ต่อปี หรือ 39.95 tCO₂e ต่อตันขยะต่อปี โดยแบ่งเป็นการขนส่งขยะไปยังโรงคัดแยกขยะโดยรถกระบะบรรทุกขยะ 4 ล้อ มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดถึง 36,096.9 kgCO₂e ต่อปี หรือ 19.42 tCO₂e ต่อตันขยะต่อปี เมื่อพิจารณาพบว่ากระบวนการขนส่งขยะ ไปยังโรงคัดแยกขยะ มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด

วิจารณ์ผล

ปริมาณและองค์ประกอบขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีแนวโน้มใกล้เคียงกับมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) (อรชร ฉิมจารย์ และคณะ, 2559) และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรักษ์ (อุษา สาสุข และคณะ, 2559) มีเศษอาหารมากที่สุดร้อยละ 41.57 และ 31.66 ตามลำดับ แต่แตกต่างจากพื้นที่มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายาที่พบขยะพลาสติกมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 53 (อัจฉรา อัครจุ กุลชัย และคณะ, 2554) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการขยะในพื้นที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีการคัดแยกขยะจำพวกพลาสติกบางส่วนโดยตรงที่แหล่งกำเนิดขยะ ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากแต่ละกระบวนการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต สอดคล้องกับการศึกษาของธนพร กองสัมฤทธิ์ (2563) ที่พบว่ากระบวนการขนส่งขยะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1,329,925 kgCO₂e ต่อปี มากที่สุดถึงจากกระบวนการจัดการขยะชุมชนของเทศบาลนครปากเกร็ด เนื่องจากมีระยะในการเก็บขนไกล ทำให้มีการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงสูง ส่งผลให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงมีการวิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมในการลดก๊าซเรือนกระจก โดยส่งเสริมให้เกิดศูนย์เรียนรู้การจัดการมูลฝอยต้นทาง และการคัดแยกขยะต้นทางเพื่อนำไปแปรรูปและใช้ประโยชน์ จากการนำขยะอินทรีย์มาทำปุ๋ยหมัก นำมาทำน้ำหมักจุลินทรีย์นำมาผลิตก๊าซ ก็จะสามารถช่วยลดปริมาณขยะทั่วไปที่ต้องส่งไปกำจัดได้รวมทั้งยังสามารถช่วยลดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง (อรชร ฉิมจารย์ และคณะ, 2559)

สรุปผล

ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีปริมาณขยะเกิดขึ้นต่อปี 1,890,305 กิโลกรัม หรือ 1,890.3 ตัน คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 5,178.9 กิโลกรัมต่อวัน หรือ 157,525.4 กิโลกรัมต่อเดือน โดยสัดส่วนองค์ประกอบขยะส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยเศษอาหารร้อยละ 41.9 รองลงมาคือพลาสติกร้อยละ 27.8 และที่พบน้อยที่สุดคือยางและหนัง ร้อยละ 0.4 สัดส่วนองค์ประกอบของขยะขึ้นอยู่กับขึ้นอยู่กับรูปแบบการดำเนินชีวิตในแต่ละวันและการอุปโภคบริโภคที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จากกระบวนการจัดการขยะภายใน

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต พบว่า มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งสิ้น 63,134.33 kgCO₂e ต่อปี หรือ 39.95 tCO₂e ต่อต้นชยะต่อปี โดยกระบวนการขนส่งชยะไปยังโรงคัดแยกชยะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 36,710.67 kgCO₂e ต่อปี หรือ 19.42 tCO₂e ต่อต้นชยะต่อปีมากที่สุดจากทุกกระบวนการ ควรมีแนวทางในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยนำองค์ประกอบชยะมูลฝอยมาพิจารณาการใช้ประโยชน์เนื่องจากมีสัดส่วนของเศษอาหารมากที่สุด จึงควรไปใช้ในเพื่อเป็นอาหารสัตว์ และการทำปุ๋ยหมักใช้ภายในมหาวิทยาลัยเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดปริมาณชยะที่ต้องส่งไปกำจัดได้

เอกสารอ้างอิง

- ธนพร กองสัมฤทธิ์ และจีมา ศรีลัมพ์. 2564. การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการของเสียชุมชนของเทศบาลนครปากเกร็ด. น. 1106-1115. ใน: ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 59 วันที่ 10-12 มีนาคม 2564. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- ปวีณา พาณิชนพิเชฐ. 2560. การลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย. สำนักวิเคราะห์และติดตามประเมินผลองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2564. จำนวนบุคลากร และจำนวนคณาจารย์. แหล่งข้อมูล <https://tu.ac.th/person> ค้นเมื่อ 26 มกราคม 2564.
- วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ. 2563. 10 มหาวิทยาลัยที่มี "จำนวนนักศึกษา" มากที่สุดในประเทศไทย 2563. แหล่งข้อมูล <https://cim.ssru.ac.th/news/view/j64> ค้นเมื่อ 3 มกราคม 2564.
- สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2563. สถานบริการสาธารณสุขกับการประเมิน Carbon Footprint. แหล่งข้อมูล http://env.anamai.moph.go.th/ewt_dl_link.php?nid=1338 ค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2564.
- สุจิตรา เสมอจิตต์. 2558. แนวทางการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ภายใต้พระราชบัญญัติ การให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ปทุมธานี.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2559. การลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย. แหล่งข้อมูล http://conference.tgo.or.th/download/tgo_or_th/Article/2017/Waste_GHG.pdf ค้นเมื่อ 26 มกราคม 2564.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2561. คู่มือการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับโครงการภาคพลังงานและของเสีย.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2562. ค่า Emission Factor โดยแบ่งตามประเภทกลุ่มอุตสาหกรรม. แหล่งข้อมูล <http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpIVmpkSE5mWlcxcGMzTnBiMjQ9> ค้นเมื่อ 26 มกราคม 2564.
- อรชร ฉิมจารย์ วิฑิตมา นันใจคำ และสุขสมาน สัจโยคะ. 2559. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. Rajabhat Journal of Sciences, Humanities and Social Sciences 17(2): 230-242.

- อัจฉรา อัครจุฑิกุลชัย พิมลพรรณ หาญศึก และเพียงใจ พิระเกียรติขจร. 2554. แนวทางการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม 7(1): 17-29.
- อุษา สาสุข วรรณพงษ์ อยู่เนาคและอาร์ท วรรณโวหาร. 2559. การวางแผนการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์. โครงการนวัตกรรม ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. นครนายก.
- Bert Metz, Ogunlade Davidson, Peter Bosch, Rutu Dave, and Leo Meyer. 2007. Climate change 2007: Mitigation of Climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. New York, USA.
- Thai National Life Cycle Inventory Database. 2018. Life cycle database for sustainable development. Available: <https://www.nstda-tiis.or.th/our-rd-activities/lci-database>. Accessed Jan. 26, 2021.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC. 2006. IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 5: Waste.

การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกล้วยไม้หญาจิมพันควาย
ด้วยเครื่องหมายไอเอสเอสอาร์

Genetic diversity analysis of *Arundina graminifolia* (D. Don) Hochr.
using ISSR makers

นิธิพร เชื้อต้อย¹ เกรือวัลย์ พิพัฒน์สวัสดิกุล² และพัทธมน แสงอินทร์^{1*}

Nithiporn Chuatu¹, Kruewan Pipatsawasdikul² and Pattamon Sangin^{1*}

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

²สวนรุกขชาติไม้เมืองหนาว อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ 50240

¹Department of biology, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

²Mai Muang Nao Arboretum, Amphoe Hod, Chiang Mai, 50240

*Corresponding author E-mail: pattamons@nu.ac.th

บทคัดย่อ

กล้วยไม้หญาจิมพันควายเป็นกล้วยไม้ที่มีความสวยงามชนิดหนึ่ง นิยมนำมาปลูกเป็นไม้ประดับ และมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรคหลายชนิด ทำให้ปริมาณกล้วยไม้หญาจิมพันควายในธรรมชาติลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกล้วยไม้หญาจิมพันควายจำนวน 81 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล Inter-Simple Sequence Repeats (ISSR) จากการทดสอบไพรเมอร์ 39 ไพรเมอร์ พบว่า 4 ไพรเมอร์ ได้แก่ ISSR 807 ISSR 868 UBC 887 และ UBC 834 พบแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 83 แถบ ให้แถบที่แตกต่างกัน 64 แถบ (77.10%) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) โดยคำนวณค่าดัชนีความเหมือน (Similarity index) ด้วยวิธี Jaccard's coefficient มีค่าดัชนีความเหมือนอยู่ระหว่าง 0.2 - 1 สามารถจำแนกกล้วยไม้หญาจิมพันควายได้ 7 กลุ่ม ดังนั้นในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมจึงมีประโยชน์อย่างมากสำหรับคัดเลือกสายพันธุ์ การอนุรักษ์ที่ยั่งยืน รวมไปถึงประโยชน์ด้านอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : กล้วยไม้, ไอเอสเอสอาร์, ความหลากหลายทางพันธุกรรม

Abstract

Arundina graminifolia (D. Don) Hochr., commonly known as the bamboo orchid, is a beautiful species of orchid that is often cultivated as an ornamental plant. It also has several medicinal properties that make it useful for treating many diseases. These conditions have caused *A. graminifolia*'s natural population to significantly decrease. Therefore, this study aims to investigate the genetic diversity of 81 samples of *A. graminifolia* using Inter-simple sequence repeats (ISSR) markers. The results showed that 4 out of 39 primers (ISSR 807, ISSR 868, UBC 887 and UBC 834) provided 83 bands and 64 (77.10%) of those bands revealed polymorphism. An unweighted pair-group method of the arithmetic averages (UPGMA) was used to analyze the genetic relationships and the similarity index were calculated using the Jaccard's coefficient. The similarity indexes ranged from 0.2 to 1 and were clustered into seven groups. Therefore, this

genetic diversity study has great potential for breeding line selection, long-term conservation effort, and various other applications.

Keywords : Orchid, ISSR, Genetic diversity

บทนำ

กล้วยไม้กล้วยไม้จิมฟันควาย จัดอยู่ในวงศ์ย่อย Epidendroideae ฝ่่า Arethuseae ฝ่่าย่อย Arundinae สกุล *Arundina* มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน และเขตหนาวของทวีปเอเชีย มีชื่อสามัญว่า bamboo orchid เนื่องจากมีลักษณะการเจริญเติบโตของต้นคล้ายกับต้นไผ่ (Holttum, 1969) รูปทรงของดอกกล้วยไม้กล้วยไม้จิมฟันควายคล้ายกับกล้วยไม้ในสกุล *Cattleya* แต่มีขนาดเล็กกว่า และมีสีอันสวยงาม โดยสีของดอกมีความแตกต่างในแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีความหลากหลายตั้งแต่สีขาวไปจนถึงสีม่วงเข้ม (Kamemoto and Sagarik, 1975) ในประเทศไทยพบกล้วยไม้กล้วยไม้จิมฟันควาย 1 ชนิด *Arundina graminifolia* (D.Don) Hochr. มีการกระจายพันธุ์ในหลายพื้นที่ โดยสามารถพบได้ทั่วไปเกือบทุกภูมิภาคของประเทศที่ระดับความสูงตั้งแต่ 0-1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเล ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกตามภาษาท้องถิ่นในแต่ละแหล่งที่พบแตกต่างกัน อาทิเช่น แคมดอกขาว แคมเหลือง ม้วนตักหงาย ฮ้วนตักหงาย หัวตักหงาย กล้วยไม้แฉ่ง ยี่โถปิ้ง ฮ่องใบไผ่ กล้วยไม้แฉ่ง น้ำทราย (เต็ม สมิตินันท์, 2544) เนื่องจากกล้วยไม้กล้วยไม้จิมฟันควายพบได้ง่าย ดอกมีสีอันที่สวยงามและสามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปี ปัจจุบันนิยมนำมาใช้เป็นไม้ดอกไม้ประดับ นอกจากนี้ยังพบสารในกลุ่ม Stilbenoids (Auberon et al., 2016) จัดเป็นสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิกที่พืชสร้างขึ้นหลังจากได้รับการกระตุ้นจากการเข้าทำลายของเชื้อก่อโรคในพืช สารในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพและมีคุณสมบัติเป็นยา ซึ่งสารนี้ยังพบในองุ่น มีฤทธิ์ทำให้หลอดเลือดขยายตัว ลดความเสี่ยงของเส้นเลือดอุดตัน อย่างไรก็ตามกล้วยไม้กล้วยไม้จิมฟันควายที่ขึ้นในแต่ละพื้นที่นั้น อาจจะมีองค์ประกอบทางเคมีและสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป แต่การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกล้วยไม้กล้วยไม้จิมฟันควายยังคงค่อนข้างน้อย

เครื่องหมายโมเลกุล Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) และ Expressed Sequence Tags- Simple Sequence Repeats (EST-SSR) สามารถใช้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมในพืชหลายชนิด เนื่องจากไมโครแซทเทลไลท์ (Microsatellite) หรือ Simple Sequence Repeat (SSR) เป็นบริเวณที่มีลำดับดีเอ็นเอเรียงตัวกันซ้ำ ๆ กระจายอยู่ทั่วไปในจีโนมของยูคาริโอต (Eukaryote) โดยชุดซ้ำหนึ่งหน่วยประกอบไปด้วยลำดับดีเอ็นเอ 1-6 คู่เบส ความผันแปรของไมโครแซทเทลไลท์เกิดจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนซ้ำ (Weising et al., 1998) ซึ่งเครื่องหมายโมเลกุล ISSR เป็นเทคนิคที่ไม่จำเป็นต้องทราบลำดับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตที่จะศึกษา จึงไม่มีข้อจำกัดในการใช้งาน ทำได้ง่าย และรวดเร็ว โดยไพรเมอร์อยู่บริเวณดีเอ็นเอที่เป็นชุดซ้ำหรือไมโครแซทเทลไลท์ทำให้แยกความแตกต่างระดับสายพันธุ์ได้ เครื่องหมายโมเลกุล ISSR ใช้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและวิวัฒนาการของกล้วยไม้หลายสกุลเช่น *Piperia* (George et al. 2009) *Cymbidium* (Sharma et al. 2013) *Calanthe* (Qian et al. 2013) และ *Vanda* (Manners et al. 2013) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้เครื่องหมาย ISSR เพื่อวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกล้วยไม้กล้วยไม้จิมฟันควายในประเทศไทย เพื่อใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ และการอนุรักษ์พันธุกรรม หรือเป็นประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

วิธีการดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

เก็บตัวอย่างใบกล้วยไม้หญาจิมฟันควายจากแหล่งต่าง ๆ ของประเทศไทย 14 พื้นที่ (แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ น่าน ตาก เพชรบูรณ์ พิษณุโลก อุตรธานี บึงกาฬ เลย ชัยภูมิ ระนอง พังงา ตรัง และนราธิวาส) จำนวน 81 ตัวอย่าง และเอื้องดินใบหมาก เป็น outgroup

การสกัดดีเอ็นเอ

สกัดดีเอ็นเอจากใบกล้วยไม้หญาจิมฟันควาย ที่ถูกเก็บจากแต่ละจังหวัดทั่วประเทศทั้งหมด 81 ตัวอย่าง และเอื้องดินใบหมาก 1 ตัวอย่าง ด้วยวิธี CTAB ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Agrawal et al. (2006) ตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสในเจลอะกาโรส 0.8 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาวัดการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 260 กับ 280 นาโนเมตร (A260/A280) และเก็บดีเอ็นเอไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

การคัดเลือกไพรเมอร์ ISSR

เพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส ด้วยไพรเมอร์ ISSR 39 ไพรเมอร์ประกอบด้วย PCR buffer ความเข้มข้น 1X, MgCl₂ ความเข้มข้น 3-3.5 mM, dNTP ความเข้มข้น 0.2 mM, ไพรเมอร์ 1 pmol, Taq DNA Polymerase ความเข้มข้น 1.25 U/μL และดีเอ็นเอต้นแบบความเข้มข้น 100 ng/μL ในสถานะ Pre-denature อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที จำนวน 1 รอบ Denature อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที Annealing อุณหภูมิ 45-52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที Extention อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 45 วินาที ในขั้นตอนของ Denature จนถึง Extention ทำซ้ำ 35 รอบ จากนั้นจะเข้าสู่ Final Extention อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 7 นาที จำนวน 1 รอบ แล้วตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสในเจลอะกาโรส 1.5 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ผล

เก็บข้อมูลแถบแบนดีเอ็นเอที่ได้จากเครื่องหมาย ISSR โดยให้เลขแทนการปรากฏของแบนคือ (1) ปรากฏ แถบแบน (0) ไม่ปรากฏแถบแบน จากนั้นนำค่าข้อมูล coefficient ไปวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมือน (similarity index) และนำมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ (dendrogram) ด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบ UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean)

ผลการวิจัย

จากการตรวจสอบคุณภาพและปริมาณของดีเอ็นเอที่ได้จากการสกัดกล้วยไม้หญาจิมฟันควาย โดยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (Gel electrophoresis) ความเข้มข้นของอะกาโรส 0.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณหาความเข้มข้นของดีเอ็นเอ พบว่าดีเอ็นเอที่สกัดได้มีอัตราส่วน OD260/280 อยู่ระหว่าง 1.62-2.13 และมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 157-696.8 ng/μL ซึ่งบางตัวอย่างมีค่าอัตราส่วน OD260/280 ต่ำกว่า 1.8 จากการทดลองคัดเลือกไพรเมอร์ โดยนำตัวอย่างดีเอ็นเอของกล้วยไม้หญาจิมฟันควายทั้ง 81 ตัวอย่าง เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้ไพรเมอร์ ISSR จำนวน 39 ไพรเมอร์ พบว่ามีเพียง 4 ไพรเมอร์ ได้แก่ ISSR 807 ISSR 868 UBC 887 และ UBC 834 คิดเป็น 10.25 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มปริมาณหญาจิมฟันควายได้ทุกตัวอย่าง และมีแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน พบแถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 200-2700 คู่เบส รวมทั้งหมด 83 แถบ เป็นแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน 64 แถบ (77.10 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งไพรเมอร์ 868 แสดงความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอได้มากที่สุด (90.47 เปอร์เซ็นต์) ดังตารางที่ 1

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอที่ได้ โดยเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอทั้งหมด แปลงข้อมูลจากแถบดีเอ็นเอที่ได้เป็นสัญลักษณ์ คือ กำหนดให้สัญลักษณ์เป็น 1 เมื่อปรากฏแถบดีเอ็นเอ และให้สัญลักษณ์เป็น 0 เมื่อไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ เลือกวิธีจัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA โดยโปรแกรม Dendrogram construction คำนวณค่าดัชนีความเหมือน (Similarity index) ของแต่ละตัวอย่างพบค่าดัชนีความเหมือนอยู่ระหว่าง 0.2-1 และสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการด้วยโปรแกรม MEGA version 11 สามารถจำแนกกลุ่มกล้วยไม้หญาจิมฟันควายออกเป็น 7 กลุ่ม (ภาพที่ 1) กลุ่ม A1 ประกอบด้วยกล้วยไม้หญาจิมฟันควาย น่าน กลุ่ม A2 พังงา ระนอง ตาก และนราธิวาส กลุ่ม A3 แม่ฮ่องสอน เพชรบูรณ์ กลุ่ม A4 พังงา และตรัง กลุ่ม A5 แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เลย กลุ่ม A6 ตาก ระนอง ยะลา และบึงกาฬ กลุ่ม A7 อุดรธานี ชัยภูมิ และพิษณุโลก

ตารางที่ 1 ลำดับนิวคลีโอไทด์และจำนวนแถบดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณโดยใช้เครื่องหมาย ISSR

Primer	Primer sequence (5' - 3')	Amplified band	Polymorphic band	Percent of Polymorphic
ISSR 807	AGA GAG AGA GAG AGA GT	29	19	65.52
ISSR 868	GAA GAA GAA GAA GAA GAA	21	19	90.47
UBC 887	DVD TCT CTC TCT CTC TC	19	15	78.95
UBC 834	AGA GAG AGA GAG AGA GYT	14	11	78.57
Total		83	64	77.10

วิจารณ์ผล

การสกัดดีเอ็นเอกล้วยไม้หญาจิมฟันควายบางตัวอย่างมีค่าอัตราส่วน OD260/280 ต่ำกว่า 1.8 เนื่องจากสารละลายดีเอ็นเอที่ได้อาจมีการปนเปื้อนของสารกลุ่มโปรตีนและฟีนอล หรือสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิ (Secondary Metabolites) (Kamba and Deb, 2018) สารเหล่านี้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ polymerase ในปฏิกิริยา PCR (Ali et al., 2019) และดีเอ็นเอบางตัวอย่างมีค่าอัตราส่วน OD260/280 มากกว่า 1.8 บ่งบอกว่าสารละลายดีเอ็นเอที่ได้มีอาร์เอ็นเอเจือปน เนื่องจากสารละลายดีเอ็นเอที่บริสุทธิ์จะมีค่าอัตราส่วนระหว่าง OD260/280 ประมาณ 1.7-1.8 (Sambrook et al., 1989) การคัดเลือกไพรเมอร์ ISSR พบว่าไพรเมอร์ ISSR 868 ให้แถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกันมากที่สุด สอดคล้องกับการพัฒนาเครื่องหมายไมโครแซเทลไลท์ในกล้วยไม้สกุล *Phalaenopsis* พบการกระจายนิวคลีโอไทด์ GAA motif สูง (Tsai et al., 2015)

การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกล้วยไม้หญาจิมฟันควาย มีค่าดัชนีความเหมือนอยู่ระหว่าง 0.2-1 แสดงให้เห็นว่ากล้วยไม้หญาจิมฟันควายมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงระหว่างประชากรต่างพื้นที่ มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ดี และกล้วยไม้หญาจิมฟันควายมีการกระจายตัวทั่วทั้งประเทศ กล้วยไม้หญาจิมฟันควายสามารถเจริญเติบโตได้ในทุ้งหญ้า พื้นที่ลาดชัน ใต้พุ่มไม้ ริมน้ำ หรือในป่า ที่ระดับความสูง 400-2000 เมตร (Auberon et al., 2016) ซึ่งพืชที่มีการกระจายตัวในหลายพื้นที่มักมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงกว่าพืชที่พบเฉพาะถิ่น (Chung et al., 2018) การจัดกลุ่มกล้วยไม้หญาจิมฟันควายด้วยวิธี UPGMA สามารถจัดกลุ่มกล้วยไม้หญาจิมฟันควายได้ 7 กลุ่ม ผลการจัดกลุ่มส่วนใหญ่สอดคล้องกับแหล่งกระจายพันธุ์ นอกจากนี้กล้วยไม้หญาจิมฟันควายกลุ่ม A4 พังงา ตรัง และกลุ่ม A5 แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เลย มีสีดอกคล้ายคลึงกัน สอดคล้องกับสายพันธุ์กล้วยไม้หญาจิมฟันควายมี 2 สายพันธุ์คือ *A. graminifolia* var. *graminifolia* กลีบเลี้ยงและกลีบดอกสีขาวอมม่วงอ่อน ส่วนปลายกลีบปากสีม่วงอ่อน ส่วน *A. graminifolia*

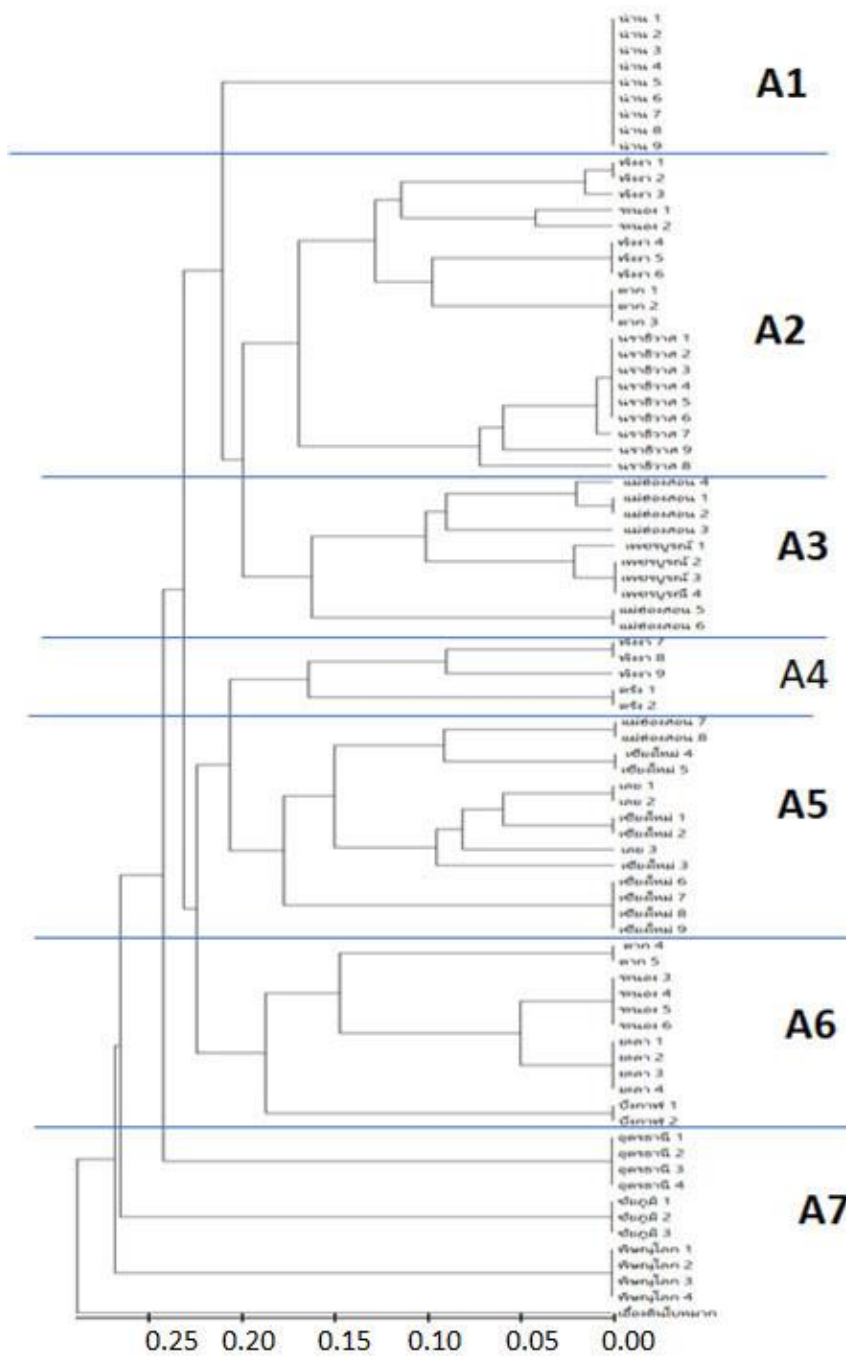
var. *revoluta* มีลำต้นขนาดเล็ก ใบสีเขียวเข้ม ดอกสีม่วงอ่อน กลีบปากสีม่วงเข้ม ตรงกลางสีเหลือง (Kumar et al., 2014)

สรุปผล

การศึกษาความหลากหลายของกล้วยไม้หญ้าจิมฟันควาย 81 ตัวอย่างจาก 15 จังหวัด ด้วยเครื่องหมาย ISSR 4 ไพรเมอร์ สามารถให้แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน (Polymorphic band) เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมือน พบว่ากล้วยไม้หญ้าจิมฟันควายมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง และสร้างแผนภูมิ Dendrogram ด้วยวิธี UPGMA สามารถแบ่งกลุ่มกล้วยไม้หญ้าจิมฟันควายได้ทั้งหมด 7 กลุ่ม ตามแหล่งการกระจายตัว และบางกลุ่มสอดคล้องกับลักษณะสีของดอก สามารถนำข้อมูลนี้ไปพัฒนาสายพันธุ์ หรือเพื่อการอนุรักษ์พันธุกรรมต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช แผนงาน การพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการ การอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของความหลากหลายพืชในพื้นที่อนุรักษ์ ประจำปี 2565



ภาพที่ 1 แผนภูมิความสัมพันธ์ของกล้วยไม้หญ้าจิมฟันควาย

เอกสารอ้างอิง

- เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.
- Agarwal, V., M. Singh, G. McPherson, V. John, and A. Bose. 2006. Microstructure evolution in aqueous solutions of cetyl trimethylammonium bromide (CTAB) and phenol derivatives. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 281(1-3): 246-253.
- Auberon, F., O. J. Olatunji, S. Krisa, C. Antheaume, G. Herbette, F. Bonté, J. M. Mérillon, and A. Lobstein. 2016. Two new stilbenoids from the aerial parts of *Arundina graminifolia* (Orchidaceae). *Molecules*. 21(11): 1430.
- Chung, M. Y., J. López-Pujol, S. Son, G. U. Suh, T. Yukawa, and M. G. Chung. 2018. Patterns of genetic diversity in rare and common orchids focusing on the Korean Peninsula: implications for conservation. *The Botanical Review*. 84: 1-25.
- George, S., J. Sharma, and V. L. Yadon. 2009. Genetic diversity of the endangered and narrow endemic *Piperia yadonii* (Orchidaceae) assessed with ISSR polymorphisms. *American Journal of Botany*. 96(11): 2022-2030.
- Holttum, R. E. 1969. Plant life in Malaya. Hong Kong: The Hong Kong Printing Press Ltd.
- Kamba, J., and C. R. Deb. 2018. A new simple and efficient DNA extraction protocol for orchid without liquid nitrogen and phenol. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 19(3-4): 143-147.
- Kamemoto, H. and R. Sagarik. 1975. Beautiful Thai Orchid Species. Bangkok: Aksornsampan Press.
- Kumar, R., S. K. Singh, S. Sharma, D. Verma, and C. S. Rao. 2014. Recollection of *Arundina graminifolia* var. *revoluta* (Orchidaceae) from India. *Richardiana*. XV: 128-134.
- Manners, V., S. Kumaria, and P. Tandon. 2013. SPAR methods revealed high genetic diversity within populations and high gene flow of *Vanda coerulea* Griff ex Lindl (Blue Vanda), an endangered orchid species. *Gene*. 519(1): 91-97.
- Qian, X., C. X. Wang, and M. Tian. 2013. Genetic diversity and population differentiation of *Calanthe tsoongiana*, a rare and endemic orchid in China. *International Journal of Molecular Sciences*. 14(10): 20399-20413.
- Sambrook, J., E. F. Fritsch, and T. Maniatis. 1989. Molecular cloning: a laboratory manual (No. Ed. 2). Cold spring harbor laboratory press.
- Sharma, S. K., S. Kumaria, P. Tandon, and S. R. Rao. 2013. Assessment of genetic variation and identification of species-specific ISSR markers in five species of *Cymbidium* (Orchidaceae). *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*. 22: 250-255.
- Tsai, C. C., H. C. Shih, H. V. Wang, Y. S. Lin, C. H. Chang, Y. C. Chiang, and C. H. Chou. 2015. RNA-seq SSRs of moth orchid and screening for molecular markers across genus *Phalaenopsis* (Orchidaceae). *PloS one*. 10(11): e0141761.
- Weising, K., P. Winter, B. Huttel, and G. Kahl. 1998. Microsatellite Marker for Molecular Breeding. *Journal of Crop Production, Crop Science*. 1(1): 113-143.

ความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อนและพฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Awareness and behavior to reduce global warming among Ubon Ratchathani University students

สุวรักษ์ คนดี¹ อุนุรักษ์ แสงวรรณกุล¹ สง่า ทับทิมหิน¹ และปวีณา ลิมปิติปรากา^{1*}
Suwarak Khondee¹, Anurak Sangsuwankul¹, Sanga Tubtimhin¹, and Pawena Limpiteeprakan^{1*}

¹วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

¹College of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University, Warinchamrap District,
Ubon Ratchathani 34190

*Corresponding author E-mail: pawena.l@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความตระหนักต่อภาวะการลดโลกร้อน และพฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 272 คน สํารวจในช่วงเดือน พฤศจิกายน – ธันวาคม 2565 โดยใช้แบบสอบถามผ่านระบบ google form ในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อนอยู่ในระดับมาก มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 97.1 (Mean = 90.22, S.D = 8.35) และมีพฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อน อยู่ในระดับปานกลาง มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 69.9 (Mean = 28.81, S.D = 6.03) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีความตระหนักมากที่สุดในเรื่องภาวะโลกร้อนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก คิดเป็นร้อยละ 72.4 รองลงมาคือ ควรใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติกเพื่อช่วยลดปริมาณขยะและภาวะโลกร้อน คิดเป็นร้อยละ 65.4 มีความตระหนักน้อยที่สุดในเรื่อง การใช้หลอดไฟฟ้าแบบตะเกียบแทนหลอดไส้เป็นการประหยัดพลังงาน ร้อยละ 46.3 การที่ชายฝั่งถูกน้ำกัดเซาะเกิดจากปัญหาภาวะโลกร้อน คิดเป็นร้อยละ 49.6 สำหรับพฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อนที่กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติทุกครั้ง มากที่สุด คือ การปิดเครื่องปรับอากาศ หลังจากเลิกเรียน คิดเป็นร้อยละ 83.80 และมีการแยกทิ้งขยะอันตรายลงถังสำหรับขยะอันตราย คิดเป็นร้อยละ 42.6 พฤติกรรมที่ยังปฏิบัติน้อยที่สุด คือ การเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การปลูกต้นไม้ ปลูกป่า คิดเป็นร้อยละ 11 รองลงมาคือ การปิดก๊อกน้ำไม่ให้ไหลทิ้งขณะแปรงฟัน ร้อยละ 17.3 ดังนั้น มหาวิทยาลัยควรมีกิจกรรมที่ส่งเสริมพฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อนให้มากขึ้น เพื่อให้นักศึกษาได้มีโอกาสเข้าร่วมและเห็นความสำคัญของการปรับพฤติกรรมเพื่อนำไปสู่การลดโลกร้อนต่อไป

คำสำคัญ : ความตระหนัก, พฤติกรรม, ภาวะโลกร้อน, นักศึกษา

Abstract

This research aims to study the awareness of climate change and the climate change mitigation behavior of Ubon Ratchathani University students. A total of 272 students were surveyed from November to December 2565, using a Google Form questionnaire for data collection. The data were analyzed using descriptive statistics, including mean, standard deviation, minimum, maximum, and frequency. The study found that the sample group had a high level of awareness of climate change, with the highest percentage at 97.1% (Mean = 90.22, S.D = 8.35). The climate change

mitigation behavior was moderate, with the highest percentage at 69.9% (Mean = 28.81, S.D = 6.03). Examining specific behaviors, the highest awareness was found in considering climate change as a danger to all living things on Earth, with 72.4%. The lowest awareness was related to using compact fluorescent bulbs instead of incandescent bulbs to save energy, with 46.3%. The most practiced mitigation behavior was turning off air conditioners after classes, with 83.80%, while the least practiced behavior was participating in environmental conservation activities such as tree planting, with 11%. Therefore, the university should promote activities that enhance climate change mitigation behavior to increase students' awareness of the importance of adopting behaviors to reduce climate change in the future.

Keywords : Awareness, Behavior, Global warming, Students

บทนำ

ภาวะโลกร้อนเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากโลกไม่สามารถระบายความร้อนที่ได้รับจากรังสีดวงอาทิตย์ออกไปได้อย่างปกติ จึงทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นและทำให้สภาพอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไป โดยจะส่งผลกระทบต่ออย่างกว้างขวางต่อพืช สัตว์ และมนุษย์ เปรียบเหมือนกับเรือนกระจกที่ใช้เพาะปลูกต้นไม้ในประเทศเขตร้อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ผ่านเข้าไปภายในเรือนกระจกได้ ในขณะที่เดียวกันกระจกก็สามารถกั้นรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ตกลงบนผิวโลกไม่ให้สะท้อนกลับขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ และถูกเรียกว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ชั้นบรรยากาศของโลกถูกห่อหุ้มด้วยก๊าซเรือนกระจก ภาวะโลกร้อนนั้นก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้คนและระบบนิเวศ เช่น สภาพอากาศที่แปรปรวนทั่วโลก เกิดฤดูกาลที่แปรปรวน ในฤดูร้อนอากาศจะร้อนมาก ทำให้น้ำแข็งขั้วโลกมีการละลายมากขึ้น เมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้มีผืนดินลดลง ผลผลิตในภาคเกษตรที่ลดลง ในฤดูฝนก็จะมีฝนตกในปริมาณมากจนเกิดน้ำท่วม ความรุนแรงของพายุส่งผลให้เกิดความเสียหายมาก ในฤดูหนาวมีหิมะตกหนักติดต่อกันหลายวัน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550) เหตุการณ์เหล่านี้ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เป็นผลให้หลายหน่วยงานเร่งหาทางในการบรรเทาและป้องกันภาวะโลกร้อนนี้

ปัจจุบันกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การขับเคลื่อนรถยนต์ และเครื่องจักรกลที่ใช้ในการเกษตรสมัยใหม่ ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนเพิ่มมากขึ้น (จักรเรศ เมตตะธำรงค์และคณะ, 2561) หนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญก็คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ และเป็นตัวแปรหลักที่สำคัญในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลก ทำให้เกิดเป็นภาวะโลกร้อนขึ้น โดยได้ทำให้อุณหภูมิเพิ่มมากขึ้นเฉลี่ยปีละ 0.3 - 0.6 องศาเซลเซียส (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยในอนาคตผลกระทบจากภาวะโลกร้อนมีแนวโน้มที่จะรุนแรงมากขึ้น ทุกคนจึงต้องมีความตระหนักและให้ความร่วมมือในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยชะลอการเกิดเหตุการณ์รุนแรงในอนาคต (พงศชยนต์ ศรีสุวรรณ, 2561) แนวทางสำคัญที่ช่วยลดภาวะโลกร้อนคือ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมประจำวันและการใส่ใจกับสิ่งแวดล้อมให้มากขึ้น การเสริมสร้างความตระหนักในกลุ่มประชากรเป็นสิ่งทีหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในบริบทนี้นักศึกษามหาวิทยาลัยกลายเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญสูงในการเข้าใจและทำตามกระทำเพื่อลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่รุนแรงนี้

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้มีแผนยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัย ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2563 -2567) ที่จะมุ่งสู่มหาวิทยาลัยนำอยู่และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยแนวคิดนี้เกิดขึ้นเพื่อสร้างจิตสำนึกที่ดีแก่บุคลากร และ

นักศึกษาให้หันมาใส่ใจสิ่งแวดล้อม มีส่วนช่วยลดปริมาณของเสียและขยะเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี นำไปสู่การจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ที่มีการปลูกฝังจิตสำนึกและความรับผิดชอบต่อสังคม ในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการศึกษาในส่วนของเจตคติการมีส่วนร่วมในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนและความตระหนักต่อปัญหาภาวะโลกร้อนในกลุ่มนักศึกษา (กัลยา แก้วประดิษฐ์, 2554 และ ศิริกาญจน์ ศิริเลข, 2551) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตระหนักคือ เพศ และการให้คุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม การเข้าใจระดับความตระหนักและการนำมาใช้ในพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของนักศึกษาจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ไม่เพียงเพราะเป็นกลุ่มผู้เรียนที่กำลังสร้างอนาคต แต่ยังเป็นผู้มีอิทธิพลในการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและการพัฒนาที่ยั่งยืนในประเทศ ดังนั้น การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงสนใจที่ศึกษาระดับความตระหนักและพฤติกรรมลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในด้านภูมิอากาศ ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านพลังงาน และด้านการลดขยะและการรีไซเคิล ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ จะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนานโยบายและแนวทางที่เน้นการส่งเสริมพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในกลุ่มนักศึกษา เพื่อให้มีส่วนร่วมในการลดผลกระทบของโลกร้อนและส่งเสริมการเป็นผู้รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพในชุมชนมหาวิทยาลัยและชุมชนใกล้เคียงต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross – sectional descriptive study) ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 – 4 ในปีการศึกษา 2565 ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 12,875 คน (กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พฤษภาคม 2564) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 – 4 ในปีการศึกษา 2565 ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คำนวณได้จากสูตรประมาณค่าสัดส่วน ซึ่งได้ขนาดตัวอย่างที่ต้องรวบรวมนทั้งสิ้น 272 ตัวอย่าง

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{[e^2(N-1)] + [Z_{\alpha/2}^2 p(1-p)]}$$
$$n = \frac{(1,2875)1.96^2 0.73(1-0.73)}{[0.061^2(1,2875-1)] + [1.96^2 0.73(1-0.73)]}$$
$$n = 244.25$$

เมื่อ n = ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา

N = จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-4 ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 12,875 คน

$Z_{\alpha/2}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ภายใต้โค้งปกติมาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้น $Z_{\alpha/2} = 1.96$

p = ค่าสัดส่วนพฤติกรรมช่วยลดภาวะโลกร้อนระดับสูง มีค่าเท่ากับ 0.73 (วาสนา นัยพัฒน์, 2556)

e = สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ กำหนดให้เป็น ร้อยละ 12 ของค่า p เท่ากับ 0.061

ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ ต้องมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 244 คน เนื่องจากเป็นการเก็บแบบสอบถามโดยใช้ Google Form จึงเก็บเผื่ออีกร้อยละ 10 เพื่อป้องกันแบบสอบถามที่ตอบไม่สมบูรณ์ รวมเก็บตัวอย่างทั้งหมด 272 คน ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ โดยส่งเป็นแบบสอบถามออนไลน์ผ่าน ทาง Facebook ไปยังผู้แทนของแต่ละสโมสรนักศึกษา โดยสุ่มตามสัดส่วนของนักศึกษาแต่ละคณะ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เป็นคำถามแบบเลือกตอบ (Checklist) จำนวน 7 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ คณะ/วิทยาลัย ระดับชั้นปี รายได้เฉลี่ยต่อเดือน การได้รับข้อมูลข่าวสาร ช่องทางการได้รับข้อมูลข่าวสาร

ส่วนที่ 2 ความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นแบบเลือกตอบ (Checklist) ความตระหนักต่อปัญหาและสภาพแวดล้อม ได้แก่ ด้านภูมิอากาศ ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านการประหยัดพลังงาน และด้านการลดขยะ จำนวน 20 ข้อ เป็นสเกลการวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งกำหนดเป็น 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยมากที่สุด เห็นด้วยมากเห็นด้วยปานกลาง เห็นด้วยน้อย และ เห็นด้วยน้อยที่สุด คะแนนจะให้จาก 5 มากสุดไปหาน้อยสุดคือ 1 แปลผล 3 ระดับ ตามสูตรอันตรายภาคชั้น ได้แก่ ระดับมาก (คะแนนตั้งแต่ 76- 100 คะแนน) ระดับปานกลาง (คะแนนตั้งแต่ 48 – 75 คะแนน) และ ระดับน้อย (คะแนนตั้งแต่ 20 – 47 คะแนน)

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นแบบเลือกตอบ (Checklist) มีข้อความเชิงบวกจำนวน 21 ข้อ และมีข้อความเชิงลบจำนวน 1 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 22 ข้อ เป็นสเกลการวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งกำหนดเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ปฏิบัติทุกครั้ง ปฏิบัติบางครั้ง และไม่เคยปฏิบัติ ข้อคำถามเชิงบวกให้คะแนน 2 1 และ 0 ส่วนเชิงลบ ให้คะแนน 0 1 และ 2 แปลผล 3 ระดับ ตามสูตรอันตรายภาคชั้น ได้แก่ ระดับดี (คะแนนตั้งแต่ 32 – 44 คะแนน) ระดับปานกลาง (คะแนนตั้งแต่ 16 – 31) คะแนน ระดับควรปรับปรุง (คะแนนตั้งแต่ 0 – 15 คะแนน)

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดย การหาความตรง (Validity) โดยนำเครื่องมือที่สร้างเสร็จเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมด้านภาษา ความสมบูรณ์ของคำถาม และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง โดยข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.66-1 และได้นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 30 คน จากนั้นทำการ วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยวิธีคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามส่วนความตระหนักเท่ากับ 0.929 และในส่วนของพฤติกรรม เท่ากับ 0.780 อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ติดต่อประสานงานกับสโมสรนักศึกษาของแต่ละคณะ เพื่อประชาสัมพันธ์แจ้งวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย
2. ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถาม จนครบตามจำนวนที่วางแผนไว้ในแต่ละคณะ
3. ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมบูรณ์ และครบถ้วนของข้อมูลแบบสอบถามทุกชุด
4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมทางสถิติ และสรุปผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าการแจกแจงความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม เป็นเพศหญิงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.5 มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 20.62 (S.D = 1.08) โดยกลุ่มโดยตัวอย่างสังกัดคณะบริหารศาสตร์ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 18.00 ศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 3 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.1 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน เท่ากับ 6,725.92 (S.D = 2,067) เคยได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยได้รับข้อมูลข่าวสารจาก สื่อโซเชียลมีเดีย เช่น Facebook, Twitter มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.1 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลทั่วไป (n = 272 คน)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	91	33.5
หญิง	181	66.5
อายุ (ปี) Mean = 20.62 ,S.D = 1.08 ,Min = 18.00 ,Max = 23.00		
คณะ/วิทยาลัย		
คณะบริหารศาสตร์	49	18.0
คณะศิลปศาสตร์	46	16.9
คณะวิศวกรรมศาสตร์	45	16.5
คณะวิทยาศาสตร์	32	11.8
คณะนิติศาสตร์	22	8.1
คณะรัฐศาสตร์	21	7.7
วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข	19	7.0
คณะเกษตรศาสตร์	15	5.5
คณะเภสัชศาสตร์	10	3.7
คณะพยาบาลศาสตร์	7	2.6
คณะศิลปะประยุกต์และสถาปัตยกรรมศาสตร์	6	2.2
ระดับชั้นปี		
ปี 1	17	6.3
ปี 2	67	24.6
ปี 3	120	44.1
ปี 4	68	25.0
รายได้ (บาท/เดือน) Mean = 6,725.92 ,S.D = 2,067 ,Min = 2,400.00 ,Max = 20,000.00		
การเคยได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน		
เคย	272	100
ช่องทางการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
วิทยุ	26	9.6
โทรทัศน์	168	61.8
หนังสือพิมพ์	27	9.9
นิตยสาร	12	4.4
นิตรสารการ	12	4.4
แผ่นพับ/ใบปลิว/โปสเตอร์	55	20.2

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สื่อโซเชียลมีเดีย เช่น Facebook, Twitter	218	80.1
สมาชิกในครอบครัว/เพื่อน/คนรู้จัก	43	15.8
การเรียนในชั้นเรียน	165	60.7

ในด้านความตระหนัก ภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความตระหนักมากที่สุดในเรื่องภาวะโลกร้อนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก คิดเป็นร้อยละ 72.4 รองลงมาคือ การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก เพื่อช่วยลดปริมาณขยะและภาวะโลกร้อน คิดเป็นร้อยละ 65.4 และกลุ่มตัวอย่างมีความตระหนักน้อยที่สุดในเรื่อง การใช้หลอดไฟฟ้าแบบตะเกียบแทนหลอดไส้เป็นการประหยัดพลังงาน คิดเป็นร้อยละ 46.3 รองลงมาคือ การขับรถยนต์ที่ยางลมมีน้อยอาจทำให้เปลืองน้ำมันได้ถึง 3% จากภาวะปกติ ร้อยละ 48.5 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อน (n = 272 คน)

ความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อน	จำนวน (ร้อยละ)				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	เห็นด้วยน้อยที่สุด
ด้านภูมิอากาศ					
1. สภาพอากาศแปรปรวนที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมาจากปัญหาภาวะโลกร้อน	180 (66.2)	90 (33.1)	1 (0.4)	1 (0.4)	-
2. ภาวะโลกร้อนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก	197 (72.4)	72 (26.5)	3 (1.1)	-	-
3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจก ที่เร่งให้เกิดภาวะโลกร้อน	178 (65.4)	91 (33.5)	3 (1.1)	-	-
4. กิจกรรมต่าง ๆ จากการผลิตสินค้า ของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน	178 (65.4)	93 (34.2)	1 (0.4)	-	-
5. การเกิดปัญหาน้ำท่วมจากพายุหนัก เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	151 (55.5)	110 (40.4)	10 (3.7)	1 (0.4)	-
ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม					
6. การทำลายป่าไม้เป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะโลกร้อน	172 (63.2)	98 (36.0)	2 (0.7)	-	-
7. การใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือยทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและภาวะโลกร้อน	170 (62.5)	98 (36.0)	4 (1.5)	-	-
8. การที่ชายฝั่งถูกน้ำกัดเซาะเกิดจากปัญหาภาวะโลกร้อน	135 (49.6)	107 (39.3)	24 (8.8)	6 (2.2)	-
9. การขยายพื้นที่เพิ่มมากขึ้นของทะเลทราย เป็นผลมาจากปัญหาภาวะโลกร้อน	140 (51.5)	106 (39.0)	23 (8.5)	3 (1.1)	-
10. การใช้ปุ๋ยและสารเคมี ในการเกษตร ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน	161 (59.2)	82 (30.1)	25 (9.2)	4 (1.5)	-
ด้านพลังงาน					
11. การใช้หลอดไฟฟ้าแบบตะเกียบแทนหลอดไส้เป็นการประหยัดพลังงาน	126 (46.3)	122 (44.9)	22 (8.1)	2 (0.7)	-

ความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อน	จำนวน (ร้อยละ)				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	เห็นด้วยน้อยที่สุด
12. การเดินทางร่วมกันหลาย ๆ คน โดยใช้รถยนต์คันเดียวกันเป็นการช่วยประหยัดพลังงาน	149 (54.8)	98 (36.0)	24 (8.8)	1 (0.4)	-
13. การจำกัดการเดินทางเท่าที่จำเป็นจะช่วยลดการใช้พลังงานและภาวะโลกร้อน	136 (50.0)	106 (39.0)	28 (13.3)	2 (0.7)	-
14. การขับรถยนต์ที่ยางลมมีน้อยอาจทำให้เปลืองน้ำมันได้ถึง 3% จากภาวะปกติ	132 (48.5)	96 (35.5)	42 (15.4)	2 (0.7)	-
15. ขับรถด้วยความเร็วไม่เกิน 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะช่วยลดการใช้ น้ำมันลงได้ 20%	132 (48.5)	92 (33.8)	46 (16.9)	2 (0.7)	-
ด้านการลดขยะและการรีไซเคิล					
16. การซื้อและใช้ของเท่าที่จำเป็น เป็นการช่วยลดปริมาณขยะ	142 (52.2)	110 (40.4)	20 (7.4)	-	-
17. การปฏิเสธการใช้หลอดพลาสติก เป็นการช่วยลดปริมาณขยะ	170 (62.5)	84 (30.9)	16 (5.9)	2 (0.7)	-
18. การคัดแยกขยะก่อนทิ้ง (ขยะอินทรีย์ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย) เป็นการช่วยลดปริมาณขยะที่ต้องนำไป	172 (63.2)	82 (30.1)	18 (6.6)	-	-
19. การนำวัสดุหรือของใช้ส่งไปรีไซเคิล จะเป็นการช่วยลดปริมาณขยะ	175 (64.3)	86 (31.6)	11 (4.0)	-	-
20. การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก เพื่อช่วยลดปริมาณขยะและภาวะโลกร้อน	178 (65.4)	77 (28.3)	16 (5.9)	1 (0.4)	-

ผลการศึกษาความตระหนักการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยทำการแบ่งความตระหนักเป็น 3 ระดับ คือ ระดับมาก ระดับปานกลาง และระดับน้อย พบว่า ความตระหนักต่อปัญหาภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อยู่ในระดับมาก มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 97.1 รองลงมาคืออยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 2.9 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อน (n = 272 คน)

ความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อน	ช่วงคะแนน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับมาก	76 - 100 คะแนน	264	97.1
ระดับปานกลาง	48 - 75 คะแนน	8	2.9
ระดับน้อย	20 - 47 คะแนน	-	-

Mean =90.22, S.D =8.35, Min =70.00, Max = 100.00

พฤติกรรมลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในภาพรวม พบว่า นักศึกษาปฏิบัติมากที่สุดในเรื่อง การปิดเครื่องปรับอากาศหลังจากเลิกเรียน คิดเป็นร้อยละ 83.3 รองลงมาคือ เรื่อง ปิดสวิตซ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกครั้งหลังเลิกใช้ คิดเป็นร้อยละ 66.5 ตามลำดับ พฤติกรรมที่นักศึกษายังปฏิบัติน้อยที่สุด คือ การ

เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การปลูกต้นไม้ ปลูกป่าคิดเป็นร้อยละ 11.0 รองลงมาคือ การปิดก๊อกน้ำไม่ไหลทิ้งขณะแปรงฟัน ร้อยละ 17.3 และการ เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ฉลากเขียว ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ คิดเป็นร้อยละ 19.1 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามพฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อน (n = 272 คน)

พฤติกรรมลดภาวะโลกร้อน	จำนวน (ร้อยละ)		
	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ
ด้านภูมิอากาศ			
1. ท่านใช้บริการขนส่งสาธารณะแทนการใช้รถส่วนตัว เพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	58 (21.3)	187 (68.8)	27 (9.9)
2. ท่านได้เข้าร่วมกิจกรรมการปลูกต้นไม้หรือกิจกรรมการอนุรักษ์ต้นไม้ เช่น การบวชป่า การปลูกป่า ด้านการอนุรักษ์ต้นไม้และป่าไม้	54 (19.9)	176 (64.7)	42 (15.4)
3. ท่านเลือกใช้สินค้าฉลากเขียว หรือสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเสมอ	60 (22.1)	198 (72.8)	14 (5.1)
ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม			
4. ท่านได้เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การปลูกต้นไม้ ปลูกป่า	30 (11.0)	215 (79.1)	27 (9.9)
5. ท่านเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ฉลากเขียว ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์	52 (19.1)	214 (78.7)	6 (2.2)
6. ท่านเปิดก๊อกน้ำทิ้งไว้ในขณะแปรงฟัน	97 (35.7)	128 (47.1)	47 (17.3)
ด้านพลังงาน			
7. ท่านไม่เปิดคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้ตลอดคืน	199 (73.2)	62 (22.8)	11 (4.0)
8. ท่านไม่เปิดโทรทัศน์ทิ้งไว้ตลอดคืน	213 (78.3)	44 (16.2)	15 (5.5)
9. ท่านปิดเครื่องปรับอากาศ หลังจากเลิกเรียน	228 (83.8)	39 (14.3)	5 (1.8)
10. ท่านดับเครื่องยนต์ทุกครั้งเมื่อต้องจอดรถนาน ๆ	120 (44.1)	148 (54.4)	4 (1.5)
11. ท่านมักโดยสารไปกับเพื่อน/หรือให้เพื่อนโดยสารไปด้วย ในกรณีไปที่หมายเดียวกัน	79 (29.0)	178 (65.4)	15 (5.5)
12. ท่านเดินขึ้นลงบันได แทนการใช้ลิฟท์	57 (21.0)	200 (73.5)	15 (5.5)
13. ท่านปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกครั้งหลังเลิกใช้	181 (66.5)	87 (32.0)	4 (1.5)
ด้านการลดขยะและการรีไซเคิล			
14. ท่านแยกขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ ก่อนนำไปทิ้งในถังแยกประเภทที่ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัย	79 (29.0)	192 (70.6)	1 (0.4)
15. ท่านแยกทิ้งขยะอันตรายลงถังสำหรับขยะอันตราย	116 (42.6)	153 (56.3)	3 (1.1)
16. ท่านพกกระบอกน้ำส่วนตัว เพื่อใช้เติมน้ำดื่มจากจุดต่างๆในมหาวิทยาลัย	66 (24.3)	184 (67.6)	22 (8.1)
17. ท่านเลือกใช้สินค้าที่มีสัญลักษณ์ที่สามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้	68 (25.0)	194 (71.3)	10 (3.7)
18. ท่านเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ซื้อเติมใหม่ได้เพื่อเป็นการลดขยะจากบรรจุภัณฑ์	85 (31.3)	176 (64.7)	11 (4.0)

พฤติกรรมมารลดภาวะโลกร้อน	จำนวน (ร้อยละ)		
	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ
19. ท่านใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก เมื่อไปซื้อของที่ร้านสะดวกซื้อ	84 (30.9)	174 (64.0)	14 (5.1)
20. ท่านมีการนำถุงพลาสติก มาใช้ซ้ำ	88 (32.4)	163 (59.9)	21 (7.7)
21. ท่านปฏิเสธการใช้หลอดพลาสติก โดยยกดื่มจากแก้วน้ำโดยตรงแทน	70 (25.7)	181 (66.5)	21 (7.7)
22. ท่านซื้อของเท่าที่จำเป็นไม่ฟุ่มเฟือย	109 (40.1)	158 (58.1)	5 (1.8)

ผลการศึกษาพฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยทำการแบ่งพฤติกรรมเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี ระดับปานกลาง และระดับควรปรับปรุง พบว่า พฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อยู่ในระดับปานกลาง มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 69.9 รองลงมาคืออยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 30.1 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามพฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (n = 272 คน)

พฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อน	ช่วงคะแนน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับดี	32 - 44 คะแนน	82	30.1
ระดับปานกลาง	16 - 31 คะแนน	190	69.9
ระดับควรปรับปรุง	0 - 15 คะแนน	-	-

Mean = 28.81, S.D = 6.03, Min = 16.00, Max = 42.00

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อน อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 97.1 โดยมีความตระหนักมากที่สุดในเรื่องภาวะโลกร้อนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก คิดเป็นร้อยละ 72.4 รองลงมาคือ การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก เพื่อช่วยลดปริมาณขยะและภาวะโลกร้อน คิดเป็นร้อยละ 65.4 และการนำวัสดุหรือของใช้ส่งไปรีไซเคิล จะเป็นการช่วยลดปริมาณขยะ คิดเป็นร้อยละ 64.3 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ วาสนานัยพัฒน์ (2556) เรื่องความรู้ ความตระหนัก และพฤติกรรมการช่วยลดภาวะโลกร้อนของนักเรียนพยาบาลวิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก พบว่า นักเรียนพยาบาลมีความตระหนักอยู่ในระดับสูง

จากการศึกษาพฤติกรรมการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่า ในด้านภูมิอากาศ กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติทุกครั้งในเรื่องท่านเลือกใช้สินค้าฉลากเขียว หรือสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม คิดเป็นร้อยละ 22.1 รองลงมาคือ การใช้บริการขนส่งสาธารณะแทนการใช้รถส่วนตัว เพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คิดเป็นร้อยละ 21.3 และได้เข้าร่วมกิจกรรมการปลูกต้นไม้หรือกิจกรรมการอนุรักษ์ต้นไม้ เช่น การบวชป่า การปลูกป่า ด้านการอนุรักษ์ต้นไม้และป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 19.9 ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปฏิบัติทุกครั้งในเรื่อง ท่านเปิดก๊อกน้ำทิ้งไว้ในขณะแปรงฟัน คิดเป็นร้อยละ 35.7 รองลงมาคือ การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ฉลากเขียว ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ คิดเป็นร้อยละ 19.1 และได้เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม เช่น การปลูกต้นไม้ ปลูกป่า คิดเป็นร้อยละ 11.0 ด้านพลังงาน ปฏิบัติทุกครั้งในเรื่อง ปิดเครื่องปรับอากาศ หลังจากเลิกเรียน คิดเป็นร้อยละ 83.8 รองลงมาคือ ไม่

เปิดโทรทัศน์ทิ้งไว้ตลอดคืน คิดเป็นร้อยละ 78.3 และไม่เปิดคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้ตลอดคืน คิดเป็นร้อยละ 73.2

ด้านการลดขยะและการรีไซเคิล ปฏิบัติทุกครั้งในเรื่อง แยกทิ้งขยะอันตรายลงถังสำหรับขยะอันตราย คิดเป็นร้อยละ 42.6 รองลงมาคือ ซื่อของเก่าที่จำเป็นไม่ฟุ่มเฟือย คิดเป็นร้อยละ 40.1 และเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ซื้อเติมใหม่ได้เพื่อเป็นการลด ขยะจากบรรจุภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 31.3 ส่วนพฤติกรรมลดภาวะโลกร้อนในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 69.9 เมื่อเทียบกับพฤติกรรมมีส่วนร่วมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี (กัลยา แก้วประดิษฐ์, 2554) พบว่านักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีพฤติกรรมในการลดภาวะโลกร้อนน้อยกว่า เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมลดภาวะโลกร้อนทั้ง 4 ด้าน ได้แก่

ด้านภูมิอากาศ พบว่า นักศึกษาปฏิบัติทุกครั้งในเรื่อง การเลือกใช้สินค้าฉลากเขียว หรือสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่ปฏิบัติน้อยที่สุดในเรื่อง การได้เข้าร่วมกิจกรรมการปลูกต้นไม้หรือกิจกรรมการอนุรักษ์ต้นไม้ เช่น การบวชป่า การปลูกป่า ด้านการอนุรักษ์ต้นไม้และป่าไม้ อาจเนื่องมาจากนักศึกษาไม่ค่อยเห็นความสำคัญในการปลูกต้นไม้ที่จะช่วยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อลดการเกิดภาวะโลกร้อนได้ หรือไม่มีโอกาสในการเข้าร่วมกิจกรรมดังกล่าว เพราะไม่มีการจัดจากหน่วยงานของคณะ หรือของมหาวิทยาลัย

ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่า ปฏิบัติทุกครั้งในเรื่อง การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ฉลากเขียว ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แต่ปฏิบัติน้อยที่สุดในเรื่อง การได้เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การปลูกต้นไม้ ปลูกป่า อาจเนื่องมาจากนักศึกษาไม่ค่อยสนใจหรือเข้าร่วมในกิจกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือกิจกรรมกลางแจ้ง หรือไม่มีโอกาสในการเข้าร่วมกิจกรรมดังกล่าว เพราะไม่มีการจัดจากหน่วยงานของคณะ หรือของมหาวิทยาลัย

ด้านพลังงาน ปฏิบัติทุกครั้งในเรื่อง พบว่า การปิดเครื่องปรับอากาศ หลังจากเลิกเรียน แต่ปฏิบัติน้อยที่สุดในเรื่อง การเดินขึ้นลงบันไดแทนการใช้ลิฟท์ อาจเนื่องมาจากนักศึกษาขอความสะดวกสบาย ที่ไม่ต้องเดินเหนื่อยขึ้นบันไดไปเรียน หรือบางอาคารจำนวนชั้นค่อนข้างสูงจึงจำเป็นต้องมีการใช้ลิฟท์ อย่างไรก็ตามมหาวิทยาลัยหรือคณะ ควรรณรงค์ให้มีการใช้บันไดแทนลิฟท์ เนื่องจากสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประหยัดไฟฟ้าแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้มีการออกกำลังกายโดยการเดินขึ้นลงบันไดแทนการใช้ลิฟท์ได้อีกด้วย

ด้านการลดขยะและการรีไซเคิล พบว่า ปฏิบัติทุกครั้งในเรื่องการ แยกทิ้งขยะอันตรายลงถังสำหรับขยะอันตราย แต่ปฏิบัติน้อยที่สุดในเรื่องการ พกกระบอกน้ำส่วนตัว เพื่อใช้เติมน้ำจากจุดต่างๆในมหาวิทยาลัย อาจเนื่องมาจากนักศึกษาไม่ชอบความยุ่งยากที่จะต้องพกกระบอกน้ำไปไหนมาไหนด้วย และจุดบริการน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยอาจจะยังไม่มากพอ จึงทำให้หาจุดเติมน้ำยาก เพราะจุดเติมน้ำส่วนใหญ่จะอยู่ที่โรงอาหาร ซึ่งเดินทางไปเติมไม่สะดวก แต่หากนักศึกษามีการปฏิบัติข้อนี้จะทำให้นักศึกษาลดค่าใช้จ่ายได้ และยังช่วยลดปริมาณขยะขวดน้ำพลาสติกลงได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของนิพล กุลชล (2554) การมีส่วนร่วมในการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่พบว่านักศึกษามีการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนในระดับปานกลาง

สรุปผล

จากผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความตระหนักต่อการลดภาวะโลกร้อนอยู่ในระดับมาก มากที่สุด และมีพฤติกรรมลดภาวะโลกร้อน อยู่ในระดับปานกลาง มากที่สุด ดังนั้น มหาวิทยาลัยควรเน้นการสื่อสารให้เห็นความสำคัญของผลกระทบจากภาวะโลกร้อน เพื่อทำให้นักศึกษามีความตระหนักและนำไปสู่ความร่วมมือใน

การปรับพฤติกรรม และมีความรับผิดชอบต่อส่วนรวมในการรักษาสิ่งแวดล้อม และควรมีการจัดกิจกรรมรณรงค์ในเรื่องการลดภาวะโลกร้อนอย่างน้อยปีละ 2 ครั้งเพื่อให้นักศึกษาได้มีโอกาสเข้าร่วม ซึ่งถือเป็นการสร้างความตระหนกอย่างหนึ่ง และนำรูปแบบหรือมาตรการที่จะช่วยเพิ่มความตระหนก และพฤติกรรมในการลดภาวะโลกร้อนในกลุ่มนักศึกษามาใช้ให้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สโมสรนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และสโมสรทุกคน ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการประสานงานให้นักศึกษาแต่ละคณะให้ข้อมูล และอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2550. ภาวะโลกร้อน (Global Warming). กรุงเทพฯ: กลุ่มวิชาการภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา.

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กัลยา แก้วประดิษฐ์. 2554. เจตคติและพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการลดปัญหาภาวะโลกร้อน. วารสารวิชา. 30: 153-150.

จักรเรศ เมตตะธำรงค์ และคณะ. 2561. ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการมีส่วนร่วมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนครต่อการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. วารสารศรีปทุมปริทัศน์. 18: 7-17.

นิพล กุลทล. 2554. การมีส่วนร่วมในการลดภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลา นครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่. วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่. 23: 176-200.

พงศ์ชนันต์ ศรีสุวรรณ. 2561. ความล้มเหลวจากการจัดการขยะที่เกิดจากถุงพลาสติกในประเทศไทยและบางประเทศในกลุ่มประเทศสมาชิกอาเซียน. น. 1230-44. ใน: ประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 29 - 30 มีนาคม 2561. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม.

วาสนา นัยพัฒน์. 2556. ความรู้ ความตระหนก และพฤติกรรมช่วยลดภาวะโลกร้อนของนักเรียนพยาบาลวิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก. วารสารพยาบาลทหารบก. (3): 170-179.

ศิริกาญจน์ ศิริเลข. 2551. ความตระหนกต่อปัญหาภาวะโลกร้อนของนักศึกษามหาวิทยาลัยมหิดล.

วิทยานิพนธ์สังคมศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาสิ่งแวดล้อม) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ

การพัฒนาการย้อมผ้าฝ้ายด้วยน้ำหมักตะโกนาเพื่อยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger* Development of cotton dyeing with the ebony fermented solution to inhibit the *Aspergillus niger*

กฤตพร ไชยลังกา^{1*}, ฐนัชญ์พร ทศภาทินรัตน์^{1*}, ณชนก ต่างเพชร^{1*}, พิชชาพา ชัดผาบ^{1*}, ศิรษา วงภักดี^{1*}
จักรพงษ์ บุญตันจิ้น² และรัชชัย ศรีตะปัญญา³

Krittaporn Chailungka^{1*}, Tanatchaporn Tospatinrat^{1*}, Nachakanok Tangphet^{1*}, Pichapa Khatphap^{1*},
Sirasa Wongpakdee^{1*}, Jakarapong Boontangeen², and Thonchai Sritapunya³

¹นักเรียนโรงเรียนมงฟอร์ตในชมรมศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

²อาจารย์ ดร.ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

³นักวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

*Corresponding author E-mail: krittapornmochi@gmail.com, ttospatinrat@gmail.com, nachakanok.tangphet@gmail.com,
p.phianggg@gmail.com, 37861@montfort.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาความเข้มข้นของน้ำหมักตะโกนาที่นำมาย้อมผ้าฝ้ายต่อคุณภาพความคงทนด้านการติดสีของผ้าฝ้าย และศึกษาความเข้มข้นของน้ำหมักตะโกนาที่นำมาย้อมผ้าฝ้ายต่อการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger* โดยทำการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดดตามวิธี ISO105-B02:1994 ซึ่งพบว่าผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยน้ำหมักตะโกนาอยู่ในระดับดี เมื่อทำการตากแดด 20 วันพบว่าได้ค่า L* a* และ b* ใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น ซึ่งแสดงว่าการย้อมด้วยน้ำหมักตะโกนาสามารถเพิ่มความคงทนของการติดสีของผ้าฝ้ายได้ และได้ทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger* จากน้ำหมักตะโกนา และการนำน้ำหมักตะโกนามาเคลือบผ้าฝ้ายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* พบว่าน้ำหมักตะโกนาที่มีความเข้มข้น 60% และ 50% โดยปริมาตรมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้ดี ซึ่งน้ำหมักตะโกนาที่มีความเข้มข้นมากจะยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้มากกว่าน้ำหมักตะโกนาที่มีความเข้มข้นน้อย เนื่องจากในน้ำหมักตะโกนามีสาร *Condensed tannin* ที่จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger*

คำสำคัญ : น้ำหมักตะโกนา, ผ้าฝ้าย, เชื้อรา *Aspergillus niger*

ABSTRACT

The objective of this study was to study the effect of the concentration of the ebony fermented solution used for dyeing cotton on the quality of colorfastness of cotton fabric and study the concentration of the ebony fermented solution used for dyeing cotton fabric to inhibit the fungus *Aspergillus niger* by testing the color fastness to sunlight according to the method ISO105-B02:1994. It was found that the cotton fabric dyed with the ebony fermented solution was at a good

level. When exposed to sunlight for 20 days, it was found that the L^* , a^* , and b^* values were close to the initial values. This shows that dyeing with the ebony fermented solution can increase the colorfastness of cotton fabric and studied the percentage of inhibition of *Aspergillus niger* from the ebony fermented solution and the use of the ebony fermented solution for coating cotton fabric were studied to test the efficiency. In inhibiting the growth of *Aspergillus niger*, it was found that the ebony fermented solution with a concentration of 60% and 50% by volume was effective in inhibiting the growth of *Aspergillus niger* will inhibit *Aspergillus niger* more than the ebony fermented solution with a low concentration, because the ebony fermented solution contains condensed tannins that inhibit the growth of *Aspergillus niger*.

Keywords : the ebony fermented solution, cotton fabric, the fungus *Aspergillus niger*

บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกได้ตระหนักถึงผลเสียของการใช้สีสังเคราะห์ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งการใช้สีสังเคราะห์หรือสีเคมีนั้นหากใช้เป็นเวลานานหรือในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค ผู้ผลิต และสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะผ้าฝ้ายทอพื้นเมืองซึ่งจัดเป็นหัตถกรรมที่สร้างรายได้ให้กับคนในท้องถิ่นได้เป็นอย่างมาก ผ้าทอส่วนใหญ่มักจะใช้สีเคมีในการย้อมโดยเป็นที่ทราบกันดีว่าในสีย้อมเคมีบางตัวจะมีสารเอโซ (Azo) ซึ่งหากเราได้รับสารชนิดนี้เข้าสู่ร่างกายจะเป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็ง และทำให้เพิ่มอัตราการเกิดเนื้องอกตามอวัยวะต่างๆ ปัจจุบันมีบางประเทศที่ห้ามไม่ให้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่พบสารเอโซซึ่งในประเทศไทยเองก็ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทผ้าทอให้มีสีเอโซที่ให้แอมโรเมติกเอมีนแต่ละตัวต้องมีค่าไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Thai industrial standards institute, 2015) ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้ผู้บริโภคในปัจจุบันหันมาสนใจผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสีย้อมจากธรรมชาติมากขึ้น เนื่องจากมีพิษ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาตินั้นเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมา โดยส่วนใหญ่เป็นการสกัดสีจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ราก เปลือก ต้น แก่น กิ่ง ใบ และผล

สีย้อมจากธรรมชาตินั้นมีความสวยงาม และให้สีที่หลากหลาย อาทิ เช่น การย้อมสีจากครั่ง แก่นขนุน คราม มะเกลือ เป็นต้น และได้มีการรายงานการศึกษาพืชที่สามารถนำมาย้อมผ้าได้มากขึ้น เช่น การย้อมสีจากเปลือกโกก้าง (Nattaya Punrattanasin, Monthon Nakpathom, Buppha Somboon, Nootsara Nootsara, Nattadon Rungruangkitkrai, & Rattanaphol Mongkhorrattanasit, 2013) สีย้อมจากเมล็ดกาแฟ สีย้อมจากน้ำมันสะเดา (N.F. Ali, R.S.R. El-Mohamedy E.M. El-Khatib, 2020) เป็นต้น นอกจากการศึกษาชนิดของสีย้อมแล้ว ยังมีการศึกษากระบวนการเพิ่มเฉดสีอีกด้วย (สุวิมล หงษ์สาม, 2014)

ผ้าฝ้ายหรือผ้าคอตตอน (cotton) เป็นเส้นใยเซลลูโลสที่ได้มาจากดอกของต้นฝ้ายซึ่งรู้จัก และใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบัน เราจะพบผ้าฝ้ายหรือผ้าผสมใยฝ้ายอยู่ทั่วไปรอบตัวเรา เช่น เสื้อ กระโปรง ผ้าปูที่นอน ผ้าห่ม ผ้าเช็ดตัว ผ้าเช็ดหน้า ผ้าผ่าน เป็นต้น แม้จะมีเส้นใยชนิดใหม่ๆ เกิดขึ้นมากแต่ฝ้ายก็ยังคงเป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะดูดซับและระบายความชื้นได้ดี ไม่ดูดความร้อน และไฟฟ้าสถิต แข็งแรง ทนทาน จึงเป็นเครื่องนุ่งห่มที่จำเป็นสำหรับทุกเพศทุกวัย สวมใส่สบาย ใส่ได้ทุกฤดูกาลแต่ก็ยังมีความเสี่ยงคือ มีความสามารถใน

การป้องกันรังสียูวีน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับผ้าเรยอน ไหม ขนสัตว์ ไนลอน และโพลีเอสเตอร์ ภายใต้สภาวะเดียวกัน ยับง่าย และมีความสามารถในการต้านทานต่อแบคทีเรีย และเชื้อราต่ำ เมื่อผ้าฝ้ายเปียกชื้น จะทำให้มีจุดดำๆ เกิดขึ้น มีกลิ่นเหม็นอับ ผ้าเปียกง่าย เมื่อเกิดเหงื่อไคล คราบเปื้อนสิ่งสกปรก จะติดแน่น ซักออกได้ยาก ทำให้ภาพลักษณ์หรือบุคลิกของผู้สวมใส่เสื้อผ้านั้นดูไม่ดี อีกทั้งยังเป็นแหล่งสะสมของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา โดยเฉพาะเชื้อรา *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus flavus*, และ *Penicillium sp.* (มารีนี ปาติเปาะ, พาตีเมาะ เจนะ และ คอสียาห์ สะลี, 2561)

ผลตะโกนา (*Diospyros rhodocalyx kuarz*) ที่ชาวบ้านบ่อสร้าง อำเภอสนักำแพง จังหวัดเชียงใหม่ นิยมนำมาหมักเป็นน้ำหมักตะโกนา เพื่อใช้ในการเคลือบกระดาษสาซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านของบ้านบ่อสร้าง เนื่องจากน้ำหมักตะโกนาช่วยในเรื่องการติดสีของกระดาษได้ดี และมีประสิทธิภาพในการกันน้ำได้เพราะในน้ำหมักตะโกนามีสารแทนนินเข้มข้น (*Condensed tannins*) ซึ่งนอกจากนี้สารแทนนินยังมีความสามารถในการป้องกันการทำลายของเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราต่างๆ ได้อีกด้วยสารประกอบแทนนินที่ถูกออกซิไดซ์จากออกซิเจนในอากาศแล้วเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบที่ไม่ชอบน้ำ (*Hydrophobic*) สารเหล่านี้ไม่สามารถแตกตัวให้ออออนได้ หรือเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว จึงไม่สามารถยึดติดกับโมเลกุลของน้ำได้ หรือ *Nonpolar Substance* ทำให้ติดแน่นซักไม่ออก ชัยวัฒน์ แก้วคล้ายขจรศิริ และคณะ (2555) นอกจากนี้ศิวพร แก่นจันทร์ และคณะ (2557) ได้ศึกษาการใช้ น้ำจากเปลือกทับทิม เป็นสารช่วยติด และเพิ่มความเข้มข้นของสีบนผ้า ความคงทนสีต่อการซัก เนื่องจากเปลือกทับทิมมีสารแทนนินเป็นองค์ประกอบแทนนินเป็นสารโมเลกุลใหญ่มีโครงสร้างซับซ้อน เมื่อแทนนินถูกออกซิไดซ์ในอากาศ แล้วจะเปลี่ยนไปเป็นสารไม่ชอบน้ำ พบว่าสารสกัดที่เป็นน้ำจากเปลือก *Mimosa tenuiflora* ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และการผลิต AFB1 โดยใช้แนวทางทางชีวภาพแสดงให้เห็นว่าแทนนินที่ควบแน่นมีบทบาทสำคัญในการยับยั้งอะฟลาทอกซินของเปลือก *Mimosa tenuiflora* Christopher Hernandez et al. (2021)

เชื้อรา *Aspergillus niger* เป็นสกุลของรามีสมาชิกประมาณ 200-300 ชนิดในธรรมชาติ พบครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2272 โดย Pier Antonio Micheli ชาวอิตาลีที่ดูเชื้อรากับกล้องจุลทรรศน์ Micheli เห็นว่ารูปร่างของราเหมือนน้ำพุ จึงตั้งชื่อตามรูปร่างนั้น ในปัจจุบัน "*Aspergillum*" เป็นชื่อของราที่ผลิตสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ เป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการออกซิเจนสูงมาก พบในบริเวณที่มีออกซิเจนมากเกือบทั้งหมดโดยทั่วไปเจริญเป็นเส้นใยบนผิวของอาหารที่มีคาร์บอนมาก เช่น กลูโคส อะไมโลส *Aspergillus* ที่มักจะปนเปื้อนในอาหารที่มีแป้ง เช่น ขนมปัง และมันฝรั่ง และเจริญบนต้นไม้ (อาสาสมัครวิกิพีเดีย, 2023)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำหมักตะโกนา (*Diospyros rhodocalyx kuarz*) จากผลตะโกนาซึ่งมีสารแทนนินเข้มข้น (*Condensed tannins*) นอกจากนี้น้ำหมักตะโกนา ยังมีความสามารถในการป้องกันการทำลายของเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราต่างๆ ได้ โดยคุณสมบัติการป้องกันรังสียูวี และการต้านทานแบคทีเรียให้แก่ผ้าฝ้าย และการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่พบในผ้าฝ้ายเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม เพราะหากสามารถนำ น้ำหมักตะโกนาจากผลตะโกนามาย้อมสีบนผ้าฝ้ายได้ก็จะเป็นประโยชน์เป็นการช่วยลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม ลดการเกิดอันตรายต่อผิวหนัง และร่างกาย และเพิ่มคุณสมบัติพิเศษนอกเหนือจากคุณสมบัติพื้นฐานให้กับผ้าฝ้ายเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าฝ้าย อีกทั้งยังสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของน้ำหมักตะโกนาที่นำมาย้อมผ้าฝ้ายต่อคุณภาพของผ้าฝ้าย
2. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของน้ำหมักตะโกนาที่นำมาย้อมผ้าฝ้ายต่อการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger*

วิธีการดำเนินการวิจัย

ดำเนินการศึกษาทบทวนวรรณกรรม ค้นคว้าด้วยวิธีการทดลอง ณ ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ท้องถิ่น และ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ในช่วงระหว่างเดือนมีนาคม 2566 ถึงเดือนธันวาคม 2566 และมีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมน้ำหมักตะโกนา

1.1 ทำน้ำหมักตะโกนา

นำผลตะโกนาดิบ 100 กรัม มาใส่ในครกหินทุบให้พองแตก จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ตักฟองด้านบนทิ้ง นำน้ำตะโกนาที่ได้ไปหมักในไหที่ปิดฝาเป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นเปิดดูเพื่อตรวจดูฟองที่เกิดขึ้นหากพบว่ามีฟองต้องตักฟองทิ้งเพื่อลดการเน่าเสีย และหมักต่อไปเป็นเวลา 6 เดือน เมื่อหมักเสร็จแยกน้ำหมักตะโกนาและผลตะโกนาออก

1.2 เจือจางสารสกัดน้ำหมักตะโกนา

ใช้สูตรร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตรในการคำนวณหาความเข้มข้นที่ 40% 50% และ 60% โดยการนำสารสกัดน้ำหมักตะโกนาผสมกับน้ำกลั่น

$$\%V/V = \frac{\text{ปริมาตรตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรสารละลาย}} \times 100$$

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2551)

2. ขั้นตอนการเตรียมผ้าและย้อมผ้าฝ้าย

2.1 เตรียมผ้าฝ้ายสำหรับย้อม

นำผ้าฝ้ายที่มีขนาด 15x15 เซนติเมตร มาใช้ในการทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus Niger* ตามความเข้มข้น เมื่อตัดผ้าได้ขนาดแล้ว หลังจากนั้นนำผ้าฝ้ายที่ตัดแล้ว แช่ในน้ำผงซักฟอกเป็นเวลา 30 นาที หลังจาก 30 นาทีแล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วนำไปตากแดดให้แห้งพร้อมสำหรับการย้อมสี

2.2 ย้อมผ้าฝ้ายด้วยน้ำหมักตะโกนา

นำน้ำหมักตะโกนาที่ได้จากการสกัดนำมาลงย้อมกับผ้าฝ้ายที่ตัดไว้ ตามความเข้มข้น 40% 50% และ 60% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำผ้าที่ย้อมเสร็จแล้วตากให้แห้งพร้อมที่จะส่งไปทดสอบ ซึ่งจะมีการทดสอบ คือ ทดสอบการยับยั้งเชื้อรา และทดสอบความคงทนของสี

3. ขั้นตอนการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดด

ทดสอบความคงทนสีต่อแสงด้วยเครื่อง Light Fastness Tester ตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ISO 105-B02:1994

4. ขั้นตอนการทดสอบการต้านเชื้อรา *Aspergillus niger*

4.1 การเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

หั่นมันฝรั่งเป็นชิ้นบางๆ 200 กรัม น้ำกลั่น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มให้เดือด กรองแยกน้ำออกมา จากนั้นเติมผงวุ้น 5 กรัม ต้มจนผงวุ้นละลายหลังจากนั้นนำไปอบไอน้ำ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นำมาใส่จานเพาะเชื้อปริมาตร 15 มิลลิลิตร เป็นเวลา 30 นาที

4.2 ทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus Niger* ของน้ำหมักตะโกนาโดยวิธี (Dual culture technique)

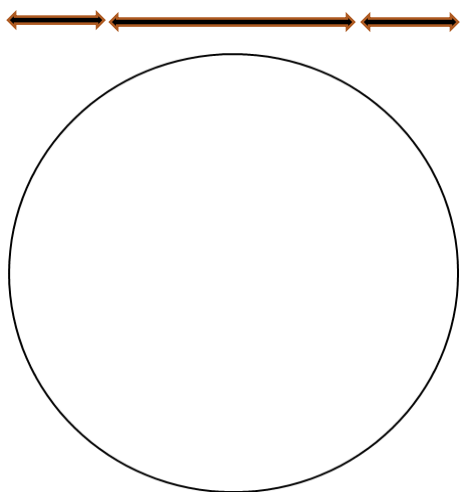
4.2.1 ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะเส้นใยกรณีของเชื้อราที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่เตรียมไว้ข้างต้นวางบนอาหาร PDA จานใหม่ให้ห่างจากขอบจาน เลี้ยงเชื้อด้านซ้าย 2.5 เซนติเมตร

4.2.2 เจาะรูให้ห่างจากขอบจานเลี้ยงเชื้อด้านขวา 2.5 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน และหยดน้ำตะโกนาลงไปในกลุ่มที่เจาะไว้ ขั้นตอนในการทดลองทำด้วยวิธีเทคนิคปลอดเชื้อ aseptic technique เช่น ดังภาพ ทำการทดลองเปรียบเทียบกับชุดควบคุมแล้ววัดความยาวรัศมีของเชื้อราในชุดทดลอง และชุดควบคุม

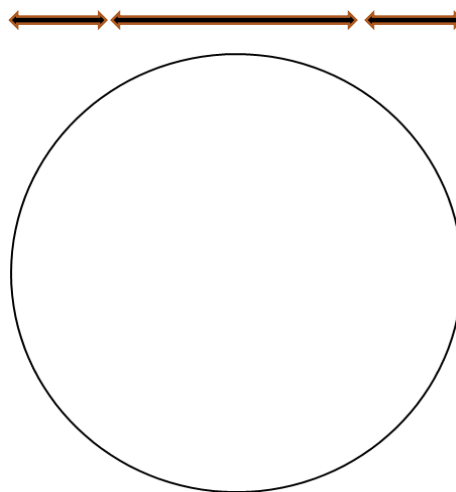
4.2.3 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต (Percent Inhibition of Radius Growth, PIRG)

ภาพแสดงตำแหน่งการวางเชื้อราและตำแหน่งกลุ่มที่หยดน้ำตะโกนที่ทำกรทดลองด้วยวิธี Dual culture technique (ภาพที่ 1) ชุดทดลอง (ภาพที่ 2) ชุดควบคุม

2.5 เซนติเมตร 5 เซนติเมตร 2.5 เซนติเมตร 2.5 เซนติเมตร 5 เซนติเมตร 2.5 เซนติเมตร



(ภาพที่ 1)



(ภาพที่ 2)

วิธีการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต (Percent Inhibition of Radius Growth, PIRG) จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ PIRG} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100$$

โดยที่ R_1 คือ รัศมีของชุดควบคุม

R_2 คือ รัศมีของชุดทดสอบ

(Rahman, M. A., M. F. Begum, and M. F. Alam, 2009)

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงสีของผ้าฝ้ายหลังย้อมด้วยน้ำหมักตะโกนาในแต่ละความเข้มข้น

Concentration (%)	สีของผ้าฝ้าย			
	สี	L*	a*	b*
40	Brown	65.04	6.01	18.41
50	Brown	60.75	8.80	24.86
60	Brown	60.78	8.82	24.88

จากตารางที่ 1 แสดงสีของผ้าฝ้ายหลังย้อมด้วยน้ำหมักตะโกนาในแต่ละความเข้มข้น พบว่าผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยน้ำหมักตะโกนาจะได้สีน้ำตาลจากน้ำหมักตะโกนา โดยผ้าฝ้ายให้ค่าความสว่าง (L*) ความแดง (a*) และความเหลือง (b*) ตามลำดับดังนี้ 65.04, 6.01, 18.41 สำหรับความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 60.75, 8.80, 24.86 สำหรับความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 60.78, 8.82, 24.88 สำหรับความเข้มข้นร้อยละ 60

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าฝ้ายหลังนำไปตากแดด 1 วัน และ 20 วัน

Concentration (%)	สีของผ้าฝ้าย					
	L*		a*		b*	
	1	20	1	20	1	20
40	65.02	64.89	6.03	6.05	18.42	18.44
50	60.73	60.63	8.82	8.85	24.88	24.91
60	60.75	60.66	8.84	8.88	24.90	24.93

จากตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของผ้าฝ้ายหลังนำไปตากแดด 1 วัน และ 20 วัน พบว่าในวันที่ 1 ผ้าฝ้ายให้ค่าความสว่าง (L*) ความแดง (a*) และความเหลือง (b*) ตามลำดับดังนี้ 65.02, 6.03, 18.42 สำหรับความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 60.73, 8.82, 24.88 สำหรับความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 60.75, 8.84, 24.90 สำหรับความเข้มข้นร้อยละ 60 และ ในวันที่ 20 พบค่า L*, a* และ b* ตามลำดับ ดังนี้ 64.89, 6.05, 18.44

สำหรับความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 60.63, 8.85, 24.91 สำหรับความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 60.66, 8.88, 24.93
สำหรับความเข้มข้นร้อยละ 60

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger* จากน้ำหมักตะโกนาในความเข้มข้นที่ต่างกัน

Concentration (%)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (จำนวนวัน)			
	1	3	5	7
40	no	30 ± 0.40	39 ± 0.59	55 ± 0.39
50	no	34 ± 0.02	44 ± 0.03	57 ± 0.02
60	no	35 ± 0.26	45 ± 0.38	57 ± 0.30

จากตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger* จากน้ำหมักตะโกนาใน ความเข้มข้นที่ต่างกันพบว่าสารสกัดน้ำหมักตะโกนาที่มีความเข้มข้น 60%, 50%, 40% โดยปริมาตรมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* สามารถวัดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้ 57 ± 0.30, 57 ± 0.02, 55 ± 0.39 ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาเรื่อง การพัฒนาการย้อมผ้าด้วยน้ำหมักตะโกนาเพื่อยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger* มี 2 ประเด็น คือ

ประเด็นที่ 1 ความเข้มข้นของน้ำหมักตะโกนาที่นำมาย้อมผ้าฝ้าย ในความเข้มข้น 60%, 50% และ 40% พบว่าผ้าฝ้ายที่ถูกย้อมด้วยน้ำหมักตะโกนาทุกความเข้มข้นมีความคงทนของสีอยู่ในระดับดี เมื่อนำผ้าฝ้ายที่ได้จากการย้อมกับน้ำหมักตะโกนาไปตากแดดเป็นเวลา 20 วัน ผลปรากฏว่าได้ค่า L*, a* และ b* ใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น นั่นหมายความว่าสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยน้ำหมักตะโกนา ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี หรือมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งน้อยมาก และสีไม่ซีดจางลง ทั้งนี้เพราะในน้ำหมักตะโกนามีสารแทนนินที่มีโครงสร้างยึดติดกับผ้าฝ้ายได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยวัฒน์ แก้วคล้ายขจรศิริ และคณะ (2555) พบว่าสารประกอบแทนนินที่ถูกออกซิไดซ์จากออกซิเจนในอากาศแล้วเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) สารเหล่านี้ไม่สามารถแตกตัวให้ออกอนได้ หรือเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว จึงไม่สามารถยึดติดกับโมเลกุลของน้ำได้ หรือ Nonpolar Substance จึงทำให้ติดแน่นซึกไม่ออก สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิวพร แก่นจันทร์ และคณะ (2557) ได้รายงานว่าการใช้น้ำจากเปลือกทับทิมเป็นสารช่วยติด และเพิ่มความเข้มข้นของสีบนผ้า ความคงทนสีต่อการซัก เนื่องจากเปลือกทับทิมมีสารแทนนินเป็นองค์ประกอบ แทนนินเป็นสารโมเลกุลใหญ่มีโครงสร้างซับซ้อน เมื่อแทนนินถูกออกซิไดซ์ในอากาศ แล้วจะเปลี่ยนไปเป็นสารไม่ชอบน้ำ

ประเด็นที่ 2 การนำน้ำหมักตะโกนามาเคลือบผ้าฝ้ายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* โดยใช้น้ำหมักตะโกนาที่มีความเข้มข้น 60%, 50% และ 40% โดยปริมาตร ผลการทดลองพบว่าน้ำหมักตะโกนาที่มีความเข้มข้น 60% และ 50% โดยปริมาตรมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้ดีซึ่งสามารถวัดค่าร้อยละการยับยั้งได้ 57 ± 0.30 และ 57 ± 0.02 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหมักตะโกนาที่มีความเข้มข้น 40% โดยปริมาตร มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง

การเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* วัดค่าร้อยละการยับยั้งได้ 55 ± 0.39 ซึ่งมีประสิทธิภาพน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำหมักตะโกนามีสาร *condensed tannin* ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้ โดยที่น้ำหมักตะโกนาที่มีความเข้มข้นมากจะมีสาร *condensed tannin* อยู่ในปริมาณมาก จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้มากกว่าน้ำหมักตะโกนาที่มีความเข้มข้นน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริรัตน์ บุญดีเรก และคณะ (2023) ได้ศึกษาสารสกัดจากเปลือกมังคุดเป็นสาร *condensed tannin* เมื่อนำสารสกัดแทนนินมาทดสอบพบฤทธิ์ของการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ ที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารแทนนิน และ Christopher Hernandez et al. (2021) ได้ศึกษาว่าสารสกัดที่เป็นน้ำจากเปลือก *Mimosa tenuiflora* ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และการผลิต AFB1 โดยใช้แนวทางทางชีวภาพแสดงให้เห็นว่าแทนนินที่ควบแน่นมีบทบาทสำคัญในการยับยั้งอะฟลาทอกซินของเปลือก *Mimosa tenuiflora*

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาน้ำหมักในพืชตระกูล *Diospyos* สำหรับใช้ในการย้อมผ้า ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างน้ำหมักตะโกนาและน้ำหมักในพืชตระกูล *Diospyos* ว่าสามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร
2. ควรขยายผลการใช้น้ำหมักตะโกนาไปทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus flavus*

สรุปผล

จากการพัฒนาการย้อมผ้าด้วยน้ำหมักตะโกนาเพื่อยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus flavus* สรุปได้ว่า

1. ความเข้มข้นของน้ำหมักตะโกนาที่ 50% เมื่อนำมาย้อมผ้าฝ้ายแล้วทำให้ผ้าฝ้ายมีคุณภาพคงทนซึ่งสังเกตได้จากสีหลังการย้อมอยู่ในระดับดี โดยสังเกตได้จากหลังนำไปตากแดดเป็นเวลา 20 วัน ผลปรากฏว่าได้ค่า L^* , a^* และ b^* ใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น
2. ความเข้มข้นของน้ำหมักตะโกนาที่ 50% เมื่อนำไปทดสอบการยับยั้งเชื้อ พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* สามารถวัดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้ 57 ± 0.02 เนื่องจากในน้ำหมักตะโกนามีสาร *condensed tannin*

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ท้องถิ่น และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่ให้ข้อมูลความรู้ และสถานที่ในการทดลอง งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

รายงานการวิจัยฉบับนี้ขอมอบความดีแก่ผู้สนับสนุนทุกคน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารอ้างอิง

- ชัยวัฒน์ แก้วคล้ายขจรศิริ และ ประทับใจ สิกขา. 2555. การศึกษากระบวนการฟ้าย้อมครามโดยใช้ยางกล้วยน้ำว้า
ดิบเป็นสารช่วยติด. วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 3(1):
105-113.
- มารีนี ปาติเปาะ, พาตีเมาะ เจนะ และ คอสิยาร์ สะลี. 11-12, กุมภาพันธ์, 2561. การปนเปื้อนของเชื้อราบน
เสื้อผ้ามือสองที่จำหน่ายในตลาดนัดในจังหวัดยะลา และปัตตานี. น. 491-496. ใน:
การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 3 ประจำปี 2561.
- ศิวพร แก่นจันทร์ และปิยะพร ความภักภาพพันธ์. 2557. การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากกากกาแพโดยใช้สารสกัดจาก
เปลือกทับทิมเป็นสารช่วยติด Silk dyeing with coffee sludge extracts using pomegranate peel
extract as a mordant. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 8(1): 8-12.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2551. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน เคมี ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น
พื้นฐาน พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.
- สิริรัตน์ บุญดีเรก, ปริมาภรณ์ จิวพัฒนกุล แก้วมณี, ณัฐพล กิตติคุณเดชา, ณภัทร บุณนาค, ดนุชิตา สาเขตร์ และ
สิริลักษณ์ ติรณธนากุล. 2023. ผลของสารสกัดแทนนินจากเปลือก *Garcinia mangostana* L. และ
คลอโรฟิลล์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มีวแทนส์. Srinakharinwirot University
Dental Journal (E-ISSN 2774-0811), 16(1), 89-101. แหล่งข้อมูล:
<https://ejournals.swu.ac.th/index.php/swudentj/article/view/14041>. ค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2023
- สุวิมล หงษ์สาม, ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา และพิชัย สดภิบาล. 2014. ศึกษาและพัฒนากระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อม
ธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยหอม เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ Study and Development
Process to Increase Natural dyes's Tone Variation on the Cotton Yarn from *Strobilanthes*
flaccidifolius for Textile Produc. วารสารวิชาการ AJNU ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัย
นเรศวร ปีที่ 5(2) ประจำเดือน กรกฎาคม 2557 - ธันวาคม 2557.
- อาสาสมัครวิกิพีเดีย. 2023. Aspergillus. แหล่งข้อมูล:
<https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=Aspergillus&oldid=11206412>. ค้นเมื่อ 19
พฤศจิกายน 2023.
- Christopher Hernandez, Laura Cadenillas, Anwar El Maghubi, Isaura Caceres, Vanessa Durrieu,
Céline Mathieu, & Jean Denis Bailly. 2021. *Mimosa tenuiflora* Aqueous Extract: Role of
Condensed Tannins in Anti-Aflatoxin B1 Activity in *Aspergillus flavus*.
- N.F. Ali, R.S.R. El-Mohamedy E.M. El-Khatib. 2020. Influence of Neem oil pretreatment on the
dyeing and antimicrobial properties of wool and silk fibers with some natural dyes.
Abdulrahman Abdullah Alwarthan, Arabian Journal of Chemistry, King Saud University:
1094-1104.

- Nattaya Punrattanasin, Monthon Nakpathom, Buppha Somboon, Nootsara Nootsara, Nattadon Rungruangkitkrai, & Rattanaphol Mongkhorrattanasit. 2013. **Silk fabric dyeing with natural dye from mangrove bark (*Rhizophora apiculata* Blume) extract.** in *Industrial Crops and Products*.:122-129. Elsevier.
- Rahman, M. A., M. F. Begum, and M. F. Alam. 2009. **Screening of Trichoderma Isolates as a Biological Control Agent against *Ceratocystis paradoxa* Causing Pineapple Disease of Sugarcane.** *Mycobiology*. 37(4): 277-285.
- Thai industrial standards institute. (2015). **Thai community product standard of products made from hand woven fabrics.** ISBN 978-616-125-4

ฤทธิ์ของสารสกัดจากมะกรูด เพื่อยืดอายุของ *Caenorhabditis elegans*
ที่ถูกชักนำให้เกิดภาวะ Oxidative stress
Effect of *Citrus hystrix* extracts on the longevity
of induced - oxidative stress of *Caenorhabditis elegans*

ณัฐพงษ์ นพโลหะ^{1*} และเทวิน เทนคำเนา²

Nuttaphong Noploha^{1*} and Tewin Tencomnao²

¹ ภาควิชาเวชศาสตร์การธนาคารเลือดและจุลชีววิทยาคลินิก คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารจุฬาพัฒนา 1 เลขที่ 154 ถนน
พระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10300

² ภาควิชาเคมีคลินิก คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารจุฬาพัฒนา 1 เลขที่ 154 ถนนพระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ
10300

¹Department of Transfusion Medicine and Clinical Microbiology , Faculty of Allied Health Sciences Chulalongkorn University
, Chulapat building 1 , 154 RAMA 1 Rd. , Wang mai , Pathum wan , Bangkok 10300

²Department of Clinical Chemistry , Faculty of Allied Health Sciences , Chulalongkorn University Chulapat building 1 , 154
RAMA 1 Rd. , Wang mai , Pathum wan , Bangkok 10300

*Corresponding author E-mail : skn_sci@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูด ในการช่วยลดการเกิดภาวะ oxidative stress สำหรับการช่วยยืดอายุของ *C. elegans* ที่ถูกชักนำให้เกิดภาวะ oxidative stress พบว่าสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดที่ความเข้มข้น 50 , 100 และ 200 ug/ml มีอัตราการรอดชีวิตของ *C. elegans* เมื่อเทียบกับ *C. elegans* ที่ไม่ได้ให้สารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูด และ *C. elegans* ที่ให้สารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูด ที่ความเข้มข้น 50 , 100 และ 200 ug/ml มีค่าปริมาณสาร ROS แตกต่างกับ *C. elegans* ที่ไม่ให้สารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูด ช่วยในการลดการเกิดภาวะ oxidative stress ใน *C. elegans* ได้

คำสำคัญ : โรค neurodegenerative disease, *C. elegans*, มะกรูด, ROS

ABSTRACT

The objectives of this study are to investigate how oxidative stress reduction is affected by kaffir lime leaf and skin extracts. As a consequence of this, *C. elegans* is going to survive longer. The results showed that *C. elegans* that received kaffir lime leaf and skin extracts at concentrations of 50, 100, and 200 ug/ml had greater survival rates than those given neither leaf nor skin extracts. Additionally, at the same level as previously said, kaffir lime leaf and skin extracts affected the quantity of ROS that differed from neither the leaf nor the skin at the significance level of 0.05. In conclusion, oxidative stress is reduced by kaffir lime leaf and skin extracts in *C. elegans*.

Keyword : neurodegenerative disease, *C. elegans*, *Citrus hystrix*, ROS

บทนำ

ภาวะอาการของโรค neurodegenerative disease (NDD) คือโรคที่เกิดจากการเสื่อมของเซลล์ประสาท โดยปัจจุบันโรคในกลุ่มนี้ถือเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญโรคหนึ่ง เนื่องจากการพบผู้ป่วยโรคนี้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลก โดยอาการทั่วไปของผู้ป่วย จะมีปัญหาเกี่ยวกับระบบประสาท บางครั้งมีการสูญเสียความทรงจำ , การเสื่อมสภาพของเซลล์ประสาทมีผลทำให้ผู้ป่วยมีความสามารถในการทำงานของสมองลดลง บางครั้งมีการสูญเสียการควบคุมในด้านารเคลื่อนไหว จนถึงขั้นเป็นอัมพาต ตัวอย่างที่สำคัญของโรคที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease (AD)) , โรคพาร์กินสัน (Parkinson's disease (PD)) หรือ โรคฮันติงตัน (Huntington's disease (HD)) แต่ในทางกลับกันพบว่าความก้าวหน้าทางการแพทย์เกี่ยวกับการรักษาอาการของโรค NDD กลับไม่ได้ก้าวหน้าตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้ป่วย โดยจากสถิติที่ผ่านมาพบว่าการพัฒนาของยาในกลุ่มโรคนี้มีน้อยมาก โดยปัจจุบันวิธีการรักษาโรคในกลุ่ม NDD มักทำการรักษาแบบผสมผสาน คือการใช้สารสกัดจากพืชที่ออกฤทธิ์เกี่ยวข้องกับระบบประสาท โดยในปัจจุบันมีการวิจัยพบว่ามีสมุนไพรหลากหลายชนิดที่สามารถช่วยลดการแสดงออกของโรคในกลุ่ม NDD ได้ จึงมีการคาดการณ์ว่า สารสกัดจากพืชจะเข้ามามีบทบาทช่วยในการรักษาโรค NDD แทนวิธีการใช้ยาและการรักษาแบบผสมผสาน โดยสาเหตุที่สำคัญของโรคกลุ่มนี้คือการเกิดภาวะ oxidative stress ที่ทำให้ร่างกายมีปริมาณของสารอนุมูลอิสระไม่สมดุล โดยสารอนุมูลอิสระที่สำคัญที่ร่างกายสร้างขึ้นได้แก่ reactive oxygen species (ROS) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการใช้ออกซิเจนในร่างกาย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ เช่น ทำลายไขมัน , โปรตีน รวมถึงสารพันธุกรรมในเซลล์ ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงสนใจที่จะนำมะกรูดที่มีสรรพคุณต้านอนุมูลอิสระมาทดสอบกับ *Caenorhabditis elegans (C.elegans)* เพื่อช่วยยืดอายุเมื่อถูกชักนำให้เกิดภาวะ oxidative stress

วัสดุและวิธีการ

ขั้นตอนการสกัดสารจากมะกรูด

นำส่วนของผิวมะกรูดและใบมะกรูดที่ปลูกในแขวงบางระมาต เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร โดยเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน ปี ค.ศ. 2019 ทำการสกัดโดยการแช่และหมักไว้ในเอทานอล 70% อัตราส่วน 1:5 w/v ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมากรอง โดยส่วนที่เป็นกากหลังจากการกรองนำไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง ผสมส่วนที่ทำการสกัดได้ทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วทำให้เข้มข้นขึ้นโดยการระเหยที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สารสกัดหยาบที่ได้นำมาละลายในตัวทำละลาย DMSO หรือเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส⁴⁴ (Nattaporn et al. 2020)

การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากมะกรูดต่อ *E.coli* OP50

เลี้ยง *E.coli* OP50 บน NGM plate แล้วแบ่งส่วนของ plate ออกเป็น 4 ส่วน เพื่อศึกษาผลของสารที่ใช้ในการทดสอบ คือ สารสกัดจากผิวมะกรูด (CHP) และสารสกัดจากใบมะกรูด (CHL) โดยเลือกใช้ความเข้มข้นที่สูงที่สุดในการทดลอง คือ 200 ug/ml หยดลงบน plate ในส่วนที่แบ่งไว้ รวมถึงใช้ DMSO เข้มข้น 0.1% และ Penicillin-Streptomycin เพื่อทำเป็น negative control และ positive control ตามลำดับ นำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นดูลักษณะ clear zone ของ *E.coli* OP50 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อดูฤทธิ์ของสารสกัดจากมะกรูดว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของ *E.coli* OP50 หรือไม่ โดยกำหนดค่าในการ cut off ของการ

clear zone คือ ถ้า clear zone มีค่ามากกว่า 21 มิลลิเมตร แสดงว่าสารสกัดจากมะกรูดมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E.coli* OP50 ถ้า clear zone มีค่าน้อยกว่า 13 มิลลิเมตร แสดงว่าสารสกัดจากมะกรูดไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ *E.coli* OP50

การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากผิวมะกรูดและใบมะกรูดที่มีผลต่อการรอดชีวิตของ *C. elegans* ที่ถูกชักนำให้เกิดภาวะ Oxidative stress *Caenorhabditis elegans*

C. elegans ที่ใช้ในการทดสอบเป็นสายพันธุ์ wild-type N2 ที่ได้รับมาจาก Caenorhabditis Genetics Center (University of Minnesota , MN , USA) โดยมีการเก็บเป็น stock ไว้ในอาหารเลี้ยง nematode growth medium (NGM) ที่มี *E.coli* OP50 เลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นอกจากนี้จำเป็นต้องหมั่นตรวจสอบอาหาร NGM อย่างสม่ำเสมอ หากอาหาร NGM แห้งแล้ว ให้ทำการ subculture ลงในอาหาร NGM ใหม่เพื่อให้ *C. elegans* อยู่รอด

ขั้นตอนการเก็บไข่ *C. elegans*

เลี้ยง *C. elegans* ชนิด N2 ใน NGM plate ที่มี *E.coli* OP50 เป็นอาหาร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 – 72 ชั่วโมง ชะล้างไข่ของ *C. elegans* ด้วยสารละลาย M9 ปริมาตร 3 – 5 มิลลิลิตร ลงใน NGM plate ที่ทำการเพาะเลี้ยงไข่ของ *C. elegans* ไว้ ดูดสารละลาย M9 ที่ชะล้างไว้ลงในหลอดขนาด 15 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย NaClO ปริมาตร 1 มิลลิลิตรและ KOH ปริมาตร 500 ไมโครลิตร เขย่าเป็นระยะเวลา 10 นาที หลังจากนั้นปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ความเร็ว 2,000 rpm เป็นเวลา 2 นาที แล้วดูดเฉพาะส่วนน้ำใสออก เติมสารละลาย M9 ลงไปอีกปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ความเร็ว 2,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที แล้วดูดส่วนน้ำใสออก (ทำขั้นตอนนี้ซ้ำอีก 1 รอบ) สุดท้ายเติมสารละลาย M9 ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตรลงในหลอด แล้วดูดสารละลายจากหลอดลงใน plate เปลา นำไปเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ *C. elegans* เข้าสู่ระยะ L1

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดใบมะกรูดและผิวมะกรูดต่อ *C. elegans*

เติมสารละลาย s-medium ที่มี *E.coli* OP50 สำหรับเป็นอาหารของ *C. elegans* โดยความเข้มข้นของ *E.coli* OP50 ในสารละลาย s-medium วัดค่าความยาวคลื่นได้ที่ OD₆₀₀ ลงใน plate ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร จำนวน 14 plate ดูดสารละลายที่มี *C. elegans* ที่เข้าสู่ระยะ L1 แล้ว ลงใน plate s-medium ที่เตรียมไว้ plate ละประมาณ 50 ตัว โดยอาศัยการนับจำนวนผ่านกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ

เตรียมความเข้มข้นของสารสกัดจากผิวมะกรูดและใบมะกรูด โดยสารสกัดที่เตรียมไว้นั้นมีความเข้มข้นเริ่มต้นอยู่ที่ 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำไปเจือจางให้เหลือความเข้มข้นที่ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อได้ความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถใช้งานได้แล้ว นำสารสกัดจากผิวมะกรูดและใบมะกรูด เติมลงใน s-medium ที่มี *C. elegans* ที่เตรียมไว้ตอนต้น ให้ได้ความเข้มข้นดังนี้ คือ 200 , 100 , 50 , 25 และ 12.5 ug/ml

เตรียมสารละลายที่จะใช้เป็น control ต่างๆ คือ solvent control ใช้ DMSO ให้ได้ความเข้มข้น 0.1% positive control ใช้ Epigallocatechin gallate (EGCG) ความเข้มข้น 0.25% และ negative control หลังจากนั้นนำ plate ทั้งหมดที่เติม *C. elegans* เรียบร้อยแล้วไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ทำการชักนำให้เกิดภาวะ oxidative stress โดยใช้สาร juglone ทำการชักสาร juglone ให้ได้ 2 มิลลิกรัม ละลายใน DMSO 2000 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย juglone ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดสารละลาย juglone ที่เตรียมไว้ปริมาตร 13.932 ไมโครลิตร ลงใน plate ของ *C. elegans* ที่ทำการ treatment สารสกัดจาก ผิวมะกรูดและใบมะกรูดไว้ จะได้ความเข้มข้นของสารละลาย juglone ใน plate ที่ 80 uM นำ *C. elegans* ที่ถูกชัก นำให้เกิดสภาวะ oxidative stress ไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดต่ออัตราการรอดชีวิตของ *C. elegans*

เมื่อทำการเลี้ยง *C. elegans* ที่ใส่สารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน รวมถึงกลุ่ม control ต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ทำการนับจำนวนของ *C. elegans* ที่รอดชีวิตเทียบกับจำนวนของ *C. elegans* ทั้งหมด เพื่อหาอัตราการรอดชีวิตของ *C. elegans* โดยคำนวณจาก

$$\text{อัตราการรอดชีวิต (\%)} = \frac{\text{จำนวน } C. elegans \text{ ที่มีชีวิตรอด}}{\text{จำนวน } C. elegans \text{ ที่เลี้ยงไว้ทั้งหมด}} \times 100\%$$

การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดต่อการยับยั้งปริมาณ ROS ของ *C. elegans* ที่ถูกชักนำให้เกิดภาวะ oxidative stress

ขั้นตอนการวัดปริมาณโปรตีนใน *C. elegans* เพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐาน

เลี้ยง *C. elegans* ในสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูด โดยเลือกใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่ช่วยในยืดอายุของ *C. elegans* ในตอนที่ 2 ใส่ *C. elegans* ลงใน microtube แ่งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำไปให้เซลล์แตกด้วยเครื่อง ultrasonic processor วัดปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Bradford assay แล้วนำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 595 nm เพื่อจะใช้ในการกำหนดปริมาณ *C. elegans* สำหรับนำไปวัดปริมาณ ROS

ขั้นตอนการวัดปริมาณ ROS ใน *C. elegans*

เติม *C. elegans* ตามปริมาณที่กำหนด (โดยให้มีปริมาณโปรตีนเท่ากัน) ลงใน 96 – well microtiter plate แล้วเติม carboxy H₂DCF-DA ความเข้มข้น 50 uM ลงในแต่ละหลุมของ microtiter plate ที่มีตัวอย่างของ *C. elegans* อยู่ เพื่อใช้เป็น indicator ในการวัดปริมาณ ROS incubate ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำไปวัดค่า ROS ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยใช้แสง Fluorescence (ค่า Excitation 485 nm และค่า emission 535 nm) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณ ROS

ผลการวิจัย

ฤทธิ์ของสารสกัดจากมะกรูดต่อ *E.coli* OP50

จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดไม่เกิด clear zone กับ *E.coli* OP50 เช่นเดียวกับสารละลาย DMSO ในขณะที่เมื่อทดสอบกับยา Penicillin-Streptomycin เกิด clear zone เฉลี่ย 35.8 mm

แสดงว่าสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ *E.coli* OP50 จึงสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยง *C. elegans* ได้ โดยไม่มีผลทำให้ปริมาณ *E.coli* OP50 ลดลงขณะทำการเลี้ยง *C. elegans*

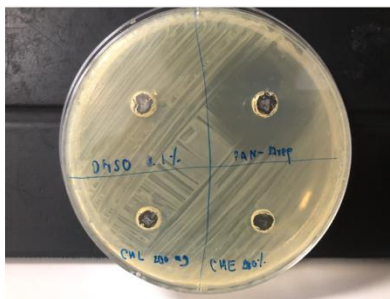


Figure 1 : Results of research into how kaffir lime extract affects bacteria. *E.coli* OP50

ฤทธิ์ของสารสกัดจากผิวมะกรูดและใบมะกรูดที่มีผลต่อการรอดชีวิตของ *C. elegans* ที่ถูกชักนำให้เกิดภาวะ Oxidative stress

จากการศึกษาสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดที่ความเข้มข้น 12.5 , 25 , 50 , 100 และ 200 ug/ml พบว่าค่าอัตราการรอดชีวิตของสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดที่ความเข้มข้น 50 , 100 และ 200 ug/ml เมื่อเทียบกับค่าอัตราการรอดชีวิตของ *C. elegans* ที่ให้สารละลาย juglone เพียงอย่างเดียว พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ในขณะที่ค่าอัตราการรอดชีวิตของสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดที่ความเข้มข้น 12.5 และ 50 ug/ml เมื่อเทียบกับค่าอัตราการรอดชีวิตของ *C. elegans* ที่ให้สารละลาย juglone เพียงอย่างเดียว พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดที่ความเข้มข้น 50 , 100 และ 200 ug/ml สามารถช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตให้กับ *C. elegans* ที่ถูกทำให้เกิดภาวะ oxidative stress ได้

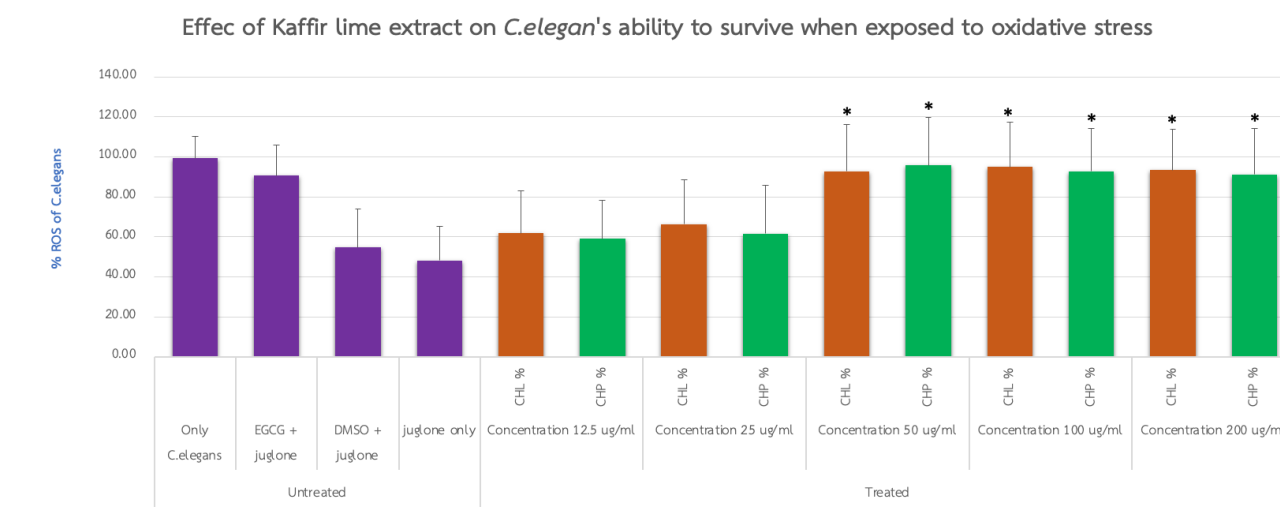


Figure 2 : Percentage of *C. elegans* that were exposed to oxidative stress survived.

การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดต่อการยับยั้งปริมาณ ROS ของ *C. elegans* ที่ถูกชักนำให้เกิดภาวะ oxidative stress

จากการศึกษาสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดที่ความเข้มข้น 50 , 100 และ 200 ug/ml ซึ่งเป็นช่วงความเข้มข้นที่สามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของ *C. elegans* ได้จากตอนที่ 2 พบว่าปริมาณ ROS ที่คำนวณได้มีค่าแตกต่างกับปริมาณ ROS เมื่อเทียบกับ *C. elegans* ที่ให้สารละลาย juglone เพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าสารสกัดจากใบมะกรูดและผิวมะกรูดที่ความเข้มข้น 50 , 100 และ 200 ug/ml สามารถช่วยลดปริมาณ ROS ได้ และยังกล่าวได้ว่าปริมาณ ROS ที่ลดลงดังกล่าว มีผลทำให้การเกิดภาวะ oxidative stress ลดลงด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดภาวะ neurodegenerative disease ใน *C. elegans* ด้วย

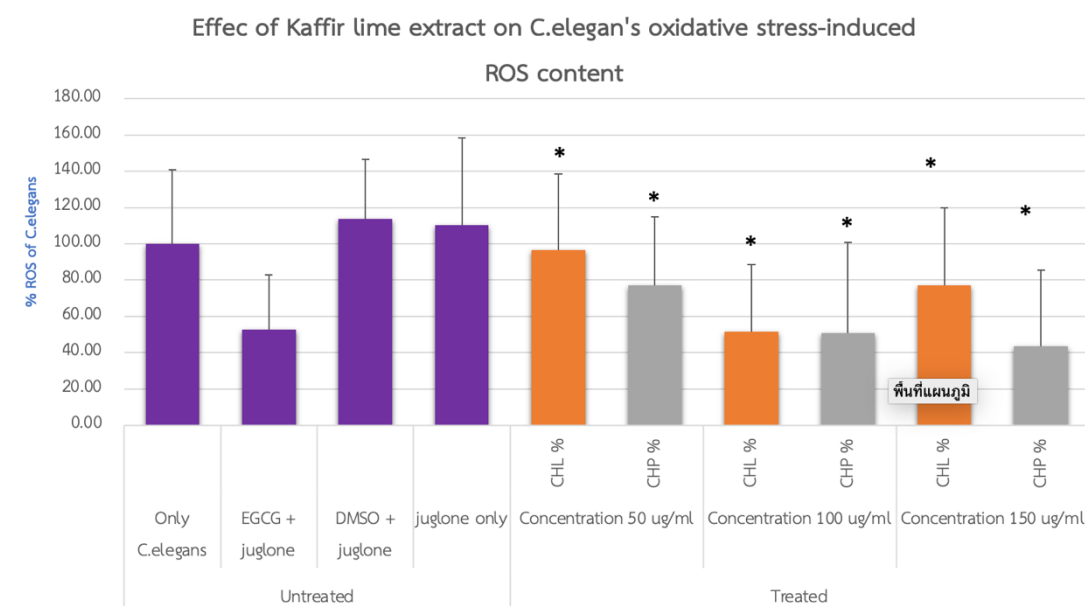


Figure 3 : ROS content measurements in *C.elegans* extract-treated , resulting in oxidative stress.

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของ *C. elegans* พบว่าปริมาณอาหารของ *C. elegans* (ในที่นี้คือ *E.coli* OP50) มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของ *C. elegans* เป็นอย่างมาก โดยหากปริมาณอาหารมีไม่เพียงพอจะทำให้การเจริญเติบโตของ *C. elegans* ลดลง โดยเฉพาะระยะเวลาในวัฏจักรการเจริญเติบโตที่เปลี่ยนแปลงจากระยะ L1 เป็นระยะตัวเต็มวัย นอกจากนี้ยังมีผลต่อลักษณะทางกายภาพต่างๆ เช่น ความยาวของลำตัว , อัตราการวางไข่ เป็นต้น และจากข้อมูลของมะกรูดพบว่าฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ดังนั้นหากมะกรูดมีผลในการต้านการเจริญเติบโตของ *E.coli* OP50 อาจจะทำให้การเจริญเติบโตของ *C. elegans* เปลี่ยนแปลงไปและอาจจะส่งผลต่อการแสดงออกของฤทธิ์มะกรูดที่มีผลต่อการเกิดภาวะ oxidative stress ด้วย แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากมะกรูดไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E.coli* OP50 เนื่องจากในสารสกัดมะกรูด

จะมีสารออกฤทธิ์สำคัญได้แก่ Citronellol ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย แต่ส่วนใหญ่จะมีรายงานว่าช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มแกรมบวกและในกลุ่มแกรมลบบางชนิด และถึงแม้ว่าจะมีรายงานว่าเกิดการยับยั้งเชื้อ *E.coli* แต่ไม่ใช่สายพันธุ์ OP50 (จิราภรณ์และคณะ, 2554) ตามที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าสาร Citronellol ที่เป็นสารออกฤทธิ์สำคัญในมะกรูดยังมีผลในการป้องกันการอักเสบ , การเกิดโรคเมเร็ง รวมถึงมีรายงานว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเซลล์ประสาท ซึ่งมีผลต่อการเกิดภาวะ oxidative stress (Nattaporn et al. 2020) จึงมีความเป็นไปได้ว่าสาร Citronellol จะเข้าไปยับยั้งสารอนุมูลอิสระที่เกิดจากกระบวนการ metabolism ต่างๆ ในเซลล์โดยเฉพาะปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นใน ไมโทคอนเดรีย ซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ที่มีการใช้ออกซิเจนสูงที่สุด ในการเกิดปฏิกิริยาการหายใจระดับเซลล์ โดยปฏิกิริยาดังกล่าวจะทำให้เกิดสารกลุ่ม ROS เช่น $O_2^{\bullet-}$, H_2O_2 และ OH^{\bullet} เป็นต้น โดยสารดังกล่าวผลมีสำคัญทำให้เกิดการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ โดยเฉพาะการทำลาย lipid peroxidation รวมถึงส่งผลต่อการแสดงออกของยีน ทำให้การสร้างโปรตีนบางชนิดผิดปกติไป ซึ่งเป็นไปตามรายงานของผู้ป่วยในโรคกลุ่ม NDD เช่น โรคอัลไซเมอร์ ที่มีการสะสมของโปรตีน B-amyloid มากกว่าคนปกติ หรือเกิดการสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่ม superoxide dismutase (SOD) หรือ catalases (CAT) ผิดปกติ ก็มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณ ROS เช่นกัน ด้วยเหตุนี้ทำให้การลดปริมาณ ROS จึงส่งผลต่อการลดการเกิดภาวะ oxidative stress ซึ่งส่งผลต่อการแสดงออกของโรคในกลุ่ม NDD ได้ด้วย ดังนั้นสารสกัดจากมะกรูดจึงมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดกระบวนการลดปริมาณ ROS ทั้งที่เกิดจากการสะสมภายในเซลล์ของ *C. elegans* เองรวมถึงจากการกระตุ้นให้เกิดจากสาร juglone โดยผลที่เกิดขึ้นนั้นมีลักษณะคล้ายกับการเกิดจากสารสกัด EGCG ที่ได้จากชาเขียว ดังนั้นหากมีการพัฒนาและต่อยอดการทดลอง โดยเฉพาะการทดลองกับสิ่งมีชีวิตชั้นสูง เช่นกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง อาจทำให้การพัฒนาสมุนไพรสำหรับการรักษาโรคในกลุ่ม NDD ถึงพัฒนาไปเป็นยารักษาโรค ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ป่วยที่มีอาการในกลุ่มโรคดังกล่าว สามารถนำไปรักษาโรคแทนการรักษาตามอาการที่เป็นอยู่ปัจจุบันได้

สรุปผล

การศึกษานี้ทำให้ทราบว่าสารสกัดจากผิวมะกรูดที่ความเข้มข้น 50 , 100 และ 200 ug/ml และสารสกัดจากใบมะกรูดที่ความเข้มข้น 100 และ 200 ug/ml มีส่วนช่วยในการลดการเกิด oxidative stress ได้ดีที่สุด โดยสามารถช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของ *C.elegans* รวมถึงช่วยลดปริมาณ ROS ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะ oxidative stress ได้อีกด้วย ดังนั้น สารสกัดจากผิวมะกรูดและใบมะกรูดจึงเป็นตัวเลือกที่ดีที่สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับภาวะโรค neurodegenerative disease ได้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ดร.ณัฐภรณ์ ภัทรโชติอนันต์ หน่วยปฏิบัติการวิจัยด้านภาวะอักเสบและความเสื่อมที่เกี่ยวข้องกับความชรา ภาควิชาเคมีคลินิก คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการดำเนินงานวิจัยทุกขั้นตอน ตลอดจนการให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสารเคมี รวมถึงคอยตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการและผลการทดลอง จนทำให้งานสำเร็จลุล่วงด้วยดีตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

- Arumugam Abirami, Gunasekaran Nagarani, Perumal Siddhuraju. **The Medicinal And Nutritional Role of Underutilized Citrus Fruit- *Citrus hystrix* (Kaffir Lime) :A review** Drug Invention Today 2014;6:1-5.
- Chatrawee Duangjan, Panthakarn Rangsinth, Xiaojie Gu, Michael Wink, Tewin Tancomnao. **Lifespan Extending and Oxidative Stress Resistance Properties of a Leaf Extracts from *Anacardium occidentale* L. in *Caenorhabditis elegans*.** Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2019; doi.org/10.1155/2019/9012396
- Hawa Noedin Siti, Suhaila Mohamed and Yusof Kamisah. **Therapeutic effects of *Citrus hystrix* DC and Its Bioactive Compounds on Metabolic Disorders.** Pharmaceuticals 2022;15:167-89.
- James Michael Brimson, Mani Iyer Prasanth, Waluga Plaingam, Tewin Tencomnao. ***Bacopa monnieri* (L.) Wettst. Extract protects against glutamate toxicity and increase the longevity of *Caenorhabditis elegans*.** Traditional and Complementary Medicine 2020;10:460-70
- Kate M Van Pelt , Matthias C. Truttmann. ***Caenorhabditis elegans* as a model system for studying aging-associated neurodegenerative disease .** Translational Medicine of Aging 2020; 4 : 60 – 72
- Longze Zhang, Guoliang Jie, Junjing Zhang, Baolu Zhao. **Significant longevity-extending effects of EGCG on *Caenorhabditis elegans* under stress.** Free Radical Biology & Medicine 2009;46:414-21
- Nattaporn Pattarachotant, Tewin Tencomnao. ***Citrus hystrix* Extracts Protect Human Neuronal Cells against High Glucose-Induced Senescence.** Pharmaceuticals 2020;13:283-311
- Panthakarn Rangsinth, Anchalee Prasansuklab, Chatrawee Duangjan, Xiaojie Gu, Krai Meemon, Michael Wink, et al. **Leaf extract of *Caesalpinia mimosoides* enhances oxidative stress resistance and prolong lifespan in *Caenorhabditis elegans*.** BMC Complementary and Alternative Medicine 2019;19:164-78

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร : หน่วยงานนำร่อง สำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Carbon Footprint for Organization : Pilot Agency Central Library,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

เอกลักษณ์ ต้วงถึง^{1*}

Aekkalak Duangtueng^{1*}

¹ กองอาคารสถานที่และยานพาหนะ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

¹ Building and Transportation Division, Office of the President, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,
1518 Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue, Bangkok 10800

*Corresponding author E-mail : aekkalak.d@op.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของ สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (tonCO₂e) ใช้แนวทางการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ใช้ข้อมูลการศึกษาปี พ.ศ. 2564 และปี พ.ศ. 2565 จากการศึกษา พบว่า ปี พ.ศ. 2565 สำนักหอสมุดกลางปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจำนวนทั้งสิ้น 363.72 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จำแนกตามขอบเขตที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ ขอบเขตที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงจากการใช้เชื้อเพลิง (น้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซิน) การปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank และบ่อบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของสารทำความเย็นของเครื่องกวดน้ำ ตู้เย็น และตู้แช่ เท่ากับ 230.53 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 63.38 รองลงมา คือ ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 123.27 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 38.89 และน้อยที่สุดคือ ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว) การใช้ น้ำประปา และขยะของเสีย (ฝังกลบ) เท่ากับ 9.92 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 2.73 ตามลำดับ เมื่อนำปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปี พ.ศ. 2565 ไปเปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปี พ.ศ. 2564 ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 141.66 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า พบว่า สำนักหอสมุดกลางมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นร้อยละ 157 เนื่องจากในปี พ.ศ. 2564 มีการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) มหาวิทยาลัยใหม่มีการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์และให้บุคลากรปฏิบัติงานที่บ้าน สำนักหอสมุดกลางได้ปิดให้บริการตามประกาศของมหาวิทยาลัยต่างจาก ปี พ.ศ. 2565 ที่มหาวิทยาลัยเปิดการเรียนการสอนตามปกติ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำมาเป็นแนวทางในการหาวิธีการในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดกลางและมหาวิทยาลัยต่อไป

คำสำคัญ : ก๊าซเรือนกระจก, คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร, คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

Abstract

This research presents an assessment of an organization's carbon footprint of the Central Library, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. In order to calculate greenhouse gas as annual carbon dioxide equivalents (tonCO₂eq), based on the guidelines for assessing greenhouse gas emissions of the Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). Data of this study collected in year 2021 and the year 2022. The study, it was found that in 2022, the Central Library released a total of 363.72 tons of CO₂eq. Classified according to the extent of greenhouse gas from highest to lowest in order as follows : the highest range is Scope 1, which is a direct emissions from fuels (Diesel and Benzine), Methane emissions from the separation tank system and non-aerated sewage treatment tanks and the amount from refrigerant leaks in water dispensers, refrigerators, and freezers equal to 230.53 tons of CO₂eq accounting for 63.38 %. Next is Scope 2, an indirect greenhouse gas from the use of electrical energy equal to 123.27 tons of CO₂eq accounting for 38.89 %. And the least is Scope 3, an indirect greenhouse gas emissions from using A4 and A3 sizes paper (white), using tap water, and waste (Landfill Side) equal to 9.92 tons of CO₂eq accounting for 2.73 %, respectively. The comparison of greenhouse gases in year 2021 and 2022, It is found that the Central Library greenhouse gas increased by 157% in year 2022. The main reason is, in 2021, due to the epidemic of coronavirus (COVID-19), the university offers online classes, and all staff members are working from home. The Central Library has closed in that period, in the other hand, the year 2022 the university come back to on-site classes. The information obtained from this study can be used as a guideline in finding ways to reduce greenhouse gas for the Central Library and the university.

Keywords : Greenhouse Gases, Carbon Footprint for Organization, Carbon Dioxide Equivalent

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคมโลกในปัจจุบันอย่างรุนแรงและต่อเนื่อง ทำให้ต้องเผชิญกับภัยธรรมชาติที่รุนแรงขึ้นและสภาวะอากาศที่แปรปรวนอย่างผิดปกติ ซึ่งสาเหตุการเกิดภาวะโลกร้อนดังกล่าวมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases : GHGs) ทำให้ทุกประเทศทั่วโลกหาแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจก โดยมีความร่วมมือระหว่างประเทศที่สำคัญ เช่น พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งเป็นข้อผูกพันทางกฎหมายที่ดำเนินการเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายในการรับมือกับภาวะโลกร้อน ตามอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) หรือการประชุม Conference of the Parties (COP26) ที่จัดขึ้นที่เมืองกลาสโกว์ ประเทศสกอตแลนด์ ซึ่งประเทศไทยเป็นหนึ่งใน 120 ประเทศที่ร่วมการประชุมนี้ เพื่อแสดงเจตจำนงในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกับประชาคมโลกตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ภายใต้แผนยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ (Long-term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategies : LT-LEDS) ของประเทศไทย และประกาศเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) และเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Net-Zero GHG Emissions) ภายในปี พ.ศ. 2608 (ค.ศ. 2065)

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization : CFO หรือ Corporate Carbon Footprint : CCF) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งแสดงข้อมูลการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กรจากกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งการผลิตและการบริการขององค์กรนั้น และจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) ซึ่งเป็นแนวทางการพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบัน โดยไม่ลดทอนความสามารถในการตอบสนองความต้องการของคนรุ่นหลัง การบรรลุการพัฒนาที่ยั่งยืนมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การเติบโตทางเศรษฐกิจ (Economic Growth) ความครอบคลุมทางสังคม (Social Inclusion) และการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection) โดยไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง ภายในปี ค.ศ. 2030 ประกอบด้วย 17 เป้าหมาย (Goals) 169 เป้าประสงค์ (Targets) โดยเป้าหมายที่ 13 คือ การดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับสถานะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ รวมทั้งสอดคล้องกับเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก หรือ UI GreenMetric (World University Ranking UI GreenMetric Guidelines 2017 – Thai., 2017) ที่มีเกณฑ์การประเมิน 6 ด้าน ประกอบด้วย 1) ที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน 2) การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 3) การจัดการของเสีย 4) การใช้น้ำ 5) การขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และ 6) ความสามารถในการให้การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม จะเห็นได้ว่าการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรได้ถูกกำหนดไว้ในเกณฑ์มาตรฐานข้อ 2 คือ การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

สำหรับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้กำหนดแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 12 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ยุทธศาสตร์ที่ 4 ความเป็นเลิศด้านการจัดการ (Management Excellence) เป้าประสงค์ที่ 4.4 เป็นมหาวิทยาลัยที่มีการจัดการสภาพแวดล้อมและสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนมีตัวชี้วัดเป้าประสงค์ที่ 4.4.1 จำนวนโครงการที่มหาวิทยาลัยดำเนินการเพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) โดยมีกลยุทธ์ที่ 7 สร้างต้นแบบการบริหารจัดการสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย โดยมหาวิทยาลัยเห็นว่าสำนักหอสมุดกลางเป็นหน่วยงานสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนการบริหารจัดการที่ยั่งยืนและมีความพร้อมในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เพื่อเป็นต้นแบบและแนวทางให้หน่วยงานอื่น ๆ ในมหาวิทยาลัยได้

ผู้วิจัยในฐานะฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการกำกับดูแลและส่งเสริมด้านบริหารจัดการมหาวิทยาลัยอย่างยั่งยืน คณะกรรมการปฏิบัติการและส่งเสริมด้านบริหารจัดการมหาวิทยาลัยอย่างยั่งยืน และคณะอนุกรรมการรวบรวมข้อมูลประเมินผลและพัฒนาระบบเพื่อส่งเสริมด้านบริหารจัดการมหาวิทยาลัยอย่างยั่งยืน มีความมุ่งมั่นในการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ภายในองค์กรของสำนักหอสมุดกลาง เพื่อเป็นองค์กรนำร่องของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกและประเมินการชดเชยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ และคาดหวังว่าผลจากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลสำคัญในการสนับสนุนการกำหนดนโยบายในการทำให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือเป็นมหาวิทยาลัยคาร์บอนต่ำ (Low Carbon University) ส่งเสริมภาพลักษณ์และยังเป็นฐานข้อมูลในการขอฉลากคาร์บอนสำหรับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรนั้น งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทบทวนวรรณกรรมที่ประยุกต์วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรกับหน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

งานวิจัยของ ไพรัช อุศุภรัตน์และหาญพล พิงรัมย์ (2557) ได้ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยใช้ปี 2553 เป็นปีฐาน แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขอบเขต คือ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากยานพาหนะต่าง ๆ ครอบคลุมการรั่วไหลของสารทำความเย็นและการบำบัดน้ำเสีย ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัย และขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ของมหาวิทยาลัย

งานวิจัยของ Isaree Rodtusana (2013) ได้ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โดยใช้ปี 2553 เป็นปีฐาน แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขอบเขต คือ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ได้แก่ การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะ การรั่วไหลของสารทำความเย็นและถังดับเพลิง การใช้ปุ๋ยเคมีและการบำบัดน้ำเสีย ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานขององค์กร ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้า และ ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ขององค์กร

งานวิจัยของ จิตติกร หมายมัน, สมบัติ ทีฆทรัพย์, อดิกร เสรีพัฒนานนท์, บัณฑิต รัตนไตร (2561) ได้ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยจำแนกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ

งานวิจัยของ ปรัชญ์ ปิงเมืองเหล็ก (2560) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการกักเก็บคาร์บอนและการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ปี 2559 เป็นปีฐาน แบ่งการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ขอบเขต คือ ขอบเขตที่ 1 Direct Emission การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ขอบเขตที่ 2 Energy Indirect Emission การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ ขอบเขตที่ 3 Indirect Emission เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่นอกเหนือจากขอบเขตที่ 1 และ ขอบเขตที่ 2

งานวิจัยของ พัชรา หาญเจริญกิจ (2563) ได้รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยรังสิต ปี พ.ศ. 2562 ตามเกณฑ์มาตรฐานห้องสมุดสีเขียวของสมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย ฯ จำแนกตามขอบเขตที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ขอบเขต ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงจากการใช้เชื้อเพลิง (น้ำมันดีเซล) ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว) การใช้น้ำประปา และขยะของเสีย (ฝังกลบ)

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น พบว่าการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร มีการแบ่งขอบเขตในการประเมินออกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน และขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ในงานวิจัยนี้เป็นการนำเอาหลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (องค์การบริหารจัดการเรือนกระจก, 2561) โดยทำการวิเคราะห์การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดกลาง ขั้นตอนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ในการจัดทำบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพื่อหาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การกำหนดขอบเขตขององค์กร (Organization Boundary) ได้กำหนดขอบเขตขององค์กรเป็นแบบควบคุม (Control Approach) โดยทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2564 – พ.ศ. 2565

2. การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operational Boundaries)

การกำหนดขอบเขตการดำเนินงานที่สะท้อนถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรมภายในขอบเขตขององค์กร โดยแบ่งออกเป็น 3 ขอบเขต คือ

ขอบเขตที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในองค์กร เช่น การเผาไหม้อยู่กับที่ การเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ การรั่วไหลของสารและอื่น ๆ

ขอบเขตที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าที่ถูกลำเลียงเข้าจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร

ขอบเขตที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมินเพื่อการรายงานผลเพิ่มเติมได้โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ เช่น การใช้น้ำประปา ปริมาณการใช้กระดาษ และขยะมูลฝอยทั่วไปที่ฝังกลบ

3. การกำหนดขั้นตอนการคำนวณ ต้องคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตขององค์กรอย่างครบถ้วน และบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 การระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจก ดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขอบเขตกิจกรรมและแหล่งที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อมของสำนักหอสมุดกลาง

ขอบเขต	รายการกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ลักษณะข้อมูล
ขอบเขตที่ 1	การเผาไหม้อยู่กับที่	ปริมาณการใช้น้ำมันสำหรับงานอาคาร
		- ดีเซล (Generator) - ดีเซล (Fire Pump)
	การเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่	ปริมาณการใช้น้ำมันสำหรับการเดินทาง (รถตู้ รถจักรยานยนต์)
		ปริมาณการปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank
การรั่วไหลของสารและอื่น ๆ	ปริมาณการปล่อยสารมีเทนจากบ่อบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ	
	ปริมาณสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ/ตู้เย็น/ตู้แช่ ชนิด R134A	
	ปริมาณสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Split Type) ชนิด R32	
ขอบเขตที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้
	การใช้น้ำประปา	ปริมาณการใช้น้ำประปา
ขอบเขตที่ 3	การใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว) ขยะมูลฝอยทั่วไป	ปริมาณการใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว)
		ปริมาณขยะฝังกลบ

3.2 การคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดซับก๊าซเรือนกระจก (Activity Data)

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จะดำเนินการโดยทำแบบบันทึกตารางเก็บข้อมูล โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่ เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2564 และ ปี พ.ศ. 2565 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กิจกรรมและแหล่งที่มาของข้อมูล

ขอบเขต	รายการกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หน่วย	แหล่งที่มาของข้อมูล
ขอบเขตที่ 1	การเผาไหม้อยู่กับที่	litre	บันทึกการใช้
	การเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่	litre	บันทึกการใช้
	การปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank	kgCH ₄	จำนวนพนักงานและผู้ใช้บริการ
	การปล่อยสารมีเทนจากบ่อบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ	kgCH ₄	บันทึกการใช้น้ำ
	สารทำความเย็นของเครื่องกดน้ำ/ตู้เย็น/ตู้แช่ ชนิด R134A	kg	รายการตู้เย็น/ตู้แช่/ตู้กดน้ำ การคำนวณอัตราการรั่วไหล
	สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Split Type) ชนิด R32	kg	รายการตู้เย็น/ตู้แช่/ตู้กดน้ำ การคำนวณอัตราการรั่วไหล
ขอบเขตที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	kWh	บันทึกการแจ้งอัตราค่าไฟฟ้าตามมิเตอร์
ขอบเขตที่ 3	การใช้น้ำประปา	m ³	บันทึกการใช้น้ำ
	การใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว) ขยะมูลฝอยทั่วไป	m ³ kg	บันทึกการใช้กระดาษ บันทึกปริมาณขยะ

3.3 การคัดเลือกวิธีการคำนวณ

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ภายในองค์กร สามารถคำนวณได้โดยใช้ข้อมูลจากกิจกรรมคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังแสดงตามสมการที่ (1)

$$CFO = GHG \text{ Emission} = \text{Activity Data} \times EF \quad \text{สมการที่ (1)}$$

โดยที่ GHG คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจก

Activity Data คือ ข้อมูลกิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

EF (GHG Emission Factor) คือ ค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน Activity Data ให้เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.4 การคัดเลือกหรือพัฒนาแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission Factors) หรือค่าแฟกเตอร์การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (GHG Removal Factors) สำหรับกิจกรรมของสำนักหอสมุดกลางมีค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังแสดงตามตารางที่ 3

3.5 การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ 3 กิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกและค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ขอบเขต	รายการกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ค่า EF (tonCO ₂ eq)	หน่วย	แหล่ง อ้างอิง EF
ขอบเขตที่ 1	การเผาไหม้อยู่กับที่			
	- ดีเซล(Generator)	2.7076	kgCO ₂ eq/litre	TGO*
	- ดีเซล (Fire Pump)	2.7076	kgCO ₂ eq/litre	TGO*
	การเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่(รถตู้, รถจักรยานยนต์)			
	- ดีเซล	2.7403	kgCO ₂ eq/litre	TGO*
	- Gasohol 91, E20, E85	2.2373	kgCO ₂ eq/litre	TGO*
	- Gasohol 95	2.2373	kgCO ₂ eq/litre	TGO*
	- ก๊าซหุงต้ม (LPG)	1.7273	kgCO ₂ eq/litre	TGO*
	- ก๊าซธรรมชาติ (CNG/NGV)	2.254	kgCO ₂ eq/litre	TGO*
	การปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank	25	kgCO ₂ eq/kgCH ₄	TGO*
การปล่อยสารมีเทนจากบ่อบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ	25	kgCO ₂ eq/kgCH ₄	TGO*	
สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ/ตู้เย็น/ตู้แช่ ชนิด R134A	1300	kgCO ₂ eq/kgCH ₂ FCF ₃	TGO*	
สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Split Type) ชนิด R32	677	kgCO ₂ eq/kgCH ₂ FCF ₃	TGO*	
ขอบเขตที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	0.4999	kgCO ₂ eq/kWh	TGO*
ขอบเขตที่ 3	การใช้น้ำประปา			
	- การประปานครหลวง	0.7948	kgCO ₂ eq/m ³	TGO*
	- การประปาส่วนภูมิภาค	0.3238	kgCO ₂ eq/m ³	TGO*
	การใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว)	2.0859	kgCO ₂ eq/kg	TGO*
	ขยะมูลฝอยทั่วไป	2.32	kgCO ₂ eq/kg	TGO*

*Thailand Greenhouse Gas Management (Public Organization) (TGO)

4. การจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก

รวบรวมข้อมูลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทั้ง 3 ประเภท และสรุปผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งจัดทำรายงานการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร สำนักหอสมุดกลาง เพื่อเตรียมความพร้อมในการทวนสอบและรับรองผลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

5. การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ทำการประเมินและจัดการความไม่แน่นอน เพื่อประเมินความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการนำข้อมูลทั้งหมดเพื่อจัดทำรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยแสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เก็บรวบรวมได้ รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้ค่าแฟกเตอร์จากแหล่งอ้างอิงต่าง ๆ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความไม่แน่นอนนำไปสู่การทบทวนการประเมิน เพื่อจัดหาแนวทางและการจัดการความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5 รายละเอียดระดับคุณภาพของลักษณะการเก็บข้อมูลและค่าแฟกเตอร์ (Emission Factor) แสดงดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 4 แสดงความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล			
	X = 6 คะแนน	Y = 3 คะแนน		Z = 1 คะแนน
ลักษณะการเก็บข้อมูล	เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ด้วยการติดตั้งระบบ อัตโนมัติ		ข้อมูลจากมิเตอร์ และใบเสร็จ	เก็บข้อมูลจากการ ประมาณค่า
ค่าการ ปล่อยก๊าซ เรือนกระจก (Emission Factors)	A = 4 คะแนน	B = 3 คะแนน	C = 2 คะแนน	D = 1 คะแนน
	EF จากการวัดที่ มีคุณภาพ	EF จากผู้ผลิต	EF ระดับประเทศ	EF ระดับสากล

ตารางที่ 5 ระดับของความไม่แน่นอนและคุณภาพของข้อมูล

ระดับ	ระดับคะแนนโดยรวมของข้อมูล	คำอธิบาย
1	1-6	มีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี
2	7-12	มีความไม่แน่นอนเล็กน้อยคุณภาพของข้อมูลปานกลาง
3	13-18	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดี
4	19-24	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดีเยี่ยม

ตารางที่ 6 ลักษณะการเก็บข้อมูล

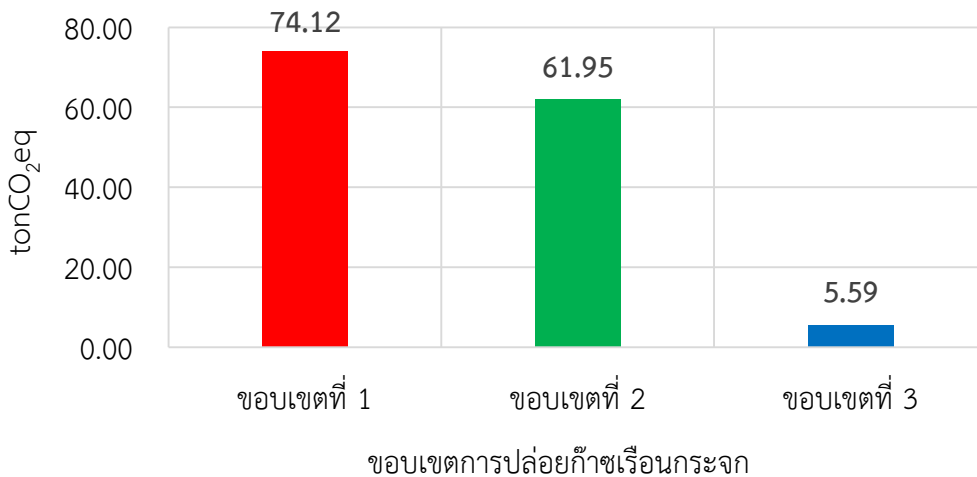
รายการ	รายละเอียด
การเก็บข้อมูลแบบต่อเนื่อง	คือ การรวบรวมข้อมูลจากการบันทึกปริมาณตามความเป็นจริงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการบันทึกปริมาณสามารถหาได้จากการตรวจวัดโดยใช้วิธีการวัดและเครื่องมือหรืออุปกรณ์วัดที่ได้มาตรฐาน เช่น การตรวจวัดปริมาณไฟฟ้าด้วยมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า การตรวจวัดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์จากหัวจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น
การเก็บข้อมูลจากมิเตอร์ และใบเสร็จ	คือ การรวบรวมข้อมูลจากใบเสร็จ ที่สามารถอ้างอิงและตรวจสอบได้ เช่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าขององค์กร เป็นต้น
การเก็บข้อมูลด้วยการประมาณค่า	คือ การสันนิษฐานข้อมูลขึ้นมา โดยอาจอ้างอิงจากกรณีศึกษา

ตารางที่ 7 ค่าแฟกเตอร์ (Emission Factor)

รายการ	รายละเอียด
ค่าแฟกเตอร์จากการวัดที่มีคุณภาพ	คือ ค่าแฟกเตอร์ที่ได้จากการเก็บข้อมูลปฐมภูมิด้วยวิธีการวัดที่ได้มาตรฐาน และใช้เครื่องมือวัดที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน
ค่าแฟกเตอร์จากผู้ผลิต	คือ ค่าแฟกเตอร์ที่ได้จากผู้ผลิต (Supplier)
ค่าแฟกเตอร์ระดับประเทศ	คือ ค่าแฟกเตอร์เริ่มต้นที่มีการกำหนดใช้ในระดับประเทศ เช่น TC Common Data, TGO Emission เป็นต้น
ค่าแฟกเตอร์ระดับสากล	คือ ค่าแฟกเตอร์เริ่มต้นที่มีการกำหนดใช้ในระบับนานาชาติ เช่น IPCC เป็นต้น

ผลการวิจัย

ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ. 2564 รวมทั้ง 3 ขอบเขต มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 141.66 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยแยกเป็นกิจกรรมในขอบเขตที่ 1 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณ 74.12 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 52.32 กิจกรรมในขอบเขตที่ 2 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณ 61.95 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 43.73 และกิจกรรมในขอบเขตที่ 3 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณ 5.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 3.95 ตามลำดับ กราฟแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขอบเขตของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ. 2564 แสดงดังภาพที่ 1



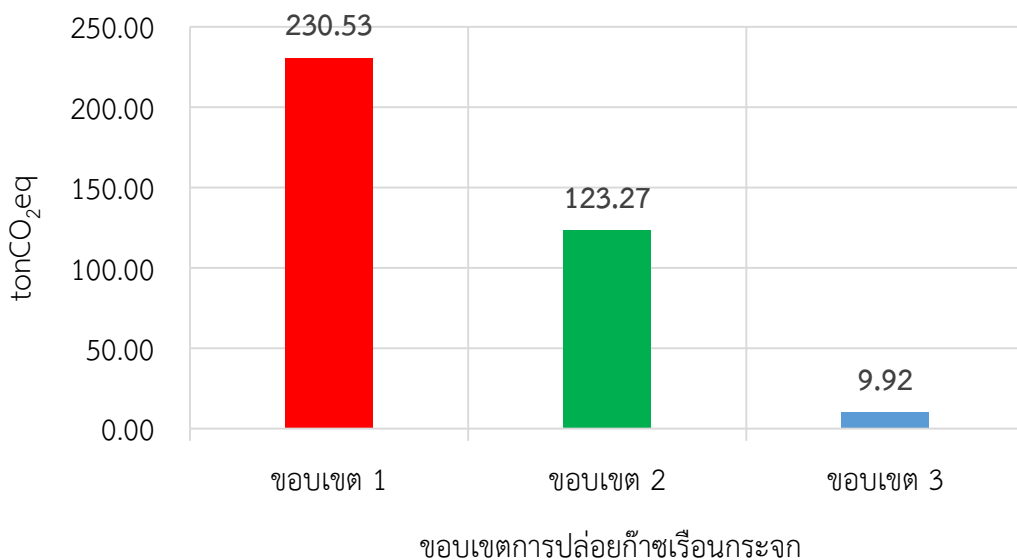
ภาพที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ. 2564

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขอบเขตที่ 1 ของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ. 2564 พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร มีปริมาณเท่ากับ 74.12 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งกิจกรรมที่ส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ การปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank เท่ากับ 73.433 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 99.07 รองลงมา คือ การรั่วไหลของสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Split Type) ชนิด R32 เท่ากับ 0.162 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.22 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของสารทำความเย็นของเครื่องกีดน้ำ ตู้เย็น และตู้แช่ชนิด R134A เท่ากับ 0.156 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.21 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันสำหรับเดินทาง (รถมอเตอร์ไซด์) เท่ากับ 0.141 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.19 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator) เท่ากับ 0.081 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.11 การปล่อยสารมีเทนจากบ่อบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ เท่ากับ 0.079 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.10 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันเครื่องสูบน้ำระบบดับเพลิง (Fire Pump) เท่ากับ 0.065 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 0.09 ตามลำดับ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขอบเขตที่ 2 ของสำนักหอสมุดกลางปี พ.ศ. 2564 พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 61.95 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งมาจากการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของสำนักหอสมุดกลาง คิดเป็นร้อยละ 43.73 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของสำนักหอสมุดกลาง

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขอบเขตที่ 3 ของสำนักหอสมุดกลางปี พ.ศ. 2564 ซึ่งอยู่นอกเหนือจากกิจกรรมขอบเขตที่ 1 และกิจกรรมขอบเขตที่ 2 พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 5.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยกิจกรรมที่ส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มาจากขยะของเสีย (ฝังกลบ) เท่ากับ 4.688 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 83.86 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำประปา เท่ากับ 0.521 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 9.32 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว) เท่ากับ 0.379 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 6.78 ตามลำดับ

ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ. 2565 รวมทั้ง 3 ขอบเขต มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 363.72 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยแยกเป็นกิจกรรมในขอบเขตที่ 1 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณ 230.53 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 63.38 กิจกรรมในขอบเขตที่ 2 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณ 123.27 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 38.89 และกิจกรรมในขอบเขตที่ 3 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณ 9.92 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 2.73 ตามลำดับ กราฟแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขอบเขตของสำนักหอสมุดกลางปี พ.ศ. 2565 แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ. 2565

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ. 2565 จำแนกตามกิจกรรมในขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 แสดงดังตารางที่ 8 พบว่า กิจกรรมขอบเขตที่ 1 มีการปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank เท่ากับ 229.499 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 99.553 รองลงมา คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันสำหรับเดินทาง (รถมอเตอร์ไซด์) เท่ากับ 0.293 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.127 การปล่อยสารมีเทนจากบ่อบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ เท่ากับ 0.272 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.118 การรั่วไหลของสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Split Type) ชนิด R32 เท่ากับ 0.162 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.07 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของสารทำความเย็นของเครื่องกวนน้ำ ตู้เย็น และตู้แช่ชนิด R134A เท่ากับ 0.156 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.068 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันเครื่องกำเนิด

ไฟฟ้าสำรอง (Generator) เท่ากับ 0.081 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.035 และการปล่อย
ก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันเครื่องสูบน้ำระบบดับเพลิง (Fire Pump) เท่ากับ 0.065 ตันคาร์บอนไดออกไซด์
เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 0.028 ตามลำดับ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขอบเขตที่ 2 ของสำนักหอสมุดกลางในปี พ.ศ.2565 พบว่า มี
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 123.27 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งมาจากการใช้ไฟฟ้า
ทั้งหมดของสำนักหอสมุดกลาง คิดเป็นร้อยละ 38.89 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของสำนัก
หอสมุดกลาง

ตารางที่ 8 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 ของสำนักหอสมุดกลาง
ปี พ.ศ.2565

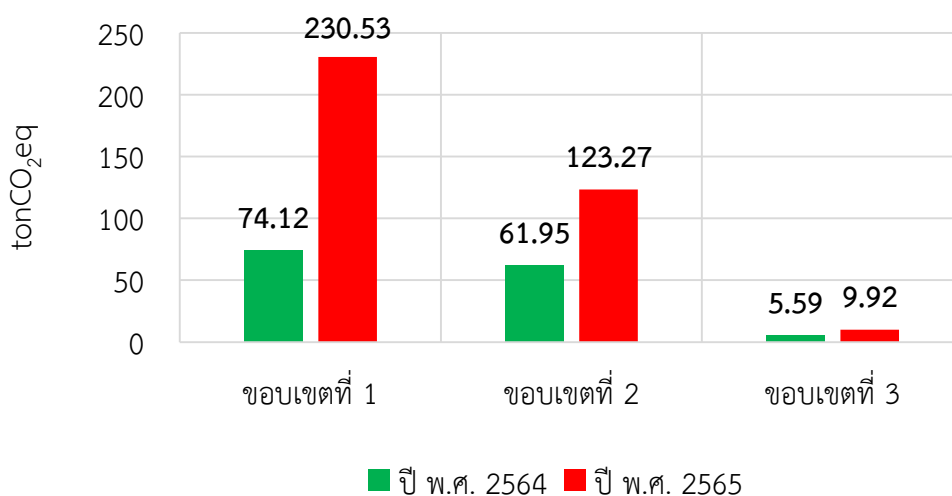
กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tonCO ₂ eq)	ร้อยละ
ขอบเขตที่ 1		
การใช้น้ำมันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator)	0.081	0.035
การใช้น้ำมันเครื่องสูบน้ำระบบดับเพลิง (Fire Pump)	0.065	0.028
การใช้น้ำมันสำหรับเดินทาง (รถมอเตอร์ไซด์)	0.293	0.127
การปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank	229.499	99.553
การปล่อยสารมีเทนจากบ่อบำบัดน้ำเสียแบบ ไม่เติมอากาศ	0.272	0.118
การรั่วไหลของสารทำความเย็นของเครื่อง กวดน้ำ/ตู้เย็น/ตู้แช่ ชนิด R134A	0.156	0.068
การรั่วไหลของสารทำความเย็นของ เครื่องปรับอากาศ (Split Type) ชนิด R32	0.162	0.07
รวม	230.53	100
ขอบเขตที่ 2		
การใช้ไฟฟ้า	123.27	100

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขอบเขตที่ 3 ของสำนักหอสมุดกลางในปี พ.ศ.2565 ซึ่งอยู่
นอกเหนือจากกิจกรรมขอบเขตที่ 1 และกิจกรรมขอบเขตที่ 2 พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ
เท่ากับ 9.92 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยกิจกรรมที่ส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มาจากขยะของเสีย (ฝังกลบ) เท่ากับ 7.65 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น
ร้อยละ 77.12 รองลงมา คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำประปา เท่ากับ 1.8 ตันคาร์บอนไดออกไซด์
เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 18.14 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว) เท่ากับ
0.47 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 4.74 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 3 ของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ.2565

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขอบเขตที่ 3	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tonCO ₂ eq)	ร้อยละ
การใช้น้ำประปา	1.8	18.14
การใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว)	0.47	4.74
ขยะของเสีย (ฝังกลบ)	7.65	77.12
รวม	9.92	100

เมื่อเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ.2564 และปี พ.ศ.2565 พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมในทุกขอบเขตของสำนักหอสมุดกลางใน ปี พ.ศ. 2564 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 141.66 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และใน ปี พ.ศ. 2565 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 363.72 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใน ปี พ.ศ. 2565 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น 222.06 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 157 โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ขอบเขตที่ 1) ปี พ.ศ. 2564 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 74.12 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปี พ.ศ. 2565 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 230.53 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น 156.41 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 211 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในขอบเขตที่ 2 ปี พ.ศ. 2564 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 61.95 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปี พ.ศ. 2565 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 123.27 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น 61.32 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 99 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากกิจกรรมขอบเขตที่ 3 ซึ่งอยู่นอกเหนือจากกิจกรรมขอบเขตที่ 1 และกิจกรรมขอบเขตที่ 2 ปี พ.ศ. 2564 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 5.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปี พ.ศ. 2565 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 9.92 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น 4.33 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 77 ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทุกขอบเขตของสำนักหอสมุดกลางปี พ.ศ.2564 และ ปี พ.ศ. 2565

สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และจัดการความไม่แน่นอนของสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สามารถประเมินได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

ขอบเขต	รายการกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก	คะแนนการเก็บข้อมูล	คะแนน Emission Factor	ผลการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ประเภทที่ 1	การใช้น้ำมันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator)	1	2	2	1
	การใช้น้ำมันเครื่องสูบน้ำระบบดับเพลิง (Fire Pump)	1	2	2	1
	การใช้น้ำมันสำหรับเดินทาง (รถมอเตอร์ไซด์)	3	2	6	1
	การปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank	1	2	2	1
	การปล่อยสารมีเทนจากบ่อบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ	1	2	2	1
	สารทำความเย็นของเครื่องกวดน้ำ/ตู้เย็น/ตู้แช่ ชนิด R134A	1	2	2	1
	สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Split Type) ชนิด R32	1	2	2	1
ประเภทที่ 2	การใช้ไฟฟ้า	3	2	6	1
	การใช้น้ำประปา	3	2	6	1
ประเภทที่ 3	การใช้กระดาษ A4 และ A3 (สีขาว)	3	2	6	1
	ขยะของเสีย (ฝังกลบ)	3	2	6	1

จากตารางที่ 10 พบว่าจากผลการประเมินและจัดการความไม่แน่นอน จะเห็นได้ว่าระดับคุณภาพของข้อมูลในแต่ละขุดมีระดับคะแนนที่มีความไม่แน่นอนสูง แสดงว่าข้อมูลนั้นมีคุณภาพที่ไม่ดี ซึ่งสาเหตุของข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนสูงนั้นเกิดมาจากค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) เป็นหลัก เนื่องจากคะแนนในส่วนนี้นั้นเป็นค่าที่ได้มาจากข้อมูลระดับประเทศ ทั้งนี้ แนวคิดการให้คะแนนความไม่แน่นอนมีจุดมุ่งหมายเพื่อผลักดันให้มีการปรับปรุงระบบการเก็บข้อมูลให้มีความต่อเนื่อง และการได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ที่มีคุณภาพ

วิจารณ์ผล

จากผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักหอสมุดกลาง พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (ขอบเขตที่ 1) มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าขอบเขตอื่น เมื่อพิจารณาจากแหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 พบว่า การปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่ากิจกรรมอื่นในขอบเขตมาก เพราะมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้ยุบรวมห้องสมุดแต่ละคณะมารวมที่สำนักหอสมุดกลางที่เดียว ยกเว้น ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมและ

การออกแบบ เป็นผลให้มีนักศึกษาและบุคลากรเข้าใช้บริการสำนักหอสมุดกลางเป็นจำนวนมาก การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยสารมีเทนจากระบบ Septic Tank จากการใช้งานห้องน้ำมีตัวแปรสำคัญที่นำมาคำนวณคือ จำนวนคนที่เข้าใช้บริการและจำนวนวันเปิดให้บริการ เป็นผลให้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่ามากด้วยเช่นกัน โดยสำนักหอสมุดกลางมีเครื่องนับจำนวนคนเข้าออกอัตโนมัติบริเวณทางเข้าออกด้านหน้าอาคาร

ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ. 2565 เพิ่มขึ้นอย่างมากจาก ปี พ.ศ. 2564 เนื่องจากในปี พ.ศ. 2564 มีการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ในบางช่วงเวลามหาวิทยาลัยได้มีการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์และให้บุคลากรปฏิบัติงานที่บ้าน สำนักหอสมุดกลางได้ปิดให้บริการตามประกาศของมหาวิทยาลัย ต่างจาก ปี พ.ศ. 2565 ที่มหาวิทยาลัยเปิดการเรียนการสอนตามปกติ สำนักหอสมุดกลางเปิดบริการตามปกติเช่นกัน

สรุปผล

ปี พ.ศ. 2565 สำนักหอสมุดกลางมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งสิ้น 363.72 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2565 เพิ่มขึ้นร้อยละ 157 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2564 โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขอบเขตที่ 1 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น 156.41 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 211 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในขอบเขตที่ 2 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น 61.32 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 99 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากกิจกรรมขอบเขตที่ 3 ซึ่งอยู่นอกเหนือจากกิจกรรมขอบเขตที่ 1 และกิจกรรมขอบเขตที่ 2 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น 4.33 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 77 ตามลำดับ

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสำนักหอสมุดกลาง สามารถเป็นเกณฑ์หรือแนวทางให้กับองค์กรอื่นที่มีลักษณะขององค์กรที่จัดเป็นองค์กรเหมือนกัน ส่งผลในแง่ที่สามารถนำไปเป็นโครงการนำร่องให้กับองค์กรอื่นต่อไปได้ รวมไปถึงสามารถเป็นแนวทางเพื่อนำไปพัฒนางานวิจัยในอนาคตได้ อีกทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมขององค์กร หากภาครัฐจำเป็นต้องมีรายงานการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เพื่อใช้เป็นแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย รวมถึงทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนเกี่ยวกับการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้สำหรับองค์กรอื่นที่สนใจการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ควรให้ความสำคัญกับการเก็บข้อมูล เพราะจะส่งผลกระทบต่อความไม่แน่นอนและความเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งถ้าข้อมูลมีความละเอียดมากก็จะยิ่งส่งผลดีต่อการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากด้วยเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ KMUTNB-66-SUP-06

เอกสารอ้างอิง

ฐิติกร หมายมั่น, สมบัติ ทีฆทรัพย์, อติกร เสรีพัฒนานนท์, บัณฑิต รัตนไตร. 2561. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : 195-209

- ปรัชญ์ ปิงเมืองเหล็ก. 2560. การศึกษาความเป็นไปได้ในการกักเก็บคาร์บอนและการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยพะเยา. ใน: การประชุมประจำปีเครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 2 “นวัตกรรมและความร่วมมือเพื่อสังคมที่ยั่งยืน” วันที่ 23-24 พฤศจิกายน 2560. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- พัชรา หาญเจริญกิจ. 2563. รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยรังสิต ปี พ.ศ. 2561-2562. รังสิตสารสนเทศฉบับพิเศษ IFLA Green Library Award 2020 : 163-186
- ไพรัช อุสุภรัตน์, หาญพล พึ่งรัมย์. 2557. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 22 : 1-12
- องค์การบริหารจัดการเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2561. แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 4 . ธันวาคม 2561.
- Isaree Rodtusana . 2013. Carbon Footprint for Organization; Huachiew Chalermprakiet University J. Environ. Res. 35 (2) : 33-42
- UI GreenMetric Guidelines 2017 – Thai. 2017. Available: <https://greenmetric.ui.ac.id/publications/guidelines/2017/thai>. Accessed 7.Nov, 2023.

การใช้กล้วยหอมทองผลิตผงชงดื่มด้วยเทคนิคโฟมเมท

Use Homthong Banana to Drinking Powder with Foam Mate Technique

จุรีมาศ ดีอำมาตย์^{1*}, ณฐพงษ์ เมธินธรังสรรค์¹ และโสภณ อินทรบุตร¹

Jureemart deeamart^{1*}, Nathapong Matintaranson¹, and Sobin Intarabud¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

1 หมู่ 20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

¹ Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage University.

1 M.20 ,Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 13180

*Corresponding author E-mail: jureemart@vru.ac.th

บทคัดย่อ

การใช้กล้วยหอมทองผลิตผงชงดื่มด้วยเทคนิคโฟมเมท มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง และนำมาศึกษาการเกิดโฟมจากไซรัปกล้วยหอมทองเพื่อทำแห้งด้วยเทคนิคโฟมเมท และเพื่อศึกษาการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผงชงดื่มจากไซรัปกล้วยหอมทอง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตไซรัปคือ 1 วัน ไซรัปที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นหมัก รสชาติหวาน ความข้นหนืดพอเหมาะ ไม่ขุ่น เมื่อนำมาทดสอบการเกิดโฟมจากไซรัปกล้วยหอมทองระดับของไซรัปต่อน้ำสะอาดที่มีผลต่อการเกิดโฟมที่เหมาะสมคือ 1:7 ส่วน (w/w) เมื่อทดสอบการเกิดโฟมมีค่า overrun สูงขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นของโฟมลดลง และค่าความคงตัวของโฟมลดลง จึงทำให้โครงสร้างมีอากาศขนาดเล็กกระจายสม่ำเสมอ สามารถเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการระเหยน้ำ ระหว่างการอบแห้งจะไม่เกิดการยุบตัวของโฟม จากนั้นประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale ของผลิตภัณฑ์ผงชงดื่มจากไซรัปกล้วยหอมทองต่อน้ำร้อนชงผสมมีอัตราส่วน 4 ระดับคือ 1:3, 1:5, 1:7 และ 1:9 ส่วน โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับอยู่ที่อัตราส่วน 1:3 ส่วน แต่ไม่เกิน 1:5 ส่วน มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางซึ่งลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงลักษณะที่ดี มีสีน้ำตาลทอง กลิ่นหอม รสหวานพอเหมาะ และละลายน้ำได้ดี

คำสำคัญ : กล้วยหอมทอง, น้ำเชื่อม, โฟมเมท, ผงชงดื่ม

Abstract

Use homthong banana to drinking powder with foam mate technique. The objective is to study the appropriate time for producing syrup, study the foam formation syrup to be dried the foam mat technique and study the evaluation of sensory quality of drinking powder syrup. It was found that optimum time for producing syrup is 1 day. The resulting syrup has a dark brown color, aroma, sweet taste, no fermentation smell, appropriate viscosity and not cloudy. It was found that the foam formation syrups the appropriate level of syrup and water 1:7 (w/w), it was found that the overrun increased, density and stability of foam decreased; the structure has small air particles evenly, surface area increase for evaporation dur drying, there not collapse of the foam. The sensory quality was using a 9-point hedonic scale for the product: a powdered drink made from golden banana syrup to hot water ratio at 4 levels: 1:3, 1:5, 1:7, and 1:9 (w/w).

The accepted the ratio at 1:3 but not more than 1:5, the score was in like a little to moderately;
The product good characteristics is golden brown color, aroma, sweet taste and soluble in water well.

Keywords : Homthong Banana, Syrup, Foam Mate, Drinking powder

บทนำ

ไซรัปเป็นน้ำหวานเข้มข้นจากพืชหรือผลไม้ที่ได้จากการนำผลไม้มาแปรรูป ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำผลไม้รวมเข้มข้น มผช. 1307/2557 กล่าวว่า เป็นเครื่องดื่มที่ได้จากการนำผลไม้ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาคั้นน้ำกรองแยกกาก นำมาผสมเติมน้ำตาลให้เข้มข้น ให้ความร้อนบรรจุในภาชนะขณะร้อน ก่อนบริโภคต้องทำให้เจือจาง ลักษณะทั่วไปเป็นของเหลวข้น อาจใสหรือขุ่น อาจมีเนื้อผลไม้แขวนลอยและตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้ โดยใช้น้ำตาลทรายความเข้มข้นสูงผสมกับน้ำผลไม้เพื่อให้เป็นน้ำผลไม้เข้มข้น ลักษณะของไซรัปจากผลไม้เป็นของเหลว มีความหนืดสูง มีส่วนของน้ำผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 และมีความหวานอย่างน้อย 65 องศาบริกซ์ มีความเป็นกรดร้อยละ 0.5-0.6 มีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำ ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (ธิดารัตน์, 2560) ในส่วนกล้วยหอมชื่อวิทยาศาสตร์ *Musa sapientum* Linn, Fam เป็นไม้ล้มลุกชนิดหนึ่งมีหลายสายพันธุ์ เช่น กล้วยหอมจันทร์ กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว เป็นต้น จัดเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยคุณค่าสารอาหารครบถ้วนตามหลักทางโภชนาการ เช่น มีวิตามิน โยอาหารที่ช่วยในการขับถ่าย มีสารแทนนิน ซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ *Escherichia coli* เป็นต้น กล้วยหอมมีสาร Tryptophan เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายแปลงเป็น Serotonin ได้ ซึ่งเป็นสารกระตุ้นทำให้ร่างกายรู้สึกผ่อนคลาย อารมณ์สดใสและมีความสุข ลดอารมณ์หงุดหงิด อាកพรปวดหัว ปวดท้องช่วงมีประจำเดือน เพิ่มพลังสมอง มีวิตามินบีช่วยบำรุงระบบประสาทให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสมดุลมากขึ้น อีกทั้งมีโพแทสเซียมช่วยลดความดันโลหิต ลดอาการกล้ามเนื้อเป็นตะคริว เป็นต้น (อภิชาติ และจันทรา, 2556) ดังนั้นผู้วิจัยได้สนใจศึกษาการใช้กล้วยหอมทองผลิตผงขี้ผึ้งด้วยเทคนิคโฟมเมท เนื่องจากจังหวัดปทุมธานีเป็นแหล่งปลูกกล้วยหอมทองซึ่งประสบปัญหาในบางครั้ง เช่น ผลกล้วยไม้ได้ขนาด สุกงอมเกินไป ผลไม่สมบูรณ์ ตกเกรดจากการคัดเลือกผลผลิตที่ไม่ได้คุณภาพ ราคาผลผลิตตกต่ำ เป็นต้น นำมาผ่านกระบวนการผลิตไซรัปและศึกษาคุณภาพของไซรัปกล้วยหอม โดยทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไซรัปกล้วยหอม ทดสอบทางกายภาพและทางเคมี และศึกษาการเกิดโฟมด้วยเทคนิคโฟมเมท เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้วัตถุดิบทางการเกษตร ประกอบกับนำนวัตกรรมมาใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ อีกทั้งช่วยเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมไซรัปกล้วยหอมทอง

การทำไซรัปมีอัตราส่วนกล้วยหอมทองต่อน้ำตาลทรายแดงร้อยละ 80:20 ดัดแปลงจาก ธิดารัตน์ เทพรัตน์ (2562) มีขั้นตอนการเตรียมทำไซรัปกล้วยหอมทอง โดยเกณฑ์การคัดเลือกระดับความสุกของกล้วยหอมทองที่ระดับ 7 ลักษณะผิวเปลือกมีสีเหลือง เริ่มมีจุดสีดำหรือน้ำตาล มีกลิ่นหอม เป็นระยะผลสุกเต็มที่ ซึ่งควบคุมสารละลายน้ำตาลในเนื้อกล้วยสุกอยู่ที่ 22 องศาบริกซ์ จากนั้นนำกล้วยหอมทองล้างทำความสะอาด นึ่งกล้วยเป็นเวลา 5 นาที พักไว้ให้เย็น ปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นเล็ก มีความหนา 3 มิลลิเมตร ผสมกล้วยกับน้ำตาลตามอัตราส่วนเคล้าให้เข้ากัน บรรจุขวดโหลปิดฝาให้สนิททิ้งไว้

2. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง

นำกล้วยหอมทองที่ผ่านการเตรียมข้างต้น ทำการทดสอบระยะเวลาในการหมัก จำนวน 3 วัน แบ่งเป็น 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน ตามลำดับ เนื่องจากระหว่างหมักมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น เกิดฟอง มีรสเปรี้ยว มีความขุ่นของน้ำเชื่อม เป็นต้น จึงต้องการศึกษาเวลาที่เหมาะสม จากนั้นกรองเอาแต่น้ำ ตั้งไฟต้มให้เดือดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ควบคุมสารละลายน้ำตาลที่ 70 องศาบริกซ์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำผลไม้เข้มข้น (มพช.1307/2557) ซึ่งมีสารที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่า 60 องศาบริกซ์ และมีค่า pH ไม่เกิน 6.5 ตามลำดับ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการทดสอบทางกายภาพ ได้แก่ วัดค่าสี (L, a*, b*) ด้วยเครื่อง Konica Minolta รุ่น CR-400 วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่อง Novasina รุ่น LabSwift-aw ค่าความหนืด (Viscosity) ด้วยเครื่อง Brook field รุ่น Halipath stand D ใช้หัววัดเบอร์ 05 แรงแหมุน 100 RPM ค่าบริกซ์ ด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ ATAGO hand refractometer และค่า pH ด้วยเครื่อง Benchtop รุ่น F20 เป็นต้น

3. ศึกษาการเกิดโฟมจากไซรัปกล้วยหอมทอง

นำไซรัปกล้วยหอมทองมาศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทำให้เกิดโฟม โดยการทดสอบอัตราส่วนไซรัปกล้วยหอมทองต่อน้ำสะอาด 4 ระดับ คือ 1:3, 1:5, 1:7 และ 1:9 (w/w) ตามลำดับ โดยการเตรียมตัวอย่างคือ นำไซรัปกล้วยหอมทอง 50 กรัม ปริมาณเท่ากันทุกอัตราส่วนผสมกับน้ำสะอาด 4 ระดับ จากนั้นนำไซรัปผสมน้ำสะอาดตามที่กำหนดไว้ข้างต้น ผสมสารแอกอัลบูมิน (Egg Albumin) ซอยไอโซเลท (Soylolate) และมอลโตเด็คทรีน (Maltodextrin) ในอัตราส่วน 2.00:0.01:0.005:0.1 ส่วน (ชุดิกากัญจน์ อินแก้ว และคณะ, 2558) โดยมีวิธีการทำดังนี้คือ เติมส่วนผสมและสารทำให้เกิดโฟมลงในโถตีผสมอาหาร ตีด้วยความเร็วระดับ 2 ประมาณ 2 นาที แล้วจึงปรับเป็นความเร็วระดับ 10 ตีต่อจนเนื้อเนียนละเอียดเนียนโฟมตั้งยอดจนครบเวลา 15 นาที นำมาทำการการเกิดโฟม ได้แก่ การทดสอบความคงตัวของโฟม ทดสอบความหนาแน่นของโฟม และทดสอบร้อยละ Overrun แสดงวิธีการทดสอบดังนี้ (อรทัย บุญทะวงค์, 2547)

3.1) ทดสอบความคงตัวของโฟม ใส่โฟมลงในกรวย ซึ่งวางในกระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร บันทึกปริมาตรของเหลวที่แยกตัวออกมาจากโฟมเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง เพื่อหาอัตราการแยกตัวของของเหลวออกจากโฟม

3.2) ทดสอบความหนาแน่นของโฟม นำโฟมที่ต้องการวัดความหนาแน่นบรรจุลงในแก้วปิกเกอร์ ปริมาตร 80 มิลลิลิตร โดยไม่ให้มีโพรงอากาศอยู่ในถ้วย เกลี่ยโฟมที่ล้นบริเวณปากถ้วยด้วยพายยาง เช็ดบริเวณรอบนอกถ้วยไม่ให้มีเศษโฟมเหลือติดอยู่ จากนั้นชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยบรรจุโฟมนำมาคำนวณหาความหนาแน่นของโฟมดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความหนาแน่นของโฟม} &= \frac{\text{น้ำหนักของโฟม}}{\text{ปริมาตรของถ้วย}} \\ (\text{กรัม/มิลลิลิตร}) &= \frac{\text{น้ำหนักถ้วยเมื่อบรรจุโฟม} - \text{น้ำหนักถ้วย}}{\text{ปริมาตรของถ้วย}} \end{aligned}$$

3.3) ทดสอบร้อยละ Overrun ค่าของโฟม (โดยน้ำหนัก) คำนวณได้จาก

$$\% \text{Overrun} = \frac{\text{น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรส่วนผสม} - \text{น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรโฟม}}{\text{น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรของโฟม}} \times 100$$

3.4) นำโฟมไซรัปกล้วยหอมทองที่ได้มาเกลี่ยใส่ถาดความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร นำเข้าตู้อบลมร้อนด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ชุดิกากัญจน์ อินแก้ว และคณะ, 2558) จากนั้นนำออกจากถาดใส่บดละเอียดให้เป็นผงด้วยเครื่องปั่นผสม ร้อนผ่านตะแกรง บรรจุในถุงซิปล็อก นำมาวิเคราะห์ทางเคมี

และกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ด้วยเครื่อง Aqua Lab รุ่น 3TE วัดค่าความชื้นด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ยี่ห้อ sartorius รุ่น MA37 ค่าสีวัดด้วยเครื่อง Konica Minolta รุ่น CR-400

3.5) ศึกษาการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผงขงตี๋มจากไซรัปกล้วยหอมทอง ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผงขงตี๋มจากไซรัปกล้วยหอมทอง จากการศึกษาการเกิดโพลีเมอร์จากไซรัปกล้วยหอมทอง 4 ระดับ คือ 1:3, 1:5, 1:7 และ 1:9 ตามลำดับ มีการเตรียมตัวอย่างโดยนำผงขงตี๋มจากไซรัปกล้วยหอมทอง 50 กรัม ผสมน้ำร้อน 300 กรัม ปริมาณที่ใช้ในการทดสอบ 10 มิลลิตร จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความรู้สึกหลังกลืน และความชอบโดยรวม ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส 9 ระดับ (9-point hedonic scale) แปลผลโดยใช้เกณฑ์ดังนี้ 1.00-1.89 ไม่ชอบมากที่สุด, 2.90-2.79 ไม่ชอบมาก, 2.80-3.69 ไม่ชอบปานกลาง, 3.70-4.59 ไม่ชอบเล็กน้อย, 4.60-5.49 บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ, 5.50-6.39 ชอบเล็กน้อย, 6.40-7.26 ชอบปานกลาง, 7.30-8.19 ชอบมาก, 8.20-9.00 ชอบมากที่สุด

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan is new multiple rank test, DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตไซรัปกล้วยหอมทอง

การนำไซรัปกล้วยหอมทองมาทำการทดสอบระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักเพื่อผลิตไซรัปทั้งหมดจำนวน 3 วัน ผลการทดสอบพบว่า ค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 3.85-5.00 โดยควบคุมค่า pH อยู่ที่ 5-7 (มะลิวัลย์ ไชยโย, 2562) ซึ่งวันที่ 1 และ 2 มีค่า pH ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน ส่วนผลการทดสอบวันที่ 3 มีค่า pH ต่ำค่อนข้างเป็นกรด อีกทั้งสังเกตจากน้ำเชื่อมที่เป็นฟอง มีความขุ่น ไม่ใส มีกลิ่นหมัก ความชื้นลดลง ส่วนค่าสี ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ลักษณะไซรัปที่ได้จากสีน้ำตาลเข้มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนส่วนค่า a_w มีค่าอยู่ระหว่าง 0.73-0.82 โดยไซรัปทั้งสามวันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) พบว่าปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้มีค่าสูง อาจทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ เนื่องจากยีสต์และราเจริญได้ดี เมื่อค่า a_w มากกว่า 0.6 และแบคทีเรียเจริญได้ดีเมื่อค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.88-0.96 (พรพล รมย์นุกูล, 2542) และค่าความหนืด (Viscosity) มีค่าอยู่ระหว่าง 2,453-3,449 cP โดยไซรัปกล้วยหอมวันที่ 3 แตกต่างจากวันที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) (ตารางที่ 1) ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตไซรัปกล้วยหอมทองคือ วันที่ 1 เนื่องจากยังคงลักษณะที่ดีของไซรัป มีสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นหมัก รสชาติหอมหวาน ความชื้นหนืดพอเหมาะ ใสไม่ขุ่น

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของระยะเวลาที่เหมาะสมในไซรัปล้วนหอม

ปัจจัยคุณภาพ	ระยะเวลาที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไซรัปล้วนหอมทอง		
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
ค่า pH	5.00±0.00 ^a	4.93±0.05 ^a	3.85±0.03 ^b
ค่าสี L	27.46±0.01 ^a	21.52±0.31 ^b	21.69±0.04 ^b
a*	11.38±0.04 ^a	3.00±0.32 ^b	1.52±0.03 ^c
b*	14.36±0.02 ^a	6.20±0.24 ^b	4.91±0.02 ^c
ค่า a _w	0.73±0.11 ^c	0.79±0.14 ^b	0.82±0.13 ^a
ค่าความหนืด (Viscosity/cP)	3,449±1.45 ^a	3,428±1.34 ^a	2,453±1.25 ^b

หมายเหตุ ค่า L ค่าความสว่าง (ดำ=0, ขาว=100), a* สีแดงหรือสีเขียว (+สีแดง, -สีเขียว), b* สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+สีเหลือง, -สีน้ำเงิน), ^{a-c} ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

2. ผลการศึกษาการเกิดโฟมจากไซรัปล้วนหอมทอง

จากการศึกษาการเกิดโฟมในไซรัปล้วนหอมทองเนื่องจากไซรัปมีความข้นหนืดมาก จึงต้องศึกษาระดับความเข้มข้นไซรัปต่อน้ำสะอาดที่มีผลต่อการเกิดโฟม จากการทดสอบพบว่า ความหนาแน่นของโฟม ค่าความคงตัวของโฟม และค่า overrun มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยความหนาแน่นของโฟมมีค่าอยู่ในช่วง 2.58-4.44 กรัมต่อมิลลิลิตร จะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของโฟมมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนน้ำเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความคงตัวของโฟม มีค่าอยู่ในช่วง 4.80-9.60 มิลลิลิตร มีค่าความคงตัวของโฟมที่ลดลง เนื่องจากมีปริมาตรของเหลวที่แยกตัวออกจากโฟมที่ลดลง แสดงว่าเนื้อโฟมสามารถคงตัวตลอดระยะเวลาในระหว่างการทำแห้งไม่ยุบตัวสามารถทำแห้งได้ในระยะเวลาสั้น ซึ่งเกิดจากฟองอากาศขนาดเล็ก กระจายตัวสม่ำเสมอ เพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการเคลื่อนที่และการระเหยของน้ำ (วรารณ ประเสริฐ, 2556) ประกอบกับการให้ความร้อนกับอาหารที่มีผิวสัมผัสขนาดเล็กจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวจึงทำให้อาหารแห้งได้เร็ว ระเหยไอน้ำได้ดี ผิวหน้าอาหารจะแห้งถึงภายใน (ชมภู ยิ้มโต, 2550) และค่า overrun ของโฟมไซรัปล้วนหอมทองอยู่ในช่วงร้อยละ 31.33-77.41 โดยค่า overrun เป็นการอัดอากาศเข้าไปในส่วนผสมทำให้ปริมาตรโฟมเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่น หากค่า overrun สูงขึ้นแสดงว่ามีอากาศด้านในโฟมมากขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นของโฟมลดลงเช่นกัน (สุภาวิณี แสนทวีสุข, 2557) ดังนั้นระดับความเข้มข้นไซรัปต่อน้ำสะอาดที่มีผลต่อการเกิดโฟมที่เหมาะสมคือ 1:7 ส่วน ลักษณะมีเนื้อละเอียดเนียนคงความหนาแน่นและความคงตัวของโฟมในระดับที่เหมาะสม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการเกิดโฟมจากอัตราส่วนของไซรัปล้วนหอมทอง

ระดับความเข้มข้นของไซรัป (อัตราส่วน)	ความหนาแน่นของโฟม (กรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าความคงตัวของโฟม (มิลลิลิตร)	ค่า Overrun (ร้อยละ)
1:3	3.80±0.01 ^c	9.60±0.10 ^a	49.57±0.02 ^b
1:5	4.00±0.06 ^b	6.80±0.02 ^b	44.40±0.02 ^c
1:7	2.58±0.01 ^d	4.80±0.05 ^d	77.41±0.05 ^a
1:9	4.44±0.15 ^a	6.40±0.01 ^c	31.33±0.07 ^d

หมายเหตุ ^{a-d} หมายถึง ตัวอักษรต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

3. ผลการทดสอบทางกายภาพในไซรัปกล้วยหอมทองผง

จากการศึกษาการเกิดโฟมในไซรัปกล้วยหอมทองโดยอัตราส่วนเนื้อต่อน้ำสะอาดที่เหมาะสมคือ อัตราส่วน 1:7 ส่วน (w/w) และอบแห้งบดเป็นผง นำมาทำการทดสอบทางกายภาพ พบว่า ค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ระหว่าง 89.24-90.57 ส่วนค่าสีแดง (a^*) ในช่วง 0.90-1.12 และค่าสีเหลือง (b^*) ในช่วง 11.04-11.76 จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองใกล้เคียงกัน หากอัตราส่วนน้ำน้อยกว่าจะทำให้สีที่เข้มกว่า เนื่องจากไซรัปกล้วยหอมทองจะให้สีน้ำตาล เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำที่เพิ่มขึ้นในแต่ละระดับมีผลทำให้เกิดการเจือจางของสี ส่วนค่า a_w มีค่าในช่วง 0.42-0.47 และค่าความชื้น มีค่าในช่วง 6.35-8.13 โดยค่า a_w และค่าความชื้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งไซรัปกล้วยหอมมีอัตราส่วนเนื้อต่อน้ำสะอาดที่เหมาะสมคือ อัตราส่วน 1:7 ส่วน เนื่องจากความชื้นของเหลวไซรัปมีความพอเหมาะ เมื่อนำมาตีผสมสามารถเกิดโฟมได้ดี สามารถทำแห้งได้ในระยะเวลาที่กำหนด ในขณะที่เดียวกันหากใช้อัตราส่วนน้ำที่น้อยกว่าจะมีผลต่อความชื้นการเกิดโฟมได้ต่ำและช้ากว่า เมื่อทำแห้งจะมีลักษณะเปื่อยขึ้นและใช้เวลาทำแห้งมากกว่าที่กำหนด แผ่นโฟมติดภาชนะและออกออยากผงที่ได้จะมีลักษณะแผ่นแข็งไม่สามารถบดละเอียดได้ทั้งหมด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผงไซรัปกล้วยหอมทองจากการทำแห้งโฟมเมท

ปัจจัยคุณภาพ	อัตราส่วนของผงไซรัปกล้วยหอมทองจากการทำแห้งโฟมเมท			
	1:3	1:5	1:7	1:9
ค่าสี				
L	89.75±0.64 ^b	90.57±0.39 ^a	89.24±0.73 ^b	89.51±0.24 ^b
a*	1.12±0.06 ^a	0.90±0.04 ^b	1.09±0.04 ^a	1.10±0.04 ^a
b*	11.76±0.20 ^a	11.04±0.14 ^b	11.42±0.34 ^b	11.22±0.52 ^b
ค่า a_w	0.42±0.00 ^b	0.47±0.02 ^a	0.44±0.00 ^b	0.47±0.00 ^a
ค่าความชื้น	6.98±0.01 ^b	6.35±0.32 ^d	6.48±0.50 ^c	8.13±0.03 ^a

หมายเหตุ ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (ดำ = 0 , ขาว = 100), a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว), b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน), ^{a-d} หมายถึง ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผงชงดื่มจากไซรัปกล้วยหอมทอง

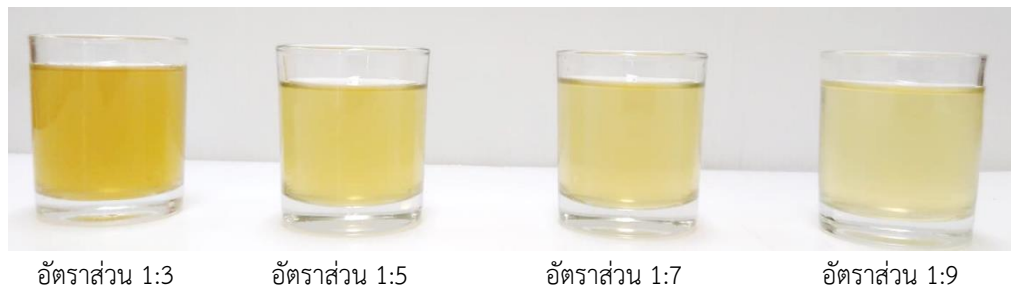
การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผงชงดื่มจากไซรัปกล้วยหอมทอง มีผลการทดสอบจากลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความรู้สึกหลังกลืน และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณน้ำสะอาดในแต่ละระดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผงชงดื่มจากไซรัปกล้วยหอมทอง มีคะแนนความชอบที่ใกล้เคียงกันของอัตราส่วน 1:3 และ 1:5 ส่วน ได้รับคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะคือ 6.90-7.53 คะแนน อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ดังนั้นผลการทดสอบผงชงดื่มจากไซรัปกล้วยหอมทองที่ใช้อัตราส่วนปริมาณน้ำที่เหมาะสมได้ไม่เกิน 1:5 ส่วน ซึ่งผู้ทดสอบให้การยอมรับโดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงลักษณะที่ดี มีสีน้ำตาลทอง กลิ่นกล้วยหอมอ่อน รสหวานพอเหมาะ เมื่อชงผสมสามารถละลายน้ำได้ดี (แสดงดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผงขงตี๋มจากไซรัปกล้วยหอมทอง

ปัจจัยคุณภาพ	อัตราส่วนไซรัปกล้วยหอมทองต่อน้ำสะอาด (ส่วน)			
	1:3	1:5	1:7	1:9
ลักษณะปรากฏ	7.53±1.03 ^a	7.40±1.03 ^a	6.87±1.06 ^b	6.53±1.21 ^b
สี	7.27±1.24 ^a	7.26±1.13 ^a	6.73±1.10 ^b	6.33±1.08 ^b
กลิ่น	6.97±1.29 ^a	6.90±1.26 ^a	6.53±1.24 ^{ab}	6.13±1.27 ^b
รสชาติ	7.40±1.38 ^a	7.17±1.04 ^a	6.50±1.40 ^b	6.13±1.50 ^b
ความรู้สึกล้นกลืน ^{ns}	6.97±1.21	7.00±1.07	6.83±1.25	6.78±1.32
ความชอบโดยรวม	7.50±1.03 ^a	7.50±0.77 ^a	7.17±1.22 ^a	6.30±1.20 ^b

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)



ภาพที่ 1 ผงขงตี๋มจากไซรัปกล้วยหอมทองต่อน้ำสะอาดทั้ง 4 อัตราส่วน

วิจารณ์ผล

การใช้กล้วยหอมทองผลิตผงขงตี๋มด้วยเทคนิคโฟมเมท มีการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมเป็นไปตามการผลิตของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำผลไม้เข้มข้น (มผช.1307/2557) กำหนดให้สารที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่า 60 องศาบริกซ์ มีค่า pH ไม่เกิน 6.5 ลักษณะที่ได้เหลวข้น อาจใสหรือขุ่น อาจมีเนื้อผลไม้แขวนลอยหรือตกตะกอน มีกลิ่นรสและสีตามธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับฉัตรรัตน์ จุทอง และคณะ (2564) ไซรัปลองกองมีสารที่ละลายน้ำได้ 65-70 องศาบริกซ์ ได้ไซรัปที่มีคุณลักษณะตามมาตรฐาน เมื่อใช้ระยะเวลาในการหมักที่เพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีค่า pH ต่ำลง สอดคล้องกับวรรณภา สระพินครบุรี (2555) ไซรัปกล้วยตากตากเกรด มีค่า pH 3.80-4.49 เมื่อเก็บรักษาไม่เกิน 21 วัน มะลิวัลย์ ไชโย (2554) ผลิตไซรัปกล้วยที่ผลิตจากน้ำตาลทรายและน้ำตาลอ้อย โดยหมักกับน้ำตาลทรายไว้นาน 30 วัน มีค่า pH 4.29-4.79 และชิตชัย ปัญญาสวรรค์ และคณะ (2547) ไซรัปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองโดยใช้เอนไซม์ มีค่า a_w 0.67 ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.05 มีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไซรัปที่ผลิตได้มีความเป็นกรดต่ำ ส่วนการทำแห้งด้วยเทคนิคโฟมเมทเป็นการทำให้อาหารเหลวเกิดโฟมที่มีความคงตัว ใช้สารเกิดโฟมด้วยแอคอัลบูมิน (Egg Albumin) มีความสามารถในการละลายและการกระจายตัว (หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล, 2563) เป็นสารเกิดฟิล์มบางห่อหุ้มสารสำคัญ ลดเวลาการทำแห้งการสูญเสียสารอาหารลดลง (วารภรณ์ ประเสริฐ, 2556) สอดคล้องกับไชยภร เก็บเงิน (2562) การพัฒนาเครื่องตี๋มผงขงพร้อมตี๋มจากน้ำข้าวข้าวไรซ์เบอร์รี่ ที่ใช้ไข่ขาวผงเป็นสารก่อโฟมได้ดี มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารก่อโฟมชนิดอื่นๆ เมื่อทดสอบการเกิดโฟมมีค่า overrun สูงขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นและค่าความคงตัวของโฟมลดลง

มีผลทำให้มีอากาศขนาดเล็กกระจายตัว เพิ่มพื้นที่ผิวระหว่างการอบแห้ง ไม่เกิดการยุบตัวของโฟม (Djaeni, Prasetyaningrum, Sasongko, Widayat, and Hii, 2013)

สรุปผล

การวิจัยการใช้กล้วยหอมทองผลิตผงขี้ผึ้งด้วยเทคนิคโฟมเมทพบว่า การผลิตไชร้ปจากกล้วยหอมทอง โดยนำส่วนผสมน้ำตาลและเนื้อกล้วยหอมทองผสมให้เข้ากันทำการหมัก ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 1 วัน เนื่องจากยังคงลักษณะที่ดีของไชร้ป จากนั้นนำมาทำแห้งด้วยเทคนิคโฟมเมท ซึ่งระดับความเข้มข้นของไชร้ปต่อน้ำสะอาด ที่มีผลต่อการเกิดโฟมที่ดีคืออัตราส่วนที่ 1:7 ส่วน มีลักษณะเนื้อละเอียดเนียนคงความหนาแน่นและความคงตัวของโฟมในระดับที่เหมาะสม โฟมสามารถคงตัวในระหว่างการทำแห้งไม่ยุบตัว ประกอบกับเมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสผงขี้ผึ้งจากไชร้ปกล้วยหอมทองผู้ทดสอบยอมรับปริมาณน้ำสะอาดต่อผงขี้ผึ้งจากไชร้ปกล้วยหอมทองที่อัตราส่วน 1:3 แต่ไม่เกิน 1:5 ส่วน โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงลักษณะที่ดี มีสีน้ำตาลทอง มีกลิ่นหอมของกล้วยหอม รสหวานพอเหมาะ สามารถละลายน้ำได้ดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณผู้ช่วยนักวิจัย นางสาวธิดิยา นาจันทัต และนางสาววิลาวัลย์ เพ็ชรธวัชวันต์ ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- ชิตชัย ปัญญาสุวรรณค์, วิชัย หลุทัยธนาสันต์, เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, ปรีศนา สิริอาชา และธีรรัตน์ สังขวาสี. 2547. การพัฒนาไชร้ปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองโดยใช้เอนไซม์. น. 434-441. ใน: ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ชุดิกายุจน์ อินแก้ว ธนศ แก้วกำเนิด ชนนท์ภัสร์ ราชภรณ์นิยม และกรรพกา อรรถนิตย์. 2558. ผลของอัตราส่วนของเนื้ออินทผลัมต่อน้ำและสารก่อให้เกิดโฟมต่อคุณภาพการเกิดโฟมสำหรับการทำแห้งแบบโฟมเมท. ใน: ประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปี 2558. ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ชมภู ยิ้มโต. 2550. การถนอมอาหาร. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.
- ไชยกร เก็บเงิน. 2562. การพัฒนาเครื่องตีผงพร้อมตีมน้ำชาขาวไรซ์เบอร์รี่. ปริญญาโทปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- ธิดารัตน์ จุทอง, รสวันต์ อินทศิริสวัสดิ์ และรัทธดา เทพประดิษฐ์. 2564. การพัฒนากระบวนการผลิตไชร้ปจากลองกอง. วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. 40(1). 46-60.
- ธิดารัตน์ เทพรัตน์. 2562. การผลิตไชร้ปกล้วยน้ำว้า. วารสารวิชาการปทุมวัน (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 6(16). 7-14.
- พรพล รมย์นุกูล. 2542. การถนอมอาหาร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- มะลิวัลย์ ไชโย. 2554. การเปรียบเทียบคุณภาพของไชร้ปกล้วยที่ผลิตจากน้ำตาลทรายและน้ำตาลอ้อย. ปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2567. น้ำผลไม้รวมเข้มข้น (มผช.) 1307/2557. สำนักงานมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- วรรณภา สระพินครบุรี. 2555. ผลของวัตถุติบกล้วยตากตกเกรดต่อคุณลักษณะทางกายภาพเคมี และจุลชีววิทยา
ของไซรัปกล้วยตาก. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, พิษณุโลก.
- วารภรณ์ ประเสริฐ. 2556. เทคนิคการทำแห้งแบบโฟมเมท. วารสารวิชาการฝ่ายกระบวนการผลิตและแปรรูป.
สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. 43(3). 24-25.
- สุภาวณี แสนทวีสุข. 2557. น้ำมะขามป้อมผงกึ่งสำเร็จรูปโดยการทำแห้งแบบโฟมเมท. ใน: ประชุมวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- หทัยทิพย์ นิमितเกียรติไกล. 2563. ผลของการเกิดโฟมต่อสมบัติของซูปฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตโดยวิธีการ
อบแห้งแบบโฟมเมท. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 28(5). 790-798.
- ฤกษ์ชัย แก้วนพมาศ และประวิทย์ เขมะสุนันท์. 2552. แผนธุรกิจการผลิตไซรัปจากกล้วยตากตกเกรด.
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,ม.ป.ท.
- อภิชาติ ศรีสอาด และจันทรา อุ่สุวรรณ. 2556. คู่มือการเพาะปลูกกล้วยเศรษฐกิจ...เงินล้าน. พิมพ์ครั้งที่ 1.
นาคาอินเตอร์มีเดีย, กรุงเทพฯ.
- อรัญญะวงศ์. 2547. กรรมวิธีการผลิตและลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะเกี๋ยง (*Cleistocalyx nervosum*
var. paniala) ผงขงละลายที่ผลิตโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและวิธีอบแห้งแบบโฟมเมท. ปริญญาโท
ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- A.O.A.C. 2012. Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th Edition,
Washington DC.
- Djaeni, M., Prasetyaningrum, A., Sasongko, S., Widayat, W., and Hii, C. 2013. Application of
foam-mat drying with egg white for carrageenan: Drying rate and product quality aspects.
Journal of Food Science and Technology. 3. 1-6.

การจัดอันดับมหาวิทยาลัยโลก ยูไอ กรีนเมตริก (UI GreenMetric) กรณีศึกษาผลการ
ประเมินตนเองด้านความยั่งยืนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี ค.ศ. 2023
UI GreenMetric World University Ranking (UI GreenMetric) case study of
the results of the sustainability self-assessment of Phetchabun
Rajabhat University, 2023

สิรินทรา พุ่มพวง^{1*} และพิณทิพย์ แก้วแกมทอง¹

Sirintha Phumphuang^{1*} and Pintip Kaewkamthong¹

¹หลักสูตรสาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

¹Natural Resource and Environmental Management, Science and Technology faculty, Phetchabun Rajabhat University

*Corresponding author E-mail: St631102075101@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก เป็นการประกาศนโยบายด้านการพัฒนามหาวิทยาลัยสีเขียว ให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน สร้างความตระหนักและสร้างการรับรู้ของนักศึกษาและอาจารย์ในการพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืนปรับปรุงสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติภายในมหาวิทยาลัยให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ และพัฒนาบุคลากรให้มีความเข้าใจแนวคิดที่สามารถพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืนได้อย่างเหมาะสม ใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ และทำการเปรียบเทียบผลคะแนนในการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกปี 2022 กับปี 2023 ผลการวิจัยพบว่า การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีการดำเนินงานที่สอดคล้องตามเกณฑ์การประเมิน UI Green Metric ครบทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน 2) ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3) ด้านการจัดการของเสีย 4) ด้านการจัดการน้ำ 5) ด้านการขนส่ง 6) ด้านการศึกษาและวิจัย และจากการเปรียบเทียบผลคะแนนพบว่า มีผลคะแนนจากการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ดีขึ้นแต่อันดับลดลง เนื่องจากมีการเข้าร่วมของสถาบันศึกษาเพิ่มมากขึ้น สำหรับปัญหาที่พบ ได้แก่ 1) การให้ความร่วมมือและการมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลของหน่วยงานต่างๆในองค์กร 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความหลากหลาย 3) การมีส่วนร่วมการดำเนินงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของบุคลากร และนักศึกษาในองค์กร

คำสำคัญ : จัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก, มหาวิทยาลัยสีเขียว, ความยั่งยืน

Abstract

This research is to provide official information to provide World Green University guidelines for the development of green universities. to all stakeholders who contribute to the research of students and teachers Towards a green university, improving the natural environment of the university within the organization to collect data continuously in order to understand and have ideas for developing to a green university appropriately. Use qualitative research and compare the scores in the World Green University Rankings 2022 and 2023. The research results found that Data collection operations are in line with the UI Green Metric assessment criteria in all 6 areas 1) location and infrastructure 2) energy and climate change 3) waste 4) water

5) Transportation 6) Education and research and from comparing the score results, it was found that There are results from the World Green University Ranking that have improved but the ranking has decreased. This is because the participation of educational institutions has increased. Problems encountered include 1) cooperation and participation in providing information to various departments in the organization, 2) collection of diverse data, 3) participation in environmentally friendly operations. of personnel and students in the organization

Keywords : UI Green metric World University Ranking, green university, Sustainability

บทนำ

มหาวิทยาลัยสีเขียว คือ มหาวิทยาลัยที่มีระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ ภายใต้แนวคิดการมีส่วนร่วมของประชาคมในการรักษาสิ่งแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน การบูรณาการด้านการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมเข้าไปในการจัดการเรียน การสอน การค้นคว้าวิจัย การบริการวิชาการ และในทุกกิจกรรมของมหาวิทยาลัย ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการทำงาน ในบรรยากาศที่มีความปลอดภัย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน อันก่อให้เกิดผลดีต่อ สิ่งแวดล้อมและชุมชน (คุณธรรม สันติธรรม. 2548 ;ตรีงใจ และคณะ. 2546)

การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวจึงเป็นกลไกหนึ่งที่มีสนับสนุนให้มหาวิทยาลัยรักษาสภาพแวดล้อม และสร้างมหาวิทยาลัยสีเขียวให้เป็นที่ยอมรับในวงกว้าง ดำเนินการโดย University of Indonesia : UI I Green metric World University Ranking ได้เริ่มดำเนินการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว ตั้งแต่ปี พ.ศ.2553 มุ่งเน้นการพัฒนา 3 ด้านหลัก ได้แก่ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ให้มีความสมดุลกัน โดยทางด้านสังคมให้ความสำคัญต่อการมีส่วนร่วม และพัฒนาคุณภาพชีวิตประชาชน ด้านเศรษฐกิจที่มุ่งเน้น การพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อประชากรโดยรวม และมีความต่อเนื่องในระยะยาว ด้านสิ่งแวดล้อมเน้นการใช้ทรัพยากร อย่างคุ้มค่าโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็น สำคัญ (อวิชชัย บัวขาว และมนสิชา เพชรานนท์, 2555)

ปัจจุบันมีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ได้พัฒนาสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน UI Green Metric World University Ranking ถือเป็นมาตรฐานหนึ่งที่ได้รับการยอมรับทั่วโลก โดยมีเกณฑ์การประเมิน 6 ด้านในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดหมวดต่างๆ

ข้อ	หมวด	ร้อยละของคะแนน ทั้งหมด %
1.	การวางระบบโครงสร้างพื้นฐาน	15
2.	การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	21
3.	การจัดการของเสียในสำนักงาน	18
4.	การจัดการน้ำ	10
5.	การสัญจรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	18
6.	การศึกษาและงานวิจัยของสำนักงาน	18
รวม		100

ที่มา : Universitas Indonesia 2023, UI Green Metric World University Rankings 2023

ในปีงบประมาณปี 2022 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้เข้าร่วมการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยได้รับการจัดอันดับอยู่ในอันดับที่ 970 ของโลก และอยู่ในลำดับที่ 47 ของมหาวิทยาลัยไทยที่เข้าร่วมโครงการดังกล่าว ประกอบกับ นโยบายด้านการพัฒนามหาวิทยาลัยให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว University in the green park ที่มุ่งเน้นการพัฒนาการเรียนการสอน ควบคู่กับการนำนโยบายด้านการพัฒนามหาวิทยาลัยสีเขียว และมีการทดลองงานด้านวิจัย มาผนวกให้เป็นกิจกรรมพัฒนาร่วมกัน ดังนั้น มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จึงเสนอโครงการขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยสีเขียวเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เพื่อพัฒนาระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์สู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวได้อย่างเหมาะสม และเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนามหาวิทยาลัยสีเขียวในภายภาคหน้า

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 5 ข้อดังนี้

1. เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก
2. เพื่อเป็นการประกาศนโยบายด้านการพัฒนามหาวิทยาลัยสีเขียว ให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน
3. เพื่อสร้างความตระหนักและสร้างการรับรู้ของนักศึกษาและอาจารย์ในการพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว
4. เพื่อปรับปรุงสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติภายในมหาวิทยาลัยให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์
5. เพื่อพัฒนาบุคลากรให้มีความเข้าใจ มีแนวคิดที่สามารถพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวได้อย่างเหมาะสม

วิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยแบ่งการดำเนินงานเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การประสานความร่วมมือและเตรียมความพร้อมขององค์กร
ผู้วิจัยได้ทำการประสานงานตามหน่วยงานต่างๆในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI Green Metric World University Ranking)
2. สำรวจพื้นที่ในการเก็บข้อมูล
ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาและเก็บข้อมูลที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่ได้รับ การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกในปี พ.ศ. 2022 เป็นอันดับที่ 970 ของโลกและเป็นอันดับที่ 47 ของประเทศไทย เพื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวและเป็นแนวทางสู่การพัฒนาเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืน
3. ดำเนินการเก็บข้อมูล
ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามเกณฑ์การประเมิน 6 ด้าน เพื่อทำการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ยูไอ กรีนเมตริก และผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลอันดับคะแนนระหว่างปี 2022 กับปี 2023
4. การประเมินผลและสรุปงานวิจัย
5. สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ
ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 6 ด้าน ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานหนึ่งของ UI Green Metric World University Ranking ที่ได้รับการยอมรับทั่วโลก ดังตารางตัวชี้วัดหมวดต่าง ๆ และการให้นำหนักคะแนน

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดหมวดต่างๆ และการให้น้ำหนักคะแนน

ข้อ	หมวด	ผลคะแนนรวม	ร้อยละของคะแนน ทั้งหมด %
		2023	2023
1.	การวางระบบโครงสร้างพื้นฐาน	1500	15
2.	การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	2100	21
3.	การจัดการของเสียในสำนักงาน	1800	18
4.	การจัดการน้ำ	1000	10
5.	การสัญจรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	1800	18
6.	การศึกษาและงานวิจัยของสำนักงาน	1800	18
รวม		10,000	100

ที่มา : Universitas Indonesia 2023, UI Green Metric World University Rankings 2023

ผลการวิจัย

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนน ด้านที่ 1 สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (SI)

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	การวางระบบโครงสร้างพื้นฐาน (SI)		
SI1	สัดส่วนที่เปิดโล่งของพื้นที่ทั้งหมด	200	100
SI2	พื้นที่ในมหาวิทยาลัยที่มีลักษณะเป็นป่า	100	75
SI3	พื้นที่ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยที่ปกคลุมไปด้วยพืชปลูก	200	100
SI4	พื้นที่ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยสำหรับดูดซับน้ำนอกเหนือจากป่าและพืชปลูก	100	75
SI5	จำนวนประชากรทั้งหมด โดยประมาณต่อปี	200	10
SI6	งบประมาณของมหาวิทยาลัยเพื่อความพยายามในการสร้างความยั่งยืน	200	50
SI7	ร้อยละของงบประมาณของมหาวิทยาลัยเพื่อความยั่งยืน	100	25
SI8	ร้อยละของการดำเนินการและบำรุงรักษาดูแลอาคารในระยะเวลา 1 ปี	100	75
SI9	สิ่งอำนวยความสะดวกของคนพิการ, คนที่มีความต้องการพิเศษ และ/หรือ ดูแลการคลอดบุตร	100	50
SI10	ความปลอดภัย และ สิ่งอำนวยความสะดวก	100	0
SI11	การอนุรักษ์: พืช (ดอกไม้), สัตว์ (สัตว์ในท้องถิ่น) และ สัตว์ป่า, ทรัพยากรทางพันธุกรรมทรัพยากรอาหาร และเกษตรกรรมปลอดภัยเพื่อการอนุรักษ์ทั้งในระยะกลางหรือระยะยาว	100	25
รวม		1500	585

ที่มา : UI Green Metric World University Rankings, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนน ด้านที่ 2 พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC)

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
2	พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (EC)		
EC1	การใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน	200	100
EC2	พื้นที่อาคารอัจฉริยะทั้งหมดของมหาวิทยาลัย	300	75
EC3	การใช้อาคารอัจฉริยะ	300	75
EC4	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อประชากรของมหาวิทยาลัย (kWh ต่อคน)	300	75
EC5	อัตราส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนต่อการใช้พลังงานทั้งหมดต่อปี	200	100
EC6	องค์ประกอบของการดำเนินการอาคารสีเขียวที่สะท้อนให้เห็นในนโยบาย การก่อสร้างและปรับปรุงทั้งหมด	200	0
EC7	โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	200	50
EC8	คาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดหารด้วยจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัยทั้งหมด (เมตริกตันต่อคน)	200	50
EC9	จำนวนโครงการนวัตกรรมในด้านพลังงานและอากาศ	100	0
EC10	โครงการมหาวิทยาลัยด้านผลกระทบด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	100	0
รวม		2100	525

ที่มา : UI Green Metric World University Rankings, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบคะแนนด้านที่ 3 ของเสีย (WS)

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
3	ระบบจัดการของเสีย (WS)		
WS1	โครงการนำของเสียในมหาวิทยาลัยกลับมาใช้ใหม่	300	75
WS2	โครงการลดการใช้กระดาษและพลาสติกในมหาวิทยาลัย	300	150
WS3	การบำบัดของเสียอินทรีย์	300	75
WS4	การบำบัดของเสียอนินทรีย์	300	75
WS5	การจัดการของเสียที่เป็นพิษ	300	0
WS6	การกำจัดสิ่งปฏิกูล	300	0
รวม		1800	375

ที่มา : UI Green Metric World University Rankings, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคะแนนด้านที่ 4 น้ำ (WR)

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
4	ระบบการจัดการทรัพยากรน้ำ (WR)		
WR1	โครงการอนุรักษ์น้ำและการดำเนินการ	200	50
WR2	การดำเนินโครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่	200	50
WR3	การใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ	200	100
WR4	ปริมาณที่ใช้น้ำที่ผ่านการบำบัด	200	50
WR5	การควบคุมมลพิษทางน้ำในมหาวิทยาลัย	200	50
รวม		1000	300

ที่มา : UI Green Metric World University Rankings, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบคะแนน ด้านที่ 5 การขนส่ง (TR)

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
5	การขนส่ง (TR)		
TR1	จำนวนยานพาหนะทั้งหมด (รถยนต์ และ รถจักรยานยนต์ ที่มีเครื่องสันดาป)	200	100
TR2	บริการรถขนส่งสาธารณะ	300	225
TR3	นโยบายการปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (ZEV) ในมหาวิทยาลัย	200	200
TR4	จำนวนเฉลี่ยของยานพาหนะปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (ZEV) ทั้งหมดต่อจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัย	200	50
TR5	สัดส่วนพื้นที่จอดรถต่อพื้นที่มหาวิทยาลัยทั้งหมด	200	200
TR6	โครงการจำกัดหรือลดพื้นที่จอดรถในมหาวิทยาลัย สำหรับ 3 ปีย้อนหลัง	200	0
TR7	จำนวนโครงการแนวคิดในการลดยานพาหนะส่วนตัว ในมหาวิทยาลัย	200	50
TR8	เส้นทางเดินทางเท้าในมหาวิทยาลัย	200	150
รวม		1800	975

ที่มา : UI Green Metric World University Rankings, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

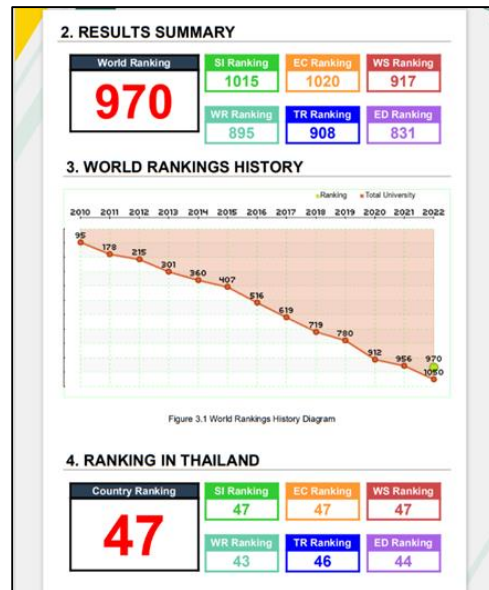
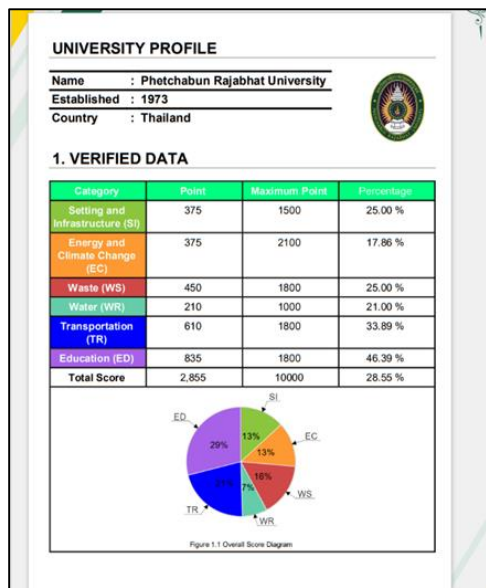
ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบคะแนน ด้านที่ 6 การศึกษา (ED)

ข้อ	หมวดและตัวชี้วัด	คะแนน	
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
6	การศึกษาและการวิจัย (ED)		
ED1	อัตราส่วนของหลักสูตรความยั่งยืนของหลักสูตรทั้งหมด/รายวิชา	300	150
ED2	อัตราส่วนของทุนวิจัยด้านความยั่งยืนต่ออัตราส่วนทุนวิจัยทั้งหมด	200	50
ED3	จำนวนสิ่งตีพิมพ์ทางวิชาการด้านสิ่งแวดล้อมและความความยั่งยืนที่ได้ตีพิมพ์	200	100
ED4	จำนวนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน	200	100
ED5	จำนวนองค์กรนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน	200	100
ED6	การมีเว็บไซต์เกี่ยวกับ ความยั่งยืนที่ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัย	200	150
ED7	การจัดทำรายงานด้านความยั่งยืน	100	25
ED8	จำนวนกิจกรรมทางวัฒนธรรมในมหาวิทยาลัย	100	100
ED9	จำนวนโครงการของมหาวิทยาลัยเพื่อพัฒนาการเรียนและการสอน	100	0
ED10	จำนวนโครงการบริการชุมชนด้านความยั่งยืน ที่มหาวิทยาลัยจัด/ หรือนักศึกษา มีส่วนร่วม	100	100
ED11	จำนวนสตาร์ทอัพที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน	100	0
	รวม	1800	875

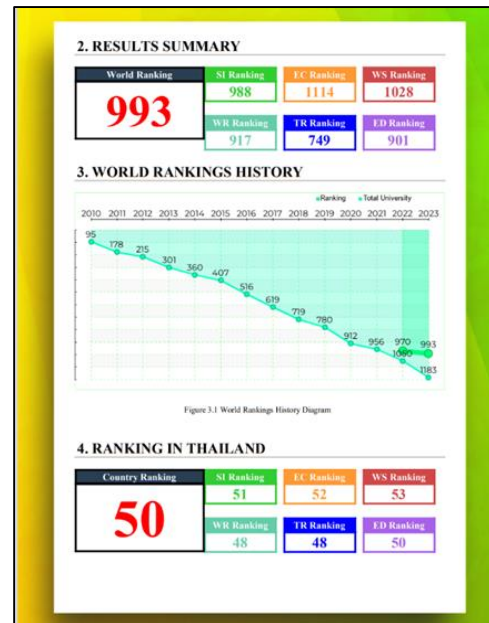
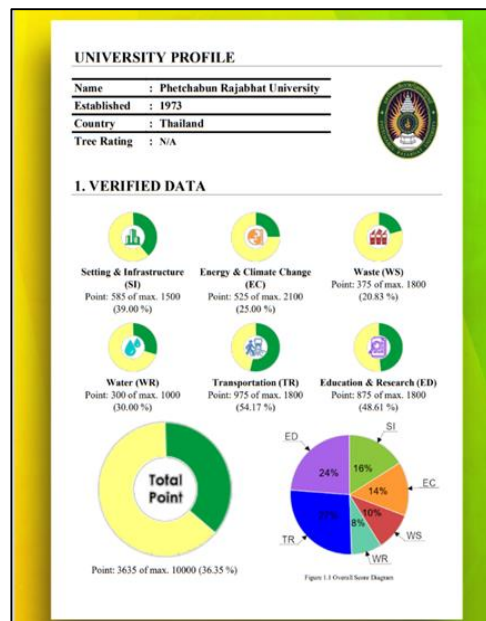
ที่มา : UI Green Metric World University Rankings, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

ผลการวิจัย การเปรียบเทียบคะแนนการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก



ผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวปี 2022



ผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวปี 2023

วิจารณ์ผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ได้ดำเนินการพัฒนาไปสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืนสอดคล้องกับตัวชี้วัดตามเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว (UI Green Metric World University Ranking)

1) ด้านการวางระบบและโครงสร้างพื้นฐาน (setting & infrastructure)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้ให้ความสำคัญต่อคุณภาพและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ทางมหาวิทยาลัยได้จัดสัดส่วนพื้นที่ทั้งหมดภายใต้วิทยาเขตพัฒนาพื้นที่สีเขียว โดยกำหนดพื้นที่ในมหาวิทยาลัยที่มีลักษณะเป็นป่าพื้นที่ปกคลุมไปด้วยพืชปลูก พื้นที่สำหรับดูดซับน้ำ และกำหนดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อดำเนินการบำรุงรักษาดูแลอาคารที่รุดโทรมเสื่อมสภาพ ให้ความสนใจต่อสิ่งอำนวยความสะดวกของคนพิการ บุคคลที่มีความต้องการพิเศษ และยังมีกรอนุรักษ์พืช สัตว์ในท้องถิ่น สัตว์ป่า ทรัพยากรทางพันธุกรรม ทรัพยากรอาหาร และเกษตรกรรมปลอดภัยเพื่อการอนุรักษ์ทั้งในระยะกลางหรือระยะยาว และเพื่อการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยควรเพิ่มมาตรการความปลอดภัยสิ่งอำนวยความสะดวกต่อนักศึกษาบุคลากรและผู้ที่มีความต้องการพิเศษ ให้ความสำคัญต่อโครงการที่มีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือโครงการการพัฒนาทางด้านความยั่งยืน

2) ด้านการจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (energy and climate change)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ได้ดำเนินโครงการประหยัดพลังงานด้วยการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ เช่น การปรับเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดธรรมดาเป็นหลอดประหยัดไฟ การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเครื่องหมายประหยัดไฟ รวมถึงการรณรงค์ให้นักศึกษาและบุคลากรร่วมมือกันในการประหยัดพลังงาน นอกจากนี้ยังมีโครงการด้านการใช้พลังงานสะอาด การผลิตพลังงานทดแทน การนำเทคโนโลยีโซลาร์เซลล์มาใช้ในจุดต่างๆ เช่น ระบบการให้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทางมหาวิทยาลัยควรให้ความสำคัญต่อยุทธศาสตร์ทางด้านการใช้พลังงานและโครงการที่เป็นการพัฒนาทางด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โครงการการใช้พลังงานทดแทน รวมถึงโครงการที่เป็นนวัตกรรมด้านพลังงาน และอากาศ

3) ด้านการจัดการของเสีย (waste)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ได้ให้ความสนใจและมุ่งมั่นในการจัดการของขยะและของเสียอันตราย โครงการธนาคารขยะรีไซเคิล ซึ่งไม่เพียงแต่มีส่วนช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมให้สะอาดขึ้นเท่านั้น แต่ยังสร้างความตระหนักรู้ของมหาวิทยาลัยถึงความสำคัญของการรีไซเคิลและคุณค่าของวัสดุเหลือใช้ที่สามารถเป็นแหล่งของรายได้ ด้วยการเปลี่ยนทัศนคติของคนรุ่นใหม่ให้สามารถนำแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืนมาใช้ในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น และมหาวิทยาลัยใช้เอกสารอิเล็กทรอนิกส์แทนการใช้กระดาษ เอกสารทางออนไลน์ทำให้นักศึกษาและบุคลากรที่อยู่ห่างไกลเข้าถึงได้และสามารถค้นหาสิ่งที่ต้องการได้เมื่อต้องการ นอกจากนี้มหาวิทยาลัยยังให้ความสำคัญต่อการบำบัดของเสียอันตรายและการบำบัดของเสียอันตรายในมหาวิทยาลัยอีกด้วย มหาวิทยาลัยมีมาตรการจัดการขยะและของเสียอันตราย สารเคมีจากห้องปฏิบัติการที่มีคุณภาพ แต่ควรเพิ่มมาตรการการกำจัดของเสียอันตรายจากสำนักงานหรือจากการบำรุงรักษาอาคาร เช่น หมึกพิมพ์ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ชำรุด เศษเหล็ก

4) ด้านการจัดการน้ำ (water)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ได้ให้ความสำคัญต่อการอนุรักษ์น้ำในวิทยาเขตเพื่อช่วยรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย และการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพทั่ววิทยาเขตมหาวิทยาลัยมีการวางแผนอย่างเหมาะสมเพื่อให้แหล่งน้ำสะอาด การอนุรักษ์น้ำจะต้องได้รับการส่งเสริม ฝึกอบรมเจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องกับบทบาทในการอนุรักษ์ และสร้างความตระหนักรู้ในหมู่นักศึกษาบุคลากร มหาวิทยาลัยมีแนวคิดในการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านระบบบำบัดควบคุมน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่ระบบระบายน้ำสาธารณะต่อไป นอกจากนี้มหาวิทยาลัยยังให้ความสำคัญ ต่อการใช้อุปกรณ์

ประหยัดน้ำอีกด้วย เช่น การใช้ก๊อกน้ำอัตโนมัติในห้องน้ำ มหาวิทยาลัยให้ความสำคัญต่อการอนุรักษ์พลังงานและการดำเนินการโครงการบำบัดน้ำก่อนนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ต้องดำเนินการควบคุมการบำบัดน้ำที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม และให้การสนับสนุนโครงการที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการอนุรักษ์น้ำ เช่น โครงการการศึกษาการนำพีชน้ำมาบำบัดน้ำเสีย หรือสนับสนุนกิจกรรมทุกกิจกรรมในการอนุรักษ์น้ำของนักศึกษา

5) ด้านการสัญจรขนส่ง (transportation)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ได้ให้ความสำคัญและส่งเสริมการเดินทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น สนับสนุนการเดินทางเท้าโดยการสร้างหลังคาคลุมทางเดินเท้าและมีแสงสว่างหลายสายให้มหาวิทยาลัย บริการรถรับส่งสาธารณะต่อนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัย โดยมหาวิทยาลัยให้ความสำคัญกับพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้น และลดผลกระทบจากการคมนาคมขนส่งต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ บริการรถรับส่งของมหาวิทยาลัยจะดำเนินการโดย EVT PLUS D (รถยนต์ไฟฟ้า) ขนาด 8-14 ที่นั่ง มี EVT 5 คัน ทั่ววิทยาเขตในมหาวิทยาลัย และมีจุดชาร์จ 5 จุด เพื่อบริการนักศึกษากุศลกรที่ใช้รถประเภท EV และแบ่งสัดส่วนพื้นที่จอดรถต่อพื้นที่มหาวิทยาลัยทั้งหมดให้เพียงพอต่อจำนวนยานพาหนะทั้งหมด สนับสนุนการให้บริการรถรับส่งประเภท EV ต่อนักศึกษากุศลกรในมหาวิทยาลัยโดยสอดคล้องต่อนโยบายปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (ZEV) ในมหาวิทยาลัย เพื่อลดปริมาณการใช้ยานพาหนะส่วนตัว

6) ด้านการจัดการศึกษา (education)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์พยายามยกระดับจิตสำนึกและความตระหนักรู้ ความเข้าใจในปัญหาสิ่งแวดล้อมผ่านการจัดการเรียนการสอน ตามหลักสูตรและรายวิชาด้านสิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และนอกหลักสูตร เช่น การจัดชมรมนักบรสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การจัดโครงการค่ายอาสาพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน โครงการพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง การทำงานร่วมกับชุมชนในพื้นที่เพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน และมหาวิทยาลัยมีการจัดอบรมให้ความรู้และจัดโครงการเตรียมแหล่งเรียนรู้ในศูนย์การเรียนรู้ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และมหาวิทยาลัยควรให้การสนับสนุนและพัฒนาด้านการเรียนการสอนทางวิชาการด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน รวมถึงโครงการของมหาวิทยาลัยที่มีการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวตามเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว (UI Green Metric World University Ranking) ระหว่างปี 2022-2023 พบว่าในปี 2022 ผลของการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ยูไอ กรีนเมตริก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีคะแนน 2,855 คะแนน มีผลการจัดอันดับระดับโลกที่ 970 จาก 1,050 มหาวิทยาลัยทั่วโลก และมีผลการจัดอันดับระดับประเทศที่ 47 จาก 47 สถาบันการศึกษาที่เข้าร่วมในไทย และในปี 2023 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มี 3,635 คะแนน มีผลการจัดอันดับระดับโลกที่ 993 จาก 1,183 มหาวิทยาลัยทั่วโลก และมีผลการจัดอันดับระดับประเทศที่ 50 จาก 100 สถาบันการศึกษาที่เข้าร่วมในไทย ซึ่งในปี 2023 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์มีผลคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากปี 2022 แต่มีอันดับระดับโลกและระดับประเทศลดลง เนื่องจากมีผู้เข้าร่วมการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ยูไอ กรีนเมตริก ในระดับโลกและระดับประเทศที่เพิ่มมากขึ้นกว่าปี 2022 และอีกหลายปัจจัยที่ทำให้มีผลต่อการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ยูไอ กรีนเมตริก

สรุปผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ได้ดำเนินการพัฒนาไปสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืนให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดต่างๆ ตามเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว (UI Green Metric World University Ranking) ซึ่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ได้มุ่งเน้นการพัฒนาการเรียนการสอน ควบคู่กับการนำนโยบายด้านการพัฒนามหาวิทยาลัยสีเขียว

และมีการทดลองงานด้านวิจัย มาผนวกให้เป็นกิจกรรมพัฒนาร่วมกันในการสร้างความตระหนักรู้ปลูกจิตสำนึก และพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม ความรับผิดชอบต่อสังคมให้กับนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัย นอกจากนี้ทางมหาวิทยาลัยยังให้ความสำคัญในด้านการใช้พลังงานและการจัดการของเสียภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยอีกด้วย และปัจจัยหลักในการพัฒนาสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืน คือนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียวหรือมหาวิทยาลัยที่ยั่งยืนโครงการ และกิจกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงงบประมาณที่จะจัดสรรในการดำเนินการสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืนด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ พิณทิพย์ แก้วแกมทอง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทที่ให้คำปรึกษาในการศึกษา การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการดำเนินการตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์พรทิว กองร้อย ประธานสาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ให้คำปรึกษาในการศึกษา การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้คำปรึกษาในการศึกษา การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

สิรินทรา พุ่มพวง

เอกสารอ้างอิง

- พัทธรา สืบศิริ, มณฑล จันทร์แจ่มใส, อธิยานันท์ จิตรโรจนรักษ์ และ บัญชา บูรณสิงห์. (2560). **โครงการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว**. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สมพร แสงชัย. (2561). **วิวัฒนาการแนวคิดของการพัฒนาที่ยั่งยืน**. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะบริหารพัฒนาสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
- โมทนา สิทธิพิทักษ์, สิริฉันท์ สิริกุล เตชพาหพงษ์ และ พันธุ์ศักดิ์ พลสารมัย. (2564). **ปัจจัยแห่งความสำเร็จของมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืน**. วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พนาวิน เปรมศรี และ โชติ บดีรัฐ. (2565). **ผลสัมฤทธิ์การดำเนินการสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว**. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
- สรารุช แพพวก และ สมบูรณ์ ศิริสรรหิรัญ. (2566). **แนวทางการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของสถาบันอุดมศึกษา**. วารสารสังคมศาสตร์บูรณาการ มหาวิทยาลัยมหิดล
- Office UI Green Metric. (2566). **การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ยูไอ กรีนเมตริก**. แหล่งที่มา : <https://greenmetric.ui.ac.id> , 10 ตุลาคม 2566.
- ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน. (2566). **การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs)**. แหล่งที่มา : <https://www.sdgmove.com> , 30 ธันวาคม 2566

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็กในแปลงชุ่มน้ำเทียม
โดยใช้เทคนิคการให้น้ำขังแบบไหลต่อเนื่องและให้น้ำ
แบบขังห้าวันสลับแห้งสองวัน

The efficiency of community wastewater treatment with *Phragmites
australis* in artificial wetland using technique
of continuous flow irrigation and waterlog 5 days
alternate dry 2 days

อรทัย อูทัย^{1*}, ธัญดา บัณฑิตชู¹ และฤทัยรัตน์ น้อยคนดี¹

Orathai Authai^{1*}, Thiyada Bundit¹ and Ruthairat Noikondee¹

¹หลักสูตรสาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

¹Natural Resource and Environmental Management, Science and Technology faculty,
Rajabhat Phetchabun University

*Corresponding author E-mail: authai7245@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็กในแปลงชุ่มน้ำเทียมโดยใช้เทคนิคการให้น้ำขังแบบไหลต่อเนื่องและให้น้ำแบบขังห้าวันสลับแห้งสองวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็กในแปลงชุ่มน้ำเทียมโดยใช้เทคนิคการให้น้ำขังแบบไหลต่อเนื่องและให้น้ำแบบขังห้าวันสลับแห้งสองวัน ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด บีโอดีและซีโอดีของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในช่วงเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2566

จากการศึกษาพบว่า เทคนิคการให้น้ำแบบขังห้าวันสลับแห้งสองวัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดีและซีโอดีในน้ำเสียชุมชนได้ดีกว่า เทคนิคการให้น้ำแบบไหลต่อเนื่อง โดยจากเทคนิคการให้น้ำแบบขังห้าวันสลับแห้งสองวัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดีร้อยละ 46.62 และมีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดีร้อยละ 50.44 ส่วนแปลงการให้น้ำแบบไหลต่อเนื่องมีประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดี ร้อยละ 39.62 และมีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดีร้อยละ 49.66 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยครั้งนี้นอกจากจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียชุมชนแล้ว ต้นอ้อเล็กยังสามารถนำ ก้าน ดอก ของต้นอ้อมาทำเป็นไม้กวาด นอกจากนี้ต้นอ้อยังจัดว่าเป็นพืชพลังงานเพราะสามารถสกัดให้เกิดชีวมวลจำนวนมาก เพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง และปุ๋ยหมัก ส่วนของลำต้นสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นกระดาษ เบาะนั่ง หลังกา เป็นต้น เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับคนในชุมชนได้ และเป็นการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การบำบัดน้ำเสียชุมชน, แปลงพืชบำบัดน้ำเสียชุมชน, ต้นอ้อเล็ก

Abstract

Research on efficiency of treating community wastewater with *Phragmites australis* in an Artificial wetland using the technique of continuous flow irrigation and five days of water retention, alternating with two dry days have a purpose to compare the efficiency of treating municipal wastewater with young reeds in an artificial wetland using the technique of continuous

flow irrigation and five days of water retention, alternating with two dry days. That affects the efficiency of therapy BOD and COD of the artificial wetland system of the Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project under the royal initiative during July 2023.

From the study it was found that the technique of watering 5 days alternating with 2 dry days is more effective in treating BOD and COD in municipal wastewater. Continuous flow irrigation technique from the technique of watering 5 days alternating with 2 dry days, it was effective in treating BOD at 46.62 percent and effective in treating COD at 50.44 percent. The continuous flow irrigation plan was effective in treating BOD at 39.62 percent and was effective in treatment of COD 49.66 percent. Benefits obtained from this research aside from being effective in treating municipal wastewater, Phragmites Australis can also use the stems and flowers of reeds to make brooms. Reeds are also considered an energy crop because they can be extracted to produce large amounts of biomass. The trunks can be used to produce fuel and compost, paper, seats, roofs, etc., adding value to people in the community. And is a sustainable way to solve environmental problem.

Keywords : community wastewater treatment, wetland, Phragmite Australis.

บทนำ

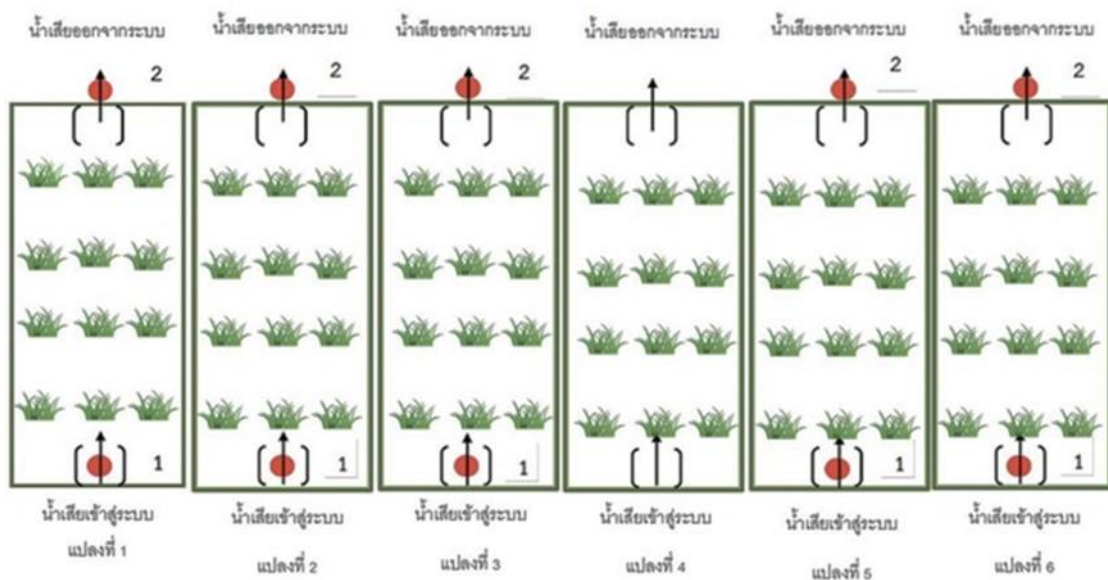
การเพิ่มจำนวนของประชากรก่อให้เกิดน้ำเสียภายในชุมชน เช่น น้ำเสียจากการประกอบอาหาร การชำระล้างร่างกาย การซักเสื้อผ้า การชำระล้างสิ่งสกปรกภายในครัวเรือน และ อาคารประเภทต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งน้ำเสียที่เกิดจากการใช้ชีวิตประจำวันมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์สารอนินทรีย์ ไขมันและน้ำมัน ของแข็งแขวนลอย สารก่อให้เกิดฟองหรือสารซักฟอก จุลินทรีย์และธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส (กรมควบคุมมลพิษ, 2560ก) โดยปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือนและอาคาร มีประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) เมื่อปล่อยน้ำเสียออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดใด ๆ สารที่ปนเปื้อนในน้ำเสียจึงส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ หากมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มากจะทำให้สภาพน้ำเน่าได้ง่าย ส่งกลิ่นเหม็นรบกวนสร้างความรำคาญให้แก่คนในชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณแหล่งน้ำ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณนั้น นอกจากนี้ ธาตุอาหารจำพวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสีย ทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปรากฏการณ์ Algae Blooms ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทำให้สีของแหล่งน้ำผิดไปจากธรรมชาติกลายเป็นสีเขียว และยังทำให้เกิดพิษ Microcystin เป็นสารพิษชนิด Hepatotoxin ที่ออกฤทธิ์ต่อระบบการหายใจและทำลายเนื้อเยื่อตับของปลา (มัลลิกา, 2558)

หลักการบำบัดน้ำเสียด้วยพืช เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทำงานร่วมกันระหว่างดิน น้ำ พืช และจุลินทรีย์ ด้วยกระบวนการ Thermo-osmosis คือ กระบวนการเติมออกซิเจนผ่านการแทรกซึมทางปากใบสู่ราก ทำให้บริเวณรอบรากพืชมีออกซิเจนแพร่ออกมา จากนั้นจุลินทรีย์ในดินและจุลินทรีย์รอบรากพืช จะทำกิจกรรมในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียให้เปลี่ยนเป็นสารอนินทรีย์ (โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย, 2558) ซึ่งในน้ำเสียมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส พืชจะช่วยดึงธาตุอาหารจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เอาไปใช้ในการเจริญเติบโต

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็กในแปลงชุ่มน้ำเทียม โดยเทคนิคการให้น้ำขังแบบไหลต่อเนื่องและให้น้ำแบบขังห้าวันสลับกันสองวัน และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ เนื่องจากพืชชนิดนี้เป็นพืชที่สามารถหาได้ง่าย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในครัวเรือน เพื่อบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ต่าง ๆ ได้ ก่อให้เกิดประสิทธิผลในเรื่องการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้อย่างยั่งยืน

วิธีการดำเนินการวิจัย

- (1) กำหนดจุดเก็บตัวอย่างจากแปลงจำนวน 6 แปลง แบ่งเป็น แปลงที่ให้น้ำแบบขังห้าวัน สลับกันสองวัน คือแปลงที่ 1-3 และแปลงที่ให้น้ำไหลแบบต่อเนื่อง 3 แปลงคือ แปลงที่ 5-7
- (2) กำหนดจุดเก็บตัวอย่างในแปลงทั้งหมด 2 จุด ได้แก่ น้ำเสียเข้าสู่ระบบบริเวณ (วาล์วน้ำ) และจุดปล่อยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วออกจากระบบ (หลังเวียร์)
- (3) ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจำนวน 4 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ ในช่วงเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2566
- (4) เก็บตัวอย่างน้ำตามวิธีมาตรฐาน (standard method) ของ AWWA APHA และ WEF



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างในแปลงพืชบำบัดน้ำเสีย

การวิเคราะห์ค่าบีโอดีและซีโอดีในน้ำเสียชุมชน

1. การวิเคราะห์หาค่า BOD โดยวิธี Azide Modification

- (1) เตรียมน้ำตัวอย่างใส่ในขวดบีโอดีขนาด 300 ml ให้เต็มขวดพร้อมปิดจุก
- (2) ปิเปตสารละลาย $MnSO_4$ 2 ml ใส่ในขวดบีโอดีโดยค่อยๆ จุ่มปิเปตให้ถึงก้นขวด จึงปล่อยสารละลายออกสู่น้ำในขวดบีโอดี
- (3) เติมสารละลาย alkaline-iodide azide 2 ml
- (4) ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที จะเห็นตะกอนสีขาวขุ่น แล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นตะกอนสีน้ำตาล
- (5) ปิดฝาแล้วเขย่าขวดให้เข้ากัน โดยคว่ำและหงายขวดสลับไปมาหลายๆ ครั้ง

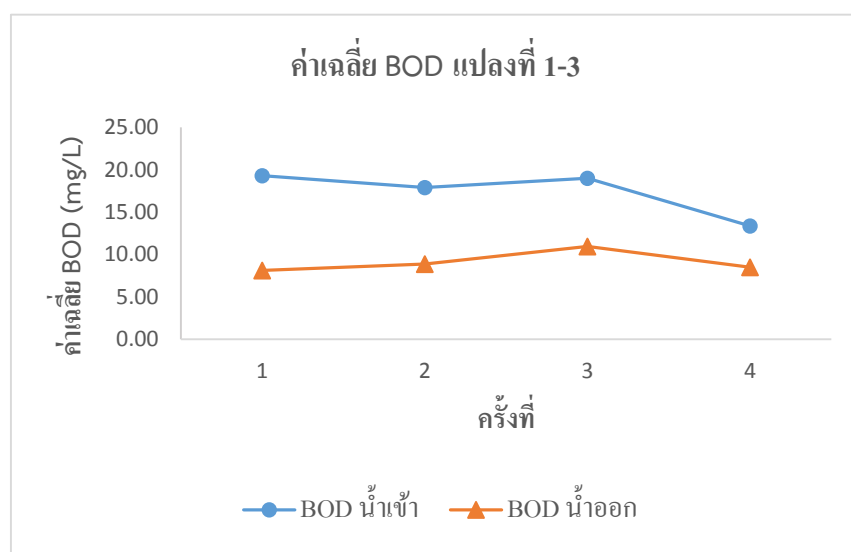
- (6) ปิดจุกแก้ว แล้วเขย่าโดยคว่ำและหงายสลับไปมาหลายๆครั้ง เขย่าจนได้ตะกอน 2/3 ของปริมาตรขวด แล้วปล่อยให้ตะกอนเบาขึ้นตกตะกอน
- (7) เปิดจุกแก้วอย่างระมัดระวัง เติมสาร conc. H₂SO₄ 2 ml โดยให้กรดค่อยๆ ไหลไปข้างๆ คอขวด ปิดจุกเขย่าเบาๆ จนตะกอนเบาขึ้นละลายจนหมดรินน้ำตัวอย่างทิ้ง 97 ml จะเหลือปริมาตร 203 ml นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต (Na₂S₂O₃) เข้มข้น 0.025 N จนสารละลายเป็นสีเหลืองหรือสีชา
- (8) หยดน้ำแป้งลงในสารละลาย 2-3 หยด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินแล้วไทเทรตต่อจนสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีใส ไม่มีสี (จุดยุติ) จดปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต (Na₂S₂O₃) ที่ใช้ตั้งแต่ไทเทรตจนถึงจุดยุติ

2. การวิเคราะห์หาค่า COD โดยวิธี Closed Reflux

- (1) ตูบน้ำตัวอย่าง 2.5 ml ใส่ในหลอดทดลอง
- (2) เติมสารละลายโพตัสเซียมไดโครเมต (K₂Cr₂O₇) 1.5 ml ลงในน้ำตัวอย่าง
- (3) เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 3.5 ml ลงในน้ำตัวอย่าง ปิดฝาและเขย่าให้เข้ากัน
- (4) นำไปอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- (5) หลังจากอบครบ 2 ชั่วโมงแล้ว นำออกมากมาพักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง
- (6) เทน้ำตัวอย่างลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml
- (7) หยดสารละลายเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ เข้มข้น 0.025 นอร์มัล 3 หยด เขย่าจนเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวอมน้ำเงิน
- (8) ไทเทรตด้วยสารละลาย FAS เข้มข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติ (เป็นสีแดงอิฐ) และบันทึกผล

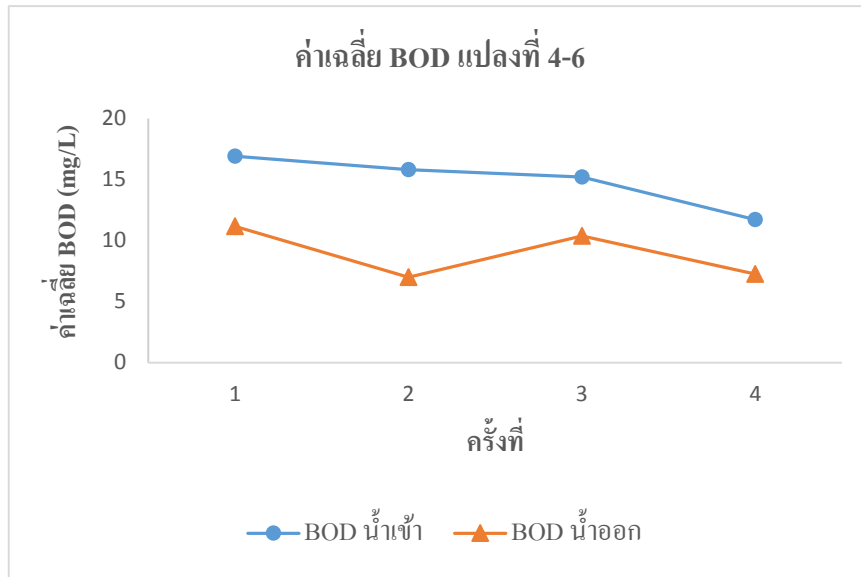
ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดี



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์ค่าบีโอดีของน้ำเสียชุมชนหลังผ่านการบำบัดด้วยเทคนิคขังน้ำห้าวันสลับแห้งสองวัน

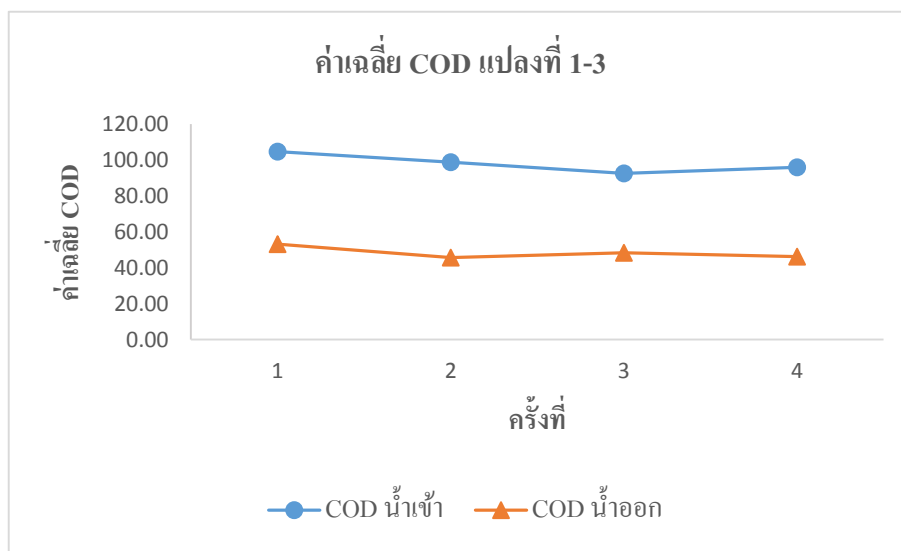
ค่าเฉลี่ย BOD น้ำเข้าและน้ำออกแปลงที่ 1-3 จากการบำบัดด้วยเทคนิคขังน้ำเสีย 5 วันสลับแห้ง 2 วัน ค่าเฉลี่ย BOD น้ำเข้าในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 19.3, 17.9, 19 และ 13.37 ตามลำดับ และ ค่าเฉลี่ย BOD น้ำออกในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 8.14, 8.87, 10.94 และ 8.51 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์ค่าบีโอดีของน้ำเสียชุมชนหลังผ่านการบำบัดด้วยเทคนิคปล่อยน้ำเสียแบบไหลต่อเนื่อง

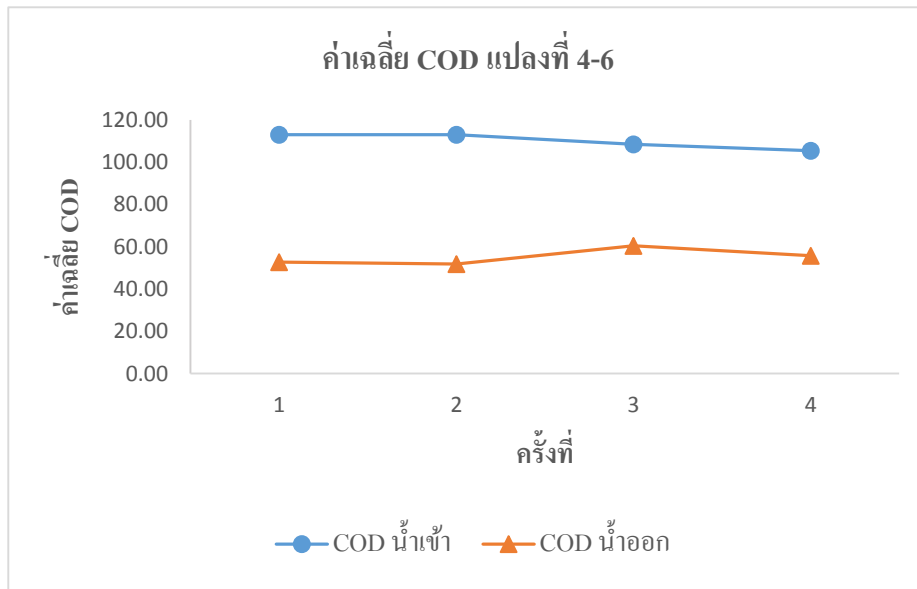
ค่าเฉลี่ย BOD น้ำเข้าและน้ำออกแปลงที่ 4-6 จากการบำบัดด้วยเทคนิคปล่อยน้ำเสียแบบไหลต่อเนื่อง ค่าเฉลี่ย BOD น้ำเข้าในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 16.90, 15.80, 15.20 และ 11.72 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย BOD น้ำออกในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 11.15, 6.99, 10.36 และ 7.25 ตามลำดับ

2.ผลการวิเคราะห์ค่าซีโอดี



ภาพที่ 4 การวิเคราะห์ค่าซีโอดีของน้ำเสียชุมชนหลังผ่านการบำบัดด้วยเทคนิคขังน้ำห้าวันสลับแห้งสองวัน

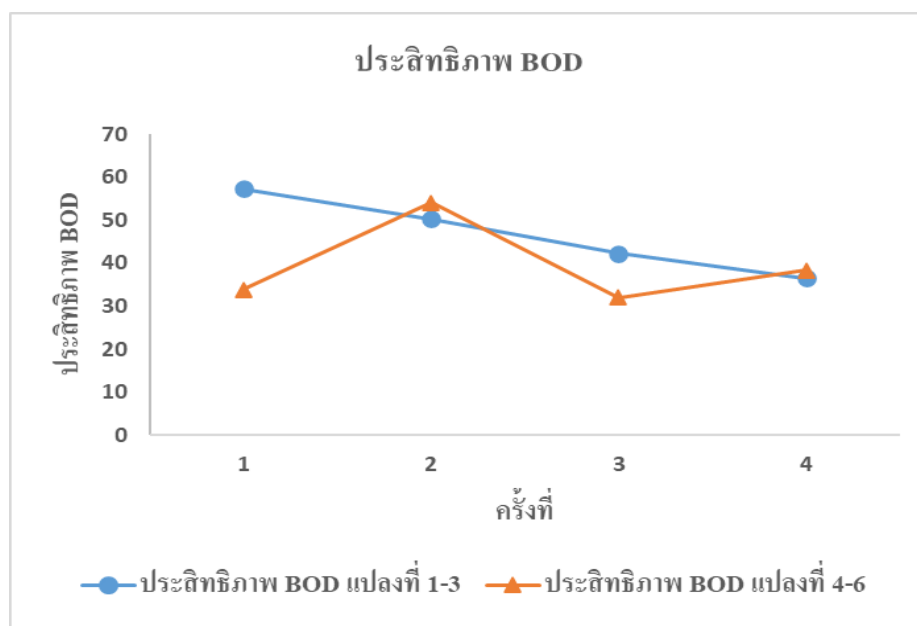
ค่าเฉลี่ย COD น้ำเข้าและน้ำออกแปลงที่ 1-3 จากการบำบัดด้วยเทคนิคปล่อยน้ำเสียไหลต่อเนื่อง ค่าเฉลี่ย COD น้ำเข้าในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 104.80, 98.83, 92.60 และ 96.03 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย COD น้ำออกในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 53.20, 45.62, 48.40 และ 46.25 ตามลำดับ



ภาพที่ 5 การวิเคราะห์ค่าซีโอดีของน้ำเสียชุมชนหลังผ่านการบำบัดด้วยเทคนิคปล่อยน้ำเสียแบบไหลต่อเนื่อง

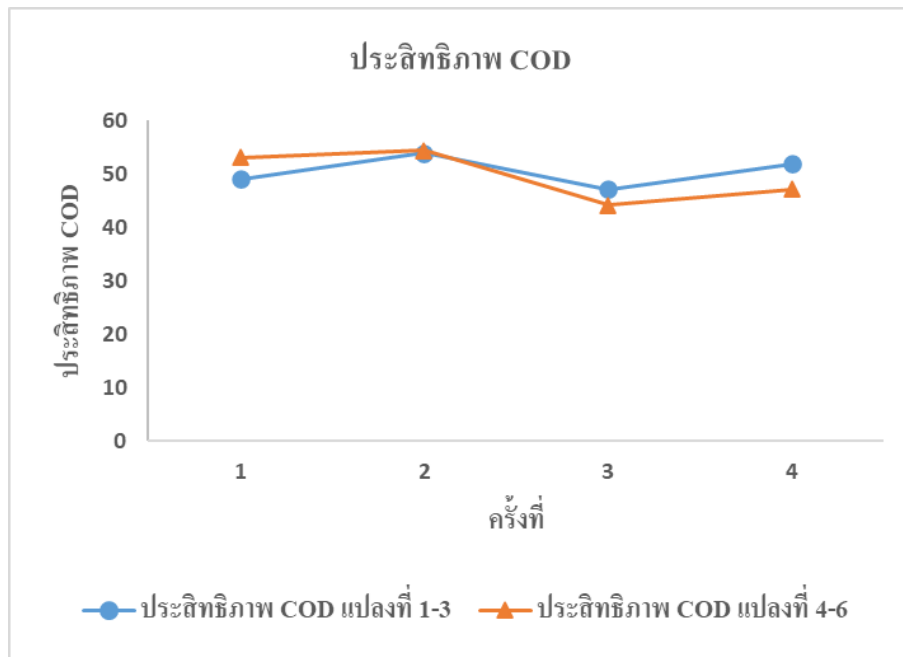
ค่าเฉลี่ย COD น้ำเข้าและน้ำออกแปลงที่ 4-6 จากการบำบัดด้วยเทคนิคปล่อยน้ำเสียไหลต่อเนื่อง ค่าเฉลี่ย COD น้ำเข้าในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 113.07, 112.93, 108.53 และ 105.50 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยน้ำออก COD ในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 52.69, 51.85, 60.42 และ 55.71 ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพค่าบีโอดีและค่าซีโอดี ได้ดังนี้



ภาพที่ 6 การวิเคราะห์ค่าบีโอดีด้วยแปลงต้นอ้อเล็ก

ค่าเฉลี่ย % ประสิทธิภาพ BOD ที่บำบัดด้วยเทคนิคขังน้ำเสีย 5 วันสลับแห้ง 2 วัน ในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 57.34, 50.32, 42.32 และ 36.5 ตามลำดับ และ ค่าเฉลี่ย % ประสิทธิภาพ BOD ที่บำบัดด้วยเทคนิคปล่อยน้ำเสียแบบไหลต่อเนื่อง แพลงที่ 4-6 ในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 33.9, 54.14, 32.06 และ 38.36 ตามลำดับ การบำบัดค่า BOD เกี่ยวเนื่องจากการเจริญเติบโตของต้นพืชในช่วงที่ต้นพืชกำลังเจริญเติบโตจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่า BOD ได้สูง และเมื่อต้นพืชเจริญเติบโตเต็มความสามารถในการบำบัดที่ค่า BOD จะลดลง



ภาพที่ 7 การวิเคราะห์ค่าบีโอดีด้วยแปลงต้นอ้อเล็ก

ค่าเฉลี่ย % ประสิทธิภาพ COD ที่บำบัดด้วยเทคนิคที่บำบัดด้วยเทคนิค 5 วัน สลับแห้ง 2 วัน แพลงที่ 1-3 ในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 49.03, 53.87, 47.06 และ 51.81 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย % ประสิทธิภาพ COD ที่บำบัดด้วยเทคนิคปล่อยน้ำเสียแบบไหลต่อเนื่อง แพลงที่ 4-6 ในครั้งที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 53.06, 54.39, 44.13 และ 47.08 ตามลำดับ การลดลงของค่า COD เนื่องจากจุลินทรีย์ย่อยสลายสิ่งปนเปื้อนที่มากับน้ำเสีย

วิจารณ์ผล

จากงานวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็กในแปลงชุ่มน้ำเทียม โดยใช้เทคนิคการให้น้ำแบบไหลต่อเนื่อง และให้น้ำแบบขังห้าวันสลับแห้งสองวัน โดยใช้ระยะเวลา ในการเก็บตัวอย่างจำนวน 4 ครั้ง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในช่วงเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2566 เลือกศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดค่าบีโอดีและค่าซีโอดีพบว่า การบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็ก ในแปลงชุ่มน้ำเทียม โดยใช้เทคนิคการให้น้ำแบบไหลต่อเนื่อง และให้น้ำแบบขังห้าวันสลับแห้งสองวันมีประสิทธิภาพดี และน้ำที่ผ่านการบำบัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งทั้งนี้พบว่า การบำบัดค่าบีโอดีและค่าซีโอดีในน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็กในแปลงชุ่มน้ำเทียม โดยใช้เทคนิคให้น้ำแบบขังห้าวันสลับแห้งสองวัน มีประสิทธิภาพดีกว่าเทคนิคการให้น้ำแบบไหลต่อเนื่อง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการบำบัดค่าบีโอดีและซีโอดีในน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็กในแปลงชุ่มน้ำเทียม

ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	ประสิทธิภาพแปลง ชังน้ำเสีย 5 วัน สลั้บแห้ง 2 วัน	ประสิทธิภาพแปลงชัง น้ำแบบต่อเนื่อง
ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ ต้องการใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ในน้ำ (BOD)	ไม่เกิน 20 mg/L	46.62 %	39.62 %
ปริมาณออกซิเจนที่ใช้สารเคมีใน การย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD)	-	50.44 %	49.66 %

หมายเหตุ : การคำนวณค่าประสิทธิภาพ คำนวณจากสมการ ดังนี้

สมการ การคำนวณประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย

$$\text{ร้อยละประสิทธิภาพการบำบัด} = \frac{(\text{ก่อนบำบัด} - \text{หลังบำบัด}) \times 100}{\text{ก่อนการบำบัด}} \quad \text{สมการที่ (1)}$$

สรุปผล

จากการศึกษา ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยต้นอ้อเล็กในแปลงชุ่มน้ำเทียม โดยใช้เทคนิคการให้น้ำแบบไหลต่อเนื่อง และเทคนิคให้น้ำแบบชังห้าวันสลั้บแห้งสองวัน สรุปผลการศึกษาดังนี้ เทคนิคการให้น้ำแบบชังห้าวันสลั้บแห้งสองวัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีและค่าซีโอดี ในน้ำเสียชุมชนได้ดีกว่า เทคนิคการให้น้ำแบบไหลต่อเนื่อง เนื่องจากเทคนิคการให้น้ำแบบชังห้าวันสลั้บแห้งสองวัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดีร้อยละ 46.62 และมีประสิทธิภาพในการบำบัด ซีโอดี ร้อยละ 50.44 ส่วนแปลงการให้น้ำแบบไหลต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดี ร้อยละ 39.62 และมีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดีร้อยละ 49.66 เนื่องจากการชังน้ำเสียไว้อย่างต่อเนื่องในระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย จะทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจน เพราะน้ำที่ชังอยู่บริเวณหน้าดินจะป้องกันออกซิเจนจากบรรยากาศไม่ให้ซึมผ่านลงไปดินได้

ทั้งนี้ เนื่องจากอัตราการแพร่กระจายของโมเลกุลออกซิเจน ผ่านน้ำนิ่งช้ากว่าในอากาศ จากนั้นออกซิเจนที่ถูกกักไว้ตามช่องว่างในดินที่ถูกน้ำท่วมขัง จะถูกจุลินทรีย์ที่ใช้ ออกซิเจน และจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไร้ออกซิเจน นำมาใช้เพื่อการหายใจหมดไปอย่างรวดเร็ว ส่วนแปลงที่ชังน้ำห้าวันสลั้บแห้งสองวัน เมื่อบำบัดน้ำค่าความสกปรกของน้ำ (BOD) ที่บำบัดแล้วจึงลดลง จากนั้นจึงระบายน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วออกไปให้แห้งจนดินแตกกระแหว่งสัก 2 วัน เพื่อให้สารประกอบ Fe (II) ถูกเปลี่ยนกลับไปเป็น Fe (III) ทำให้จุลินทรีย์ที่ใช้ ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนทำงานได้ตลอด และเพื่อให้แสงแดดช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในดิน และช่องว่างขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ในดินทำให้อากาศสามารถแทรกซึมลงไปดินได้ เป็นการเพิ่มออกซิเจนให้แก่ดิน ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในดินมีออกซิเจนใช้ในการหายใจ เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์เปลี่ยนเป็นสารอนินทรีย์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ฤทัยรัตน์ น้อยคนตี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท
ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขปริญญาโทจนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณชรินทร์ทิพย์ เขยหอม นักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา
สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการ
ปฏิบัติงาน และหมอบหมายความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณ
คุณเสาวลักษณ์ บุญมั่ง นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ เจ้าหน้าที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อม
แหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากปริญญาโทเล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ที่ได้อบรมและให้
กำลังใจผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง

คณะผู้วิจัย

24 มกราคม 2566

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา สีสั่ง. 2557. **ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจน ด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโครงการ
ศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ.**

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2560ก. **คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม,
กรุงเทพฯ.

_____. 2560ข. **มาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน.** กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ

_____. 2561ค. **น้ำเสียชุมชน.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ

ขวัญฤดี โชติชนาทวีวงศ์. 2548. **ตำราระบบบำบัดมลพิษทางน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2558. **การบำบัดน้ำเสีย
ด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม.** มูลนิธิชัยพัฒนาในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ

ประการธรรม สุขสถิต. 2550. **ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งชุมชน
โดยใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินแนวดิ่ง.** หลักสูตรวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2550.

มัลลิกา ศรีชมภู. 2558. **อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ในฤดูหนาวต่อการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรีย
ในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนแบบบ่อฝิ่ง โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอัน
เนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี ประเทศไทย.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รัชชนิดา กันทะวงศ์. 2558. **ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีและซีโอดีโดยกกกลมและรูกาษาซีในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม
ของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.**
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลลิตี ทับทิมทอง. 2553. **การประยุกต์ระบบบึงประดิษฐ์บำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้บัวหลวงและกกตั้งกา.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

- วรวิฑูมิ จิตหมายเกษม. 2547. **การประยุกต์ระบบ Constructed Wetland สำหรับการบำบัด
น้ำเสียจากชุมชน.** สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2560. **คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน.** กระทรวงทรัพยากร
ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2561. **พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษา
คุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ฉบับที่ 2).** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

การใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลน ช่วงนอกฤดูกาลอพยพของนก
เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

Utilization of Mangrove Plantation Areas
During Off-Season Bird Migration for Restoration Mangrove Ecosystem
in Muang district, Samut Songkhram Province

นิธินาถ เจริญโภคคาราช^{1*} และเพชรพนม จิตมัน²

Nitinarth Charoenpokaraj^{1*} and Petchpanom Chitman²

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา 10300

¹ Faculty of Science and Technology Suan Sunandha Rajabhat University 10300

² โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

² Demonstration School of Suan Sunandha Rajabhat University 10300

*Corresponding author E-mail: ¹nitinarth.ch@ssru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของนก และลักษณะกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลนของนก ช่วงนอกฤดูกาลอพยพของนก บริเวณพื้นที่ศึกษา การวิจัยครั้งนี้ใช้การเก็บรวบรวมด้วยการสำรวจภาคสนามเกี่ยวกับชนิดของนก และลักษณะกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนก บริเวณพื้นที่ปลูกป่าชายเลน ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยทำการศึกษาในช่วงนอกฤดูกาลอพยพของนก ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความหลากหลายชนิดของนก และปริมาณความชุกชุมของนก ผลการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566 พบนก 8 อันดับ 23 วงศ์ 47 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 3.51 ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด คือ Charadriiformes มีจำนวน 15 ชนิด รองลงมา คือ Passeriformes มีจำนวน 14 ชนิด ในช่วงเดือนมิถุนายน – เดือนกรกฎาคม 2566 พบนกอพยพในกลุ่มนกชายเลนและนกทะเล จำนวน 4 ชนิด ส่วนในเดือนสิงหาคม – กันยายน 2566 พบกลุ่มนกชายเลนและนกทะเล จำนวน 13 ชนิด ส่วนปริมาณความชุกชุมในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 21 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 44.68 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ส่วนลักษณะกิจกรรมของนกประจำถิ่นที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลนเพื่อหากินอาหาร ทำรัง และเลี้ยงลูก และเป็นแหล่งพักพิงและแหล่งหากินอาหารของนกอพยพโดยเฉพาะกลุ่มนกชายเลนและนกทะเลในช่วงนอกฤดูกาลอพยพ ด้านสถานภาพการถูกคุกคาม ที่อยู่ในสภาพใกล้ถูกคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) มีจำนวน 2 ชนิด คือนกปากแอมหวานดำ และนกสตีลท์คอแดง ซึ่งในช่วงนอกฤดูกาลอพยพอาจจะพบนกอพยพบางชนิด ดังนั้นจึงควรร่วมมือกันปลูกป่าชายเลน เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลนให้เป็นแหล่งพักพิงและแหล่งอาหารของนก เนื่องจากนกเป็นตัวชี้วัดความสมดุลธรรมชาติและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน

คำสำคัญ : การใช้ประโยชน์พื้นที่ของนก, ช่วงนอกฤดูกาลอพยพ, พื้นที่ป่าชายเลนปลูก

Abstract

The main objectives of this research were to study species diversity and activity characteristics in habitat of birds during off-season bird migration in study area. The data was carried out by field survey about bird species and activity characteristics in habitat of birds in

mangrove plantation areas in Bang Kaew Subdistrict, Muang district, Samut Songkhram Province, during off-season bird migration from June – September 2023. The data was analyzed to find out species diversity and abundance of birds, the study found that there were 8 orders, 23 families and 47 species of birds. It was 3.51 according to Shannon Diversity Index. The maximum number of 15 bird species in order Charadriiformes and 14 bird species in order Passeriformes were found. During June - July 2023, 4 migratory bird species were found among shorebirds and seabirds. And during August – September 2023, 13 migratory bird species were found among shorebirds and seabirds. According to the abundance index, 21 bird species were in level 5 of abundance. It was 44.68 percent of all birds. According to resident bird activity and site utilizations were feeding site, resting, raising young and resting spots, food source for migratory birds, especially shorebirds and seabirds during off-season bird migration. In terms of threatened species, 2 bird species was Near-threatened (NT) namely Black-tailed Godwit and Red-necked Stint. During the off-season migration, some migratory birds may be encountered. To restore the mangrove ecosystem to be resting spots and food source for birds because the birds are an indicator of the natural balance and abundance of food sources in mangrove ecosystem.

Keywords : Habitat utilizations of birds, mangrove plantation areas, during off-season bird migration

บทนำ

พื้นที่แนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนใน มีระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งป่าชายเลนทำหน้าที่เป็นปราการธรรมชาติจากการกัดเซาะของกระแสน้ำ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร แหล่งอนุบาล และแหล่งวางไข่ของสัตว์นานาชนิด (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2552) ซึ่งนกที่พบในป่าชายเลนนั้นมีการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อประกอบกิจกรรมหลัก ๆ คือ เป็นแหล่งอาหาร แหล่งทำรังวางไข่ ของนกประจำถิ่น และเป็นพื้นที่แวะพักและแหล่งหากินอาหารของนกอพยพเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะกลุ่มนกชายเลนและนกทะเล เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเส้นทางการบินอพยพเอเชียตะวันออก-ออสเตรเลีย (East Asian-Australasian Flyway: EAAF) ในทุกฤดูหนาวราวเดือนตุลาคมถึงพฤษภาคม จะมีนกอพยพบินอพยพเข้ามาในประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่ชุ่มน้ำที่อุดมสมบูรณ์และพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่ยังมีความปลอดภัยสำหรับเหล่านกอพยพ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2553) อีกทั้งตามแนวป่าชายเลน จะพบนกประจำถิ่น ได้แก่ นกกระจง้อยป่าโกงกาง นกอีแพรดแถบอกดำ นกขมิ้นน้อยธรรมดา นกแว่นตาขาวสีทอง เป็นต้น หากินอาหารจำพวกแมลงต่างๆ ตามต้นไม้ (ยศพล วงศ์เลิศวิทย์, 2554) เนื่องจากไม้ป่าชายเลนส่วนมากเป็นไม้ไม่ผลัดใบ ทำให้มีดอก และผลหมุนเวียนตลอดทั้งปี กลายเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของนกกลุ่ม นกกินปลี นกกาฝาก รวมถึงแมลงที่ชอบน้ำหวานส่งผลให้มีนกกลุ่มกินแมลงจากดอกไม้มีอาหารตลอดปี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2561) ส่วนนกที่มีสถานภาพชุกชุมมาก เช่น นกกาน้ำเล็ก นกยางโทนน้อย นกยางเปีย นกยางกรอกพันธุ์ชวา นกยางเขียว นกตีนเทียน นกอีกล้วยเล็ก นกปากแอม๋องหางดำ เป็นต้น (นภดล แซ่มซ้อย และคณะ, 2558) ด้วยภาวะคุกคามต่อระบบนิเวศป่าชายเลน ที่มีสาเหตุหลายประการร่วมกัน คือกระบวนการตามธรรมชาติ อิทธิพลของลมและคลื่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การกัดเซาะของชายฝั่งทะเล และกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่งผลกระทบต่อความสมดุลของระบบนิเวศในป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งทะเล อาทิเช่น ประชากรของนกชายเลนมีแนวโน้มลดลง

อย่างต่อเนื่องจากการสูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัยจากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่เกิดจากการกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างชุมชน การปรับปรุงพื้นที่ริมชายฝั่ง และการลดลงของตะกอนจากแหล่งต้นน้ำ (Dais, et. al., 2014) จากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล ทำให้แต่ละพื้นที่ได้ดำเนินการและหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลในพื้นที่ ซึ่ง ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ได้ดำเนินการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเล โดยจัดทำโครงการไม้ไผ่ปักเป็นแนวป้องกันเพื่อชะลอกคลื่นและได้ดำเนินการจัดกิจกรรมปลูกป่าชายเลนอย่างต่อเนื่องตลอดทุกปีจนถึงปัจจุบัน ทำให้พื้นที่ที่กลับมา มีความอุดมสมบูรณ์เป็นพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้น ซึ่ง ป่าชายเลนปลูกและป่าชายเลนธรรมชาติมีลักษณะที่คล้ายกันค่อนข้างมาก จึงทำให้เห็นว่าการปลูกป่าพื้นดินธรรมชาติเมื่อผ่านระยะเวลาไปจะมีลักษณะโครงสร้าง และความคล้ายคลึงกัน เอื้อประโยชน์ต่อการอยู่อาศัยของนก (สุนทรีย์ เสือขำ และคณะ, 2563) สาเหตุดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงประเด็นที่ต้องทำการศึกษาค้นคว้าใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลน ช่วงนอกฤดูกาลอพยพของนก เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของนก และลักษณะกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลนของนก ช่วงนอกฤดูกาลอพยพของนก ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีโอกาสพบนกอพยพในช่วงนอกฤดูกาลอพยพของนก ตั้งแต่เดือนมิถุนายน - เดือนกันยายน ในพื้นที่ปลูกป่าชายเลน ซึ่งจะได้นำข้อมูลมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลน ให้เป็นแหล่งอาหาร แหล่งทำรังวางไข่ ของนกประจำถิ่น และเป็นพื้นที่แวะพักและแหล่งหากินอาหารของนกอพยพเป็นประจำทุกปี ซึ่งนกเป็นสิ่งมีชีวิตที่พบได้ง่ายสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดสภาพแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ดี (สุนทรีย์ เสือขำ และคณะ, 2563) เนื่องจากนกเป็นสัตว์ที่เลือกอยู่ในถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมต่อการหากินอาหารและจุดแวะพักที่ปลอดภัย

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ปลูกป่าชายเลน ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม



ภาพที่ 1 พื้นที่ปลูกป่าชายเลน ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สุ่มตรวจสอบสภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษา และชนิดของนก โดยใช้กล้องส่องทางไกลแบบ 2 ตา (Binoculars) กล้องโทรทรรศน์ (Telescope) กล้องถ่ายรูป และจำแนกนกที่พบตามหนังสือ A Guide to the Birds of Thailand โดย Boonsong Lekagul และ Philip D. Round (1991) หนังสือ A Field Guide to the Birds of Thailand and South-East Asia โดย Craig Robson (2008) และบัญชีรายชื่อ (Checklist) ของสมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย (2565) โดยทำการสำรวจแบบ Line transect ในช่วงนอกฤดูกาลอพยพของนก ตั้งแต่เดือนมิถุนายน - เดือนกันยายน 2566 เดือนละ 1 วัน ในช่วงเวลา 07.00 - 18.00 น.
2. บันทึกข้อมูลจำนวนประชากรของนกแต่ละชนิด ที่พบเห็นโดยตรง

3. วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก ตามสมการของ Shannon – Wiener Index, H' (Shannon, 1949) และวิเคราะห์ปริมาณความชุกชุมของชนิดนก โดยวิธีของ Pettingill (1969)
4. ศึกษาลักษณะกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ของชนิดนก บริเวณพื้นที่ศึกษา
5. ศึกษาอุปนิสัยการหากินและสถานภาพของนก ในพื้นที่ศึกษา
6. รวบรวมผลการศึกษา สรุปผลและรายงานผล

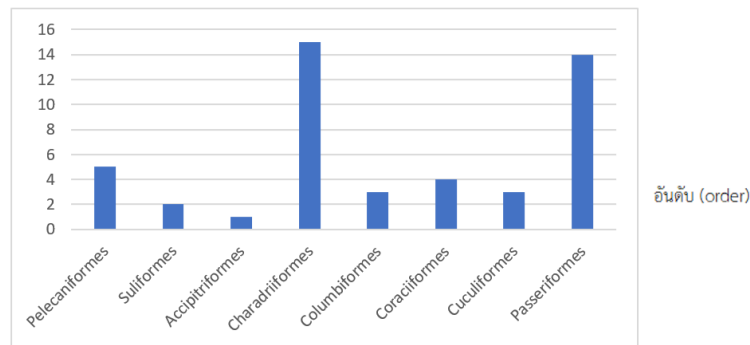
ผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า

1. ความหลากหลายชนิดของนก

ในพื้นที่ปลูกป่าชายเลน ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566 พบนก 8 อันดับ 23 วงศ์ 47 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (*Shannon Diversity Index, H'*) เท่ากับ 3.51 ซึ่งอันดับ (*Order*) ที่มีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด คือ *Charadriiformes* มีจำนวน 15 ชนิด รองลงมา คือ *Passeriformes* มีจำนวน 14 ชนิด ดังภาพที่ 2

จำนวนชนิดนก (ชนิด)



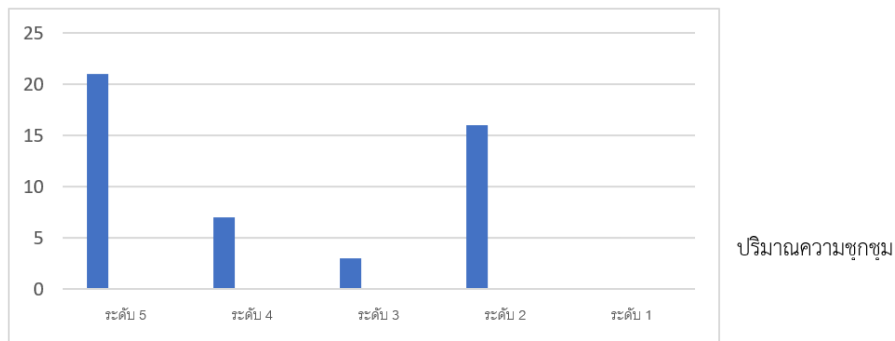
ภาพที่ 2 อันดับของนก ในพื้นที่ปลูกป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงครามช่วงนอกฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือน มิถุนายน – เดือนกันยายน 2566

จากภาพที่ 2 พบว่าช่วงนอกฤดูการอพยพของนก ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566 จะพบชนิดนกมากที่สุดในอันดับ *Charadriiformes* ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนกอพยพ ในกลุ่มนกอพยพและนกกทะเล โดยในช่วงเดือนมิถุนายน – เดือนกรกฎาคม 2566 พบกลุ่มนกอพยพและนกกทะเล ที่ยังไม่อพยพกลับ จำนวน 4 ชนิด คือ นกหัวโตทรายเล็ก นกอีโก้ยเล็ก นกทะเลขาแดงธรรมดา และนกนางนวลแกลบเคราขาว ส่วนในเดือน สิงหาคม – กันยายน 2566 พบกลุ่มนกอพยพและนกกทะเล จำนวน 13 ชนิด ได้แก่ นกหัวโตหลังจุดสีทอง นกปากแอมหางดำ นกสตีนท์คอแดง นกทะเลขาเขียวธรรมดา นกนางนวลแกลบหงอนเล็ก นกนางนวลแกลบแคสเปียน เป็นต้น เนื่องจากเป็นกลุ่มนกอพยพที่บินอพยพหนีหนาวเข้ามาใช้พื้นที่เร็วกว่าช่วงเวลาอพยพเพื่อพักพิง และเป็นแหล่งอาหารในพื้นที่ปลูกป่าชายเลน บริเวณอ่าวไทยตอนใน ก่อนช่วงต้นฤดูการอพยพ ส่วนอันดับนกจับคอน (*Passeriformes*) พบจำนวนชนิดนกรองลงมา ซึ่งพื้นที่ปลูกป่าชายเลน มีพันธุ์ไม้ป่าชายเลน เจริญเติบโตหนาแน่นมากขึ้น และมีชนิดพันธุ์ไม้ที่มีลักษณะที่คล้ายกันค่อนข้างมากกับพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ จึงเป็นพื้นที่ที่ชนิดนกในอันดับนกจับคอน เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ เพื่อใช้เป็นแหล่งหากินอาหาร ทำรัง และเลี้ยงลูก

2. ความชุกชุมของชนิดนก

ช่วงนอกฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566 พบชนิดนกที่มีปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 21 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 44.68 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ได้แก่ นกยางเขียว นกตีนเทียน นกกินเปี้ยว นกกระจ้อยป่าโกงกาง นกแว่นตาขาวสีทอง เป็นต้น ปริมาณความชุกชุมในระดับ 4 นกที่พบบ่อย มีจำนวน 7 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 14.89 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ได้แก่ นกนางนวล แกลบเล็ก นกกาหน้าปากยาว นกขมิ้นน้อยธรรมดา เป็นต้น ส่วนชนิดนกที่พบทุกเดือน ได้แก่ นกยางเปีย นกยางกรอกพันธุ์ชวา นกยางโตน้อย นกกินเปี้ยว นกโกงกางหัวโต นกกระจ้อยป่าโกงกาง เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 3

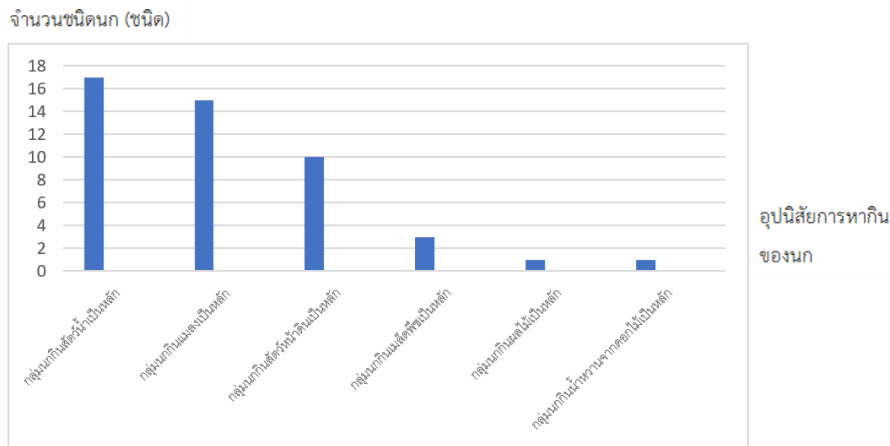
จำนวนชนิดนก (ชนิด)



ภาพที่ 3 ชนิดของนกที่พบบริเวณพื้นที่ปลูกป่าชายเลน อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยแบ่งตามความชุกชุม ช่วงนอกฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566

3. ลักษณะกิจกรรมการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ของนก

ลักษณะกิจกรรมการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลนของนก ในช่วงนอกฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566 เพื่อใช้พื้นที่เป็นแหล่งหากินอาหาร โดยพบกลุ่มนกกินสัตว์น้ำ เช่น ปลา ปู กุ้ง หอย เป็นหลักมากที่สุด จำนวน 17 ชนิด ได้แก่ นกยางเปีย นกยางเขียว นกยางกรอกพันธุ์ชวา นกกินเปี้ยว เป็นต้น รองลงคือกลุ่มนกที่กินแมลง เป็นหลัก จำนวน 15 ชนิด ได้แก่ นกกระจ้อยป่าโกงกาง นกโกงกางหัวโต นกขมิ้นน้อยธรรมดา นกแว่นตาขาวสีทอง เป็นต้น ส่วนนกประจำถิ่นที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลน เพื่อทำรัง เลี้ยงลูก คือ นกกระจ้อยป่าโกงกาง เข้ามาทำรัง บริเวณต้นแสมทะเล และนกกระจิบธรรมดา เข้ามาเลี้ยงลูก บริเวณต้นโกงกางใบใหญ่ ในเดือนมิถุนายน และนกขมิ้นน้อยธรรมดา เข้ามาเลี้ยงลูก บริเวณต้นแสมขาว ในเดือนกรกฎาคม ส่วนนกอพยพมีการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อใช้เป็นแหล่งหากินอาหาร และเป็นจุดแวะพัก โดยนกประจำถิ่นและนกอพยพเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลนปลูก เพื่อใช้แหล่งหากินอาหาร จำแนกตามอุปนิสัยการหากิน ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 อุปนิสัยการหากินของนกในพื้นที่ปลูกป่าชายเลน อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสงครามช่วงนอกฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566

สถานภาพของนกในพื้นที่ปลูกป่าชายเลน ช่วงนอกฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566 พบนกประจำถิ่น 26 ชนิด นกประจำถิ่นและนกอพยพ 6 ชนิด และนกอพยพ 15 ชนิด

กลุ่มนกอพยพประกอบด้วย กลุ่มนกบก (Terrestrial Bird) จำนวน 2 ชนิด คือ นกกะเต็นหัวดำ (*Halcyon pileate*) นกกะเต็นน้อยธรรมดา (*Alcedo atthis*) กลุ่มนกทะเล (Sea Bird) จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ นกนางนวลแกลบเคราขาว (*Chlidonias hybrida*) นกนางนวลแกลบแคสเปียน (*Hydroprogne caspia*) เป็นต้น กลุ่มนกชายเลน (Shore Bird) จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ นกหัวโตทรายเล็ก (*Charadrius mongolus*) นกอีก้อยเล็ก (*Numenius phaeopus*) นกปากแอมหางดำ (*Limosa limosa*) นกทะเลขาแดงธรรมดา (*Tringa totanus*) เป็นต้น ด้านสถานภาพการถูกคุกคาม ที่อยู่ในสภาพใกล้ถูกคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) มีจำนวน 2 ชนิด คือ นกปากแอมหางดำ และนกสตี้นท์คอแดง

วิจารณ์ผล

พื้นที่ปลูกป่าชายเลน ที่มีพันธุ์ไม้ป่าชายเลนเจริญเติบโตหนาแน่น ได้แก่ ต้นโกงกางใบใหญ่ ต้นโกงกางใบเล็ก ต้นแสมขาว ต้นแสมทะเล เป็นต้น และในช่วงเวลาน้ำลง จะปรากฏพื้นที่หาดเลนในบางพื้นที่ ซึ่งในช่วงนอกฤดูการอพยพ ส่วนใหญ่จะพบนกประจำถิ่น เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ปลูกป่าชายเลน ได้แก่ นกกระจอยป่าโกงกาง นกโกงกางหัวโต นกขมิ้นน้อยธรรมดา นกแว่นตาขาวสีทอง นกแอมพง เป็นต้น เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่เพื่อใช้เป็นแหล่งหากินแมลงตามต้นไม้ในป่าชายเลน ซึ่งสอดคล้องกับ ยศพล วงศ์เลิศวิทย์ (2554) ที่ได้กล่าวตามแนวป่าชายเลน จะพบนกประจำถิ่น ได้แก่ นกกระจอยป่าโกงกาง นกอีแพรดแถบอกดำ นกขมิ้นน้อยธรรมดา นกแว่นตาขาวสีทอง เป็นต้น หากอาหารจำพวกแมลงต่างๆ ตามต้นไม้ ไม้ป่าชายเลนส่วนมากเป็นไม้ไม่ผลัดใบ ทำให้มีดอก และผลหมุนเวียนตลอดทั้งปี ส่งผลให้มีนกกลุ่มกินแมลงจากดอกไม้มีอาหารตลอดปี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2561) ในช่วงเดือนมิถุนายน – เดือนกรกฎาคม 2566 พบกลุ่มนกชายเลนและนกทะเล จำนวน 4 ชนิด คือ นกหัวโตทรายเล็ก นกอีก้อยเล็ก นกทะเลขาแดงธรรมดา และนกนางนวลแกลบเคราขาว ส่วนในเดือนสิงหาคม – กันยายน 2566 พบกลุ่มนกชายเลนและนกทะเล จำนวน 13 ชนิด ได้แก่ นกหัวโตหลังจุดสีทอง นกปากแอมหางดำ นกสตี้นท์คอแดง นกทะเลขาเขียวธรรมดา นกนางนวลแกลบแคสเปียน นกนางนวลแกลบหงอนเล็ก เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ สมชาย นิมินวล และคณะ (2557) ที่กล่าวว่า ปริมาณนกชายเลน

และนกนางนวลที่พบในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมมีจำนวนน้อยกว่าปริมาณนกชายเลนและนกนางนวลที่พบในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน และสอดคล้องกับ นุชจรินทร์ เพชรเกลี้ยง และคณะ (2564) ที่ได้กล่าวไว้ว่า นกอพยพบางชนิดเข้ามาใช้พื้นที่เร็วว่าช่วงเวลาอพยพของนกชนิดอื่น อาจพบได้ตั้งแต่ก่อนฤดูการอพยพ อีกทั้งพื้นที่ปลูกป่าชายเลนจะพบบกลุ่มนกกินสัตว์น้ำ เช่น ปลา ปู กุ้ง หอย เป็นหลักมากที่สุด สอดคล้องกับ ภูมิฐรัตน์ ปภาวสิทธิ์ (2539) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การปลูกป่าชายเลนทำให้มีความสมบูรณ์ของปริมาณธาตุอาหารในป่าชายเลนเพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยทำให้สัตว์น้ำเข้ามาอาศัยในป่าชายเลน และสอดคล้องกับสุนทรีย์ เสือขำ และคณะ (2563) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ป่าชายเลนปลูกและป่าชายเลนธรรมชาติมีลักษณะที่คล้ายกันค่อนข้างมาก จึงทำให้เห็นว่าการปลูกป่าพื้นดินธรรมชาติเมื่อผ่านระยะเวลาไปจะมีลักษณะโครงสร้าง และความคล้ายคลึงกันของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่เอื้อประโยชน์ต่อกันประจำถิ่น เข้ามาใช้ประโยชน์เพื่อหากินอาหาร ทำรัง และเลี้ยงลูก และเป็นแหล่งพักพิงและแหล่งหากินอาหารของนกอพยพโดยเฉพาะกลุ่มนกชายเลนและนกทะเล ในช่วงนอกฤดูการอพยพ ดังนั้นนกจึงเป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

สรุปผล

ในพื้นที่ปลูกป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ช่วงนอกฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน 2566 พบนก 8 อันดับ 23 วงศ์ 47 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 3.51 มีปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 21 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 44.68 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ส่วนลักษณะกิจกรรมของนกประจำถิ่น เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกป่าชายเลนเพื่อหากินอาหาร ทำรัง และเลี้ยงลูก และเป็นแหล่งพักพิงและแหล่งหากินอาหารของนกอพยพโดยเฉพาะกลุ่มนกชายเลนและนกทะเล ในช่วงนอกฤดูการอพยพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2561. ข้อมูลทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง จังหวัดสมุทรสงคราม. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2553. คู่มือเรื่องนกอพยพ. อรุณการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ภูมิฐรัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2539. ผลการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนที่มีผลต่อทรัพยากรสัตว์น้ำชายฝั่ง, น.35-51. ใน การสัมมนาและฝึกอบรมเรื่องการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน จังหวัดนครศรีธรรมราช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.
- นภดล แซ่มซ้อย, ประทีป มีวัฒนา และไกรวุธ สุขสว่าง. 2558. ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ตำบลบางแก้ว จังหวัดสมุทรสงคราม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพฯ.
- นุชจรินทร์ เพชรเกลี้ยง, สุธินี หิมยิ, แพนฉั่น คงสม และวรรณณิศา ปลอดภัย. 2564. นกชายเลนและความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินทะเลขนาดใหญ่ บริเวณชายฝั่ง อำเภอละงู จังหวัดสตูล. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 3 ประจำปี 2564 “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อชุมชน” 26 มีนาคม 2564 ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, เลย.
- ยศพล วงศ์เลิศวิทย์. 2554. ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อความหลากหลายของนกบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ด้านตะวันตกจังหวัดสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเกษตร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

สมชาย นิ่มนวล, ไกรรัตน์ เอี่ยมอำไพ, ทิฐิ สอนสา, กุลธิดา อิทธิพร, ปรากฏรัตน์ อิทธิโยภาสกุล และ
เฉลิมชัย อุจันท์. 2557. นกชายเลนและนกนางนวลแถบที่มอ่อพยพกลับไปยังแหล่งทำรังวางไข่ในช่วง
ฤดูร้อนในพื้นที่อ่าวไทยตอนใน. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย ปีที่ 21 ฉบับที่ 1 พ.ศ.2557. กรุงเทพฯ.

สมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย. 2561. บัญชีรายชื่อนก (Checklist). แหล่งข้อมูล:
<https://www.bcst.or.th/report-archives/> ค้นเมื่อ 21 มกราคม 2562.

สุนทรีย์ เสือขำ, วิจักขณ์ ฉิมโฉม และ และประทีป ดั่งแคว. 2563. ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของนก
ในป่าชายเลนพื้นที่อนุทวีป บริเวณศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี จังหวัด
ประจวบคีรีขันธ์. วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 4 (2):17-32.

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน. 2552. พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร
แห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.

Dais, M. P., Lecoq, M., Moniz, F., & Rabaca, J. E. 2014. Can human-made saltpans represent an
alternative habitat for shorebirds? Implications for a predictable loss of estuarine
sediment flats. *Journal of Environmental Management*, 53(1): 163–171.

Lekagul, B. and P.D.Round. 1991. *A Guide to the Birds of Thailand*. Damsutha Press, Bangkok.

Pettingill, O.S. 1969. *A Laboratory and Field Manual of Ornithology*. Burgess Publication
Company, Minnesota.

Robson, Craig. 2008. *A Field Guide the Birds of Thailand and South-East Asia*. Asia Book
Co., Ltd., Bangkok.

Shannon, C.E. 1949. Mathematical theory of communication. *Bell System technical Journal*,
27: 379-423.

ความรู้ ทักษะ และ การยอมรับ การหยุดเผาในพื้นที่เกษตร
ของผู้เข้าร่วมอบรม โครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร

Knowledge, attitude, and acceptance of stopping burning in agricultural
areas of the participants. Project of Stop Burning in Agricultural Areas.

สุพัตรา ชื่นพงษ์^{1*} ฉันททัย เกิดศรีเสริม¹ และปิรัชญา ชาทานันท์¹

Suphattra Chuenpongsa^{1*} Chanhathai Kerdsriserm¹ and Pirachaya Chatanan¹

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

¹ Faculty of Agricultural technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalokkrung Road,
Ladkrabang District, Bangkok 10520

*Corresponding author E-mail: Suputtra.pla@gmail.com

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ ทักษะ และ การยอมรับ การหยุดเผาในพื้นที่เกษตร
ของผู้เข้าร่วมอบรม โครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ
ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) และค่าร้อยละ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า
ระดับความรู้เฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 0.66) เมื่อพิจารณารายข้อแล้ว ข้อที่มีคะแนนสูงสุดคือ วัสดุ
เหลือใช้ทางการเกษตรมีอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืช รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้จะทำให้
ดินอุ้มน้ำได้ดี และข้อที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือ ภาวะโลกร้อนมีสาเหตุจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
ระดับทัศนคติเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.64) เมื่อพิจารณารายข้อแล้ว ข้อที่มี คะแนนสูงสุด คือภาครัฐควร
จัดอบรมให้ความรู้ และฝึกทักษะการจัดการ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร อย่างจริงจังและต่อเนื่อง รองลงมาคือ
ภาครัฐควรส่งเสริมการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาสร้างมูลค่าเพิ่มสร้างรายได้เสริมให้แก่ครอบครัว และข้อที่มีคะแนน
น้อยที่สุดคือ ผู้ที่เผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ควรมีความรับผิดชอบจากผลกระทบจากการเผา ระดับการ
ยอมรับเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.68) เมื่อพิจารณารายข้อแล้ว ข้อที่มีคะแนนสูงสุดคือ ท่านยอมรับว่า
ประชาชน และภาครัฐควรมีส่วนร่วมในการกำหนดกฎระเบียบ กติกา ข้อบัญญัติ ร่วมกัน รองลงมาคือ ท่าน
ยอมรับว่าหากมีวิธีจัดการวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตรโดยปลอดการเผา ก็จะยินดีเข้าร่วม และข้อที่มีคะแนนน้อย
ที่สุด คือท่านยอมรับว่าท่านจะเป็นส่วนหนึ่งในการเฝ้าระวังการเผาในพื้นที่การเกษตร

คำสำคัญ : ความรู้, ทักษะ, การยอมรับ, การหยุดเผา

Abstract

This research project aims to explore the knowledge, attitudes, and acceptance of the
cessation of burning practices in agricultural areas among participants in a training program
promoting the reduction of agricultural burning. The data analysis involved using descriptive
statistics, including the mean, standard deviation (S.D.), and percentages. The findings revealed
that the average knowledge level is at a moderate level (mean 0.66). When considering individual
items, the highest-scoring item is related to the importance of agricultural residues containing
organic matter and essential nutrients for plants. Following closely is the observation that using

compost from agricultural residues improves soil water retention. The item with the lowest score is the perception that global warming is caused by burning agricultural residues. The average attitude level is high (mean 3.64). The item with the highest score suggests that the government should provide training and skills development in managing agricultural residues seriously and consistently. Following this is the idea that the government should promote the use of agricultural residues to create added value and additional income for families. The item with the lowest score indicates that individuals who burn agricultural residues should take responsibility for the consequences. The average acceptance level is high (mean 3.68). The item with the highest score indicates that participants agree that the public and the government should collaborate in establishing regulations and guidelines together. Following this is the willingness to participate if there are alternative methods for managing agricultural residues without burning. The item with the lowest score suggests that participants are willing to be part of the surveillance effort to prevent burning in agricultural areas.

Keywords : Knowledge, Attitude, Acceptance, Stopping burning

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เกษตรกรรม 149 ล้านไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่ทำนาข้าวและปลูกพืชเชิงเดี่ยว แต่ไม่มีระบบการจัดการผลผลิตที่ดีเพียงพอ เน้นการเผาทำลายซากพืชและเศษวัสดุที่เหลือจากการทำการเกษตร โดยเฉพาะในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน ที่เป็นช่วงฤดูร้อน (กลุ่มอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพแวดล้อม, 2565) ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ หรือประมาณ ร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ได้ผลผลิตข้าว 24 ล้านตัน ข้าว 1 ไร่ มีปริมาณฟางข้าวและตอซัง โดยเฉลี่ยปีละ 650 กิโลกรัม ดังนั้น ประเทศไทยมีปริมาณตอซังและ ฟางข้าวที่ถูกเผาประมาณ 29.15 ล้านตันต่อปี ผลกระทบการเผาตอซังและฟางข้าว คือ ผลิตกฎหมายทำลายธาตุอาหารในดิน ดินเสื่อมโทรม เกิดฝุ่นละออง หมอกควัน และก๊าซพิษ ทำลายสุขภาพเป็นอันตรายต่อชีวิต ทำให้โลกร้อน เกิดฝนแล้ง น้ำท่วม กระทบต่อการท่องเที่ยว และสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559)

จากการประชุมผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร ร่วมกับสำนักงานเกษตรพื้นที่กรุงเทพมหานคร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมดำเนินการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตรของกรุงเทพมหานคร พบว่ามี การปลูกข้าว (ข้าวนาปี 2564/2565) มากที่สุด ประมาณ 80,988.03 ไร่ มีเกษตรกร 3,295 ครัวเรือน พื้นที่ เกษตรที่เหลือเป็น พืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ ไม้ผล ไม้ยืนต้น สมุนไพร และพืชไร่ ทั้งนี้ประมาณ ร้อยละ 10 ที่ยังใช้ การเผา สถิติปี 2565 พบพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปี 2564/2565 มีการเผา 9 จุด จำนวน 5,625 ไร่ อยู่ในพื้นที่ เขตคลองสามวา 1 จุด เขตลาดกระบัง 2 จุด เขตหนองจอก 6 จุด โดยพบว่า เดือนมีนาคม จะมีการเก็บเกี่ยวข้าว ในพื้นที่เกษตรก่อนทำนามากที่สุด ประมาณ 37,747 ไร่ ซึ่งเกษตรกรยังมีทัศนคติว่าควรเผาพื้นที่เกษตรเพื่อ เตรียมแปลงเกษตรก่อนทำนาเนื่องจากสะดวกในการเตรียมดิน (บริษัทผู้จัดการ 360 จำกัด, 2565)

กรมส่งเสริมการเกษตร จึงมีโครงการส่งเสริมการเกษตร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 โครงการ ส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แผนแม่บทภายใต้ ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน แผนแม่บทย่อย การจัดการมลพิษที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสารเคมีในภาคเกษตรทั้งระบบให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

(กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) และเขตลาดกระบังยังมีเนื้อที่การปลูกข้าวมากที่สุดในพื้นที่การดูแลของสำนักงานเกษตรพื้นที่ 2 ถึงจำนวน 11,658.03 ไร่ จึงทำให้มีปริมาณตอซังและฟางข้าวตกค้างอยู่ในนาข้าวถึงเฉลี่ยประมาณ 757,789.50 กิโลกรัมต่อปี (สำนักงานเกษตรพื้นที่ 2, 2565) ดังนั้น จากผลกระทบของการเผาวัสดุทางการเกษตร จึงทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงปัญหาและความสำคัญ ของการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร และทำการศึกษา ความรู้ ทักษะคิด และการยอมรับ การหยุดเผาในพื้นที่เกษตรของผู้เข้าร่วมอบรม โครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร ให้แก่เกษตรกรต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร จำนวน $N = 30$ ราย ตามรายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมที่อยู่ในความดูแลของสำนักงานเกษตรพื้นที่ 2 ในเขตลาดกระบัง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบถามแบบปลายปิด (Close-ended Question) ในส่วนของตอนที่ 1 ถึง ตอนที่ 4 และ ในส่วนของตอนที่ 5 คือปัญหาและข้อเสนอแนะเป็นแบบปลายเปิด (Open-ended Questions) ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามลักษณะส่วนบุคคล สภาพเศรษฐกิจและสังคม จำนวน 9 ข้อ ประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษาสูงสุด ประเภทของการทำการเกษตร จำนวนพื้นที่ทำการเกษตร รายได้ครัวเรือน/เดือน รายได้การเกษตร/ปี หนี้สินในครัวเรือน วิธีจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ตอนที่ 2 แบบสอบถามระดับความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากการเผาและประโยชน์ของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ใช้แบบสอบถามแบบทดสอบปรนัย (Objective) แบบถูก - ผิด (True- False Test) จำนวน 20 ข้อ

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับระดับทัศนคติต่อการเผาในพื้นที่การเกษตรและการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์โดยใช้แบบสอบถามแบบ Rating Scale เป็นเกณฑ์วัดระดับความสำคัญ 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

ตอนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับระดับการยอมรับการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตรของผู้เข้าร่วมอบรม โดยใช้แบบสอบถามแบบ Rating Scale เป็นเกณฑ์วัดระดับความสำคัญ 5 ระดับ จำนวน 8 ข้อ

ตอนที่ 5 ปัญหาและข้อเสนอแนะเป็นแบบปลายเปิด (Open-ended Questions)

3. วิธีการตรวจสอบเครื่องมือ

นำแบบสอบถามฉบับร่างที่ได้รับการแก้ไขแล้วไปตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเหมาะสม โดยขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ก่อนที่จะนำไปใช้โดยมีการพิจารณาตรวจสอบและขอคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้อ่านแล้วมีความเข้าใจง่ายและชัดเจน ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาโดยหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) เป็นเกณฑ์ตรวจสอบ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อความไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

หลังจากนั้นนำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเสร็จสิ้นมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

โดยที่ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง

R หมายถึง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามที่ได้จากการคำนวณจากสูตรที่จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 เกณฑ์การพิจารณาเป็นไปได้ 2 ทางคือ ถ้าค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป คัดเลือกข้อคำถามข้อนั้นไว้ใช้ได้ แต่หากค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ควรพิจารณาแก้ไขปรับปรุงหรือตัดข้อคำถามนั้นทิ้ง นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังได้ให้ข้อเสนอแนะก่อนการนำแบบทดสอบไปใช้ คือปรับแก้ไขตัวเลือกบางข้อที่อาจไม่ชัดเจน หรือ มีความคล้ายกัน ซึ่งแบบสอบถามฉบับนี้มี ค่า IOC เฉลี่ยรวมรายข้ออยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.50 ค่าที่ได้คือ 0.82 ค่า IOC มากกว่า 0.50 ดังนั้นสามารถนำข้อความจากแบบสอบถามดังกล่าวมาใช้ในการเก็บข้อมูลได้

4. วิธีการรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขอบเขตระยะเวลา คือ ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ.2566 โดยจัดพิมพ์แบบสอบถามออกเป็นกระดาษ (Paper) จากนั้นจึงแจกแบบสอบถามให้เกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมจำนวน 30 ราย ในวันที่อบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร โดยอธิบายให้เกษตรกรฟังรายข้อ จำนวนทั้งหมด 5 ตอน ติดตามตรวจสอบความถูกต้องและความเรียบร้อยรายบุคคล จากนั้นจึงนำแบบสอบถามที่ได้มาพิมพ์และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเรื่อง ความรู้ ทศนคติ และการยอมรับการหยุดเผาในพื้นที่เกษตรของผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งจะคำนวณทางสถิติตามลักษณะข้อมูล ดังนี้

1) ค่าร้อยละ (Percentage) เพื่อแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและนำมาใช้ในการอภิปรายในการจัดลำดับชั้น ลักษณะส่วนบุคคล สถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ของผู้ให้ข้อมูล

2) ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดการกระจายของลักษณะส่วนบุคคล สถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้ให้ข้อมูล

3) ระดับช่วงมาตรา (Interval Scale) กำหนดให้ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิด ให้ 0 แปลผลเป็น 3 ระดับ โดยใช้สูตรอันดับภาคชั้นในการคำนวณมีเกณฑ์วัดระดับค่าคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ (อุกิจ โพธิ์ศรี, 2557)

คะแนนเฉลี่ย 0.68 - 1.00 หมายถึง ระดับความรู้/ความจำอยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 0.34 - 0.67 หมายถึง ระดับความรู้/ความจำอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 0.00 - 0.33 หมายถึง ระดับความรู้/ความจำอยู่ในระดับน้อย

4) น้ำหนักคะแนนเฉลี่ย เป็นคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของมาตราวัดเจตคติแบบลิเคิร์ต (Likert rating scales) มี 5 ระดับ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ระดับทัศนคติและการยอมรับการหยุดเผาในพื้นที่เกษตรของผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตรและนำคะแนนแต่ละด้านมาคำนวณหาค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ย โดยใช้ระบบการให้คะแนน (Scoring system) กำหนดให้ผู้ให้ข้อมูล

ระบุ 5 คำตอบ ดังนี้ ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด (สัญญารักษ์ วิลัยลักษณ์, 2552) กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ระดับการเห็นด้วยมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ระดับการเห็นด้วยมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ระดับการเห็นด้วยปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ระดับการเห็นด้วยน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ระดับการเห็นด้วยน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ข้อมูล ลักษณะส่วนบุคคล สภาพเศรษฐกิจและสังคม จากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 63.33 มีอายุ 40-56 ปี มากที่สุด ร้อยละ 53.34 ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุดที่ระดับประถมศึกษา ร้อยละ 63.33 ส่วนใหญ่มีประเภทของการทำการเกษตร ปลูกพืช ชนิดข้าว ร้อยละ 86.67 มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 16-30 ไร่ มากที่สุด ร้อยละ 40.00 ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยครัวเรือนต่อเดือนน้อยกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 60.00 มีรายได้เฉลี่ยการเกษตรต่อปี น้อยกว่า 100,000 บาท ร้อยละ 40.00 มากที่สุด ไม่มีหนี้สินครัวเรือนมากที่สุด ร้อยละ 53.34 และส่วนใหญ่มีวิถีจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยวิธีเผา ร้อยละ 60.00 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้เข้าอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร (N=30)

ข้อมูลทั่วไป	ความถี่	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	19	63.33
หญิง	11	36.67
2. อายุ		
40 - 56 ปี	16	53.34
57 - 74 ปี	13	43.33
75 ปีขึ้นไป	1	3.33
3. ระดับการศึกษาสูงสุด		
ประถมศึกษา	19	63.33
มัธยมศึกษา/ปวช.	8	26.67
ปริญญาตรี	1	3.33
ปริญญาโท	2	6.67
4. ประเภทของการทำการเกษตร*		
ปลูกข้าว	26	86.67
ปลูกพืชผัก	5	16.67
ปลูกไม้ผล	4	13.33
5. พื้นที่ทำการเกษตร		
ต่ำกว่า 5 ไร่	2	6.67
5 - 15 ไร่	3	10.00
16 - 30 ไร่	12	40.00
31 - 50 ไร่	9	30.00
51 ไร่ขึ้นไป	4	13.33
6. รายได้ครัวเรือน/เดือน		
น้อยกว่า 10,000 บาท	18	60.00
10,000 - 20,000 บาท	7	23.33
20,001 - 30,000 บาท	3	10.00
มากกว่า 30,000 บาท	2	6.67
7. รายได้ทำการเกษตร/ปี		
น้อยกว่า 100,000 บาท	12	40.00
100,000 - 200,000 บาท	8	26.67
200,001 - 300,000 บาท	4	13.33
มากกว่า 300,000 บาท	6	20.00

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	ความถี่	ร้อยละ
8. หนี้สินในครัวเรือน		
ไม่มี	16	53.34
น้อยกว่า 100,000 บาท	3	10.00
100,000 – 200,000 บาท	4	13.33
200,001 – 300,000 บาท	4	13.33
มากกว่า 300,000 บาท	3	10.00
9. วิธีจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร		
เผา	18	60.00
ไถกลบฟาง	7	23.33
อัดก้อนฟาง	2	6.67
ปุ๋ยหมัก	3	10.00

หมายเหตุ * เลือกได้หลายคำตอบ

2. ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากการเผาและประโยชน์ของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของเกษตรกรผู้เข้าอบรม จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร โดยรวมระดับความรู้อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 0.66 โดยข้อที่มีระดับความรู้มากที่สุด คือ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืช มีคะแนนเฉลี่ย 0.97 รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้จะทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดี มีคะแนนเฉลี่ย 0.93 และน้อยที่สุดคือ ภาวะโลกร้อนมีสาเหตุจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้คะแนนเฉลี่ย 0.40 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความรู้ของเกษตรกรผู้เข้าอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร (N=30)

รายการ	ตอบถูก จำนวน (ร้อยละ)	ตอบผิด จำนวน (ร้อยละ)	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1. การเผาไหม้ริมถนนทำให้เกิดหมอกควัน	24 (80.00)	6 (20.00)	0.80	0.41	สูง
2. หมอกควันจากการเผาไหม้ก่อให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน	18 (60.00)	12 (40.00)	0.60	0.50	ปานกลาง
3. การเผาในพื้นที่ทำการเกษตรทำให้เกิดหมอกควันเป็นอันตรายต่อผู้ใช้รถใช้ถนน ก่อให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน	17 (56.67)	13 (43.33)	0.57	0.50	ปานกลาง
4. การเผาในพื้นที่การเกษตรทำให้ดินสูญเสียอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในดิน	13 (43.33)	17 (56.67)	0.43	0.50	ปานกลาง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ	ตอบถูก จำนวน (ร้อยละ)	ตอบผิด จำนวน (ร้อยละ)	\bar{x}	S.D.	ระดับ
5. การเผาในพื้นที่การเกษตรทำลายจุลินทรีย์และแมลงที่เป็นประโยชน์ในดิน	21 (70.00)	9 (30.00)	0.70	0.47	สูง
6. การเผาในพื้นที่การเกษตรส่งผลต่อสุขภาพของผู้เผาทำลายและผู้คนในบริเวณใกล้เคียง	18 (60.00)	12 (40.00)	0.60	0.50	ปานกลาง
7. การเผาในพื้นที่การเกษตรทำให้ฝนตกไม่ตรงตามฤดูกาล เป็นสาเหตุของภัยแล้ง	13 (43.33)	17 (56.67)	0.43	0.50	ปานกลาง
8. กฎหมายการเผาในพื้นที่การเกษตร พื้นที่โล่งและพื้นที่ชุมชน มีโทษปรับไม่เกิน 25,000 บาท หรือจำคุกไม่เกิน 3 เดือน หรือทั้งจำทั้งปรับ (มาตรา 34 แห่ง พ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ.2535)	25 (83.33)	5 (16.67)	0.83	0.38	สูง
9. การเผาทำให้ดินเกิดการเสื่อมโทรมและมีผลต่อแร่ธาตุในดินที่ลดลง	18 (60.00)	12 (40.00)	0.60	0.50	ปานกลาง
10. การเผาหน้าดินเป็นการฆ่าเชื้อราในดิน	20 (66.67)	10 (33.33)	0.67	0.48	สูง
11. การเผาวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรเป็นการกระทำที่ไม่ผิดกฎหมาย	19 (63.33)	11 (36.67)	0.63	0.49	ปานกลาง
12. ภาวะโลกร้อนมีสาเหตุจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	12 (40.00)	18 (60.00)	0.40	0.50	ปานกลาง
13. วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรไม่มีธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช	21 (70.00)	9 (30.00)	0.70	0.47	สูง
14. การไถกลบตอซังข้าวจะช่วยเพิ่มแร่ธาตุอาหารและเป็นปุ๋ยช่วยปรับปรุงบำรุงดินให้โปร่งและร่วนซุย	26 (86.67)	4 (13.33)	0.87	0.35	สูง
15. การนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาปกคลุมหน้าดิน ไม่ทำให้ดิน ชุ่มชื้นและลดการชะล้างหน้าดิน	21 (70.00)	9 (30.00)	0.70	0.47	สูง
16. ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้จะทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดี และดินไม่แข็ง	28 (93.33)	2 (6.67)	0.93	0.25	สูง
17. วัสดุเหลือใช้ทางการ เกษตร ไม่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานชีวมวล	16 (53.33)	14 (46.67)	0.53	0.51	ปานกลาง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ	ตอบถูก จำนวน (ร้อยละ)	ตอบผิด จำนวน (ร้อยละ)	\bar{x}	S.D.	ระดับ
18. คนที่ป่วยด้วยโรคภูมิแพ้จะแสดงอาการ มากเมื่อได้รับฝุ่นละอองและควันจากการเผา ไหม้	23 (76.67)	7 (23.33)	0.77	0.43	สูง
19. ฝุ่น พีเอ็ม 0.5 (PM 0.5) เกิดจากการเผา ในพื้นที่การเกษตร	13 (43.33)	17 (56.67)	0.43	0.50	ปานกลาง
20. วัสดุเหลือใช้ทางการ เกษตร มีอันตรายวัตถุ และธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืช	29 (96.67)	1 (3.33)	0.97	0.18	สูง
ค่าเฉลี่ยรวม	20.20 (67.33)	9.80 (32.67)	0.66	0.21	ปานกลาง

หมายเหตุ : เกณฑ์ในการให้ระดับคะแนนคือ ช่วงคะแนน 0.00 - 0.33 ระดับต่ำ ช่วงคะแนน 0.34 - 0.67 ระดับ
ปานกลาง ช่วงคะแนน 0.68 - 1.00 ระดับสูง ตามลำดับ

3. ทศคนคิดต่อการเผาในพื้นที่การเกษตรและการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ของ
เกษตรกรผู้เข้าอบรม จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาใน
พื้นที่การเกษตร มีระดับทัศนคติโดยรวมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย 3.64 โดยข้อที่มีทัศนคติมากที่สุดคือ
ภาครัฐควรจัดอบรมให้ความรู้และฝึกทักษะการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างจริงจังและต่อเนื่อง มีคะแนน
เฉลี่ย 4.53 รองลงมาคือ ภาครัฐควรส่งเสริมการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาสร้างมูลค่าเพิ่มสร้างรายได้เสริมให้แก่
ครอบครัว มีคะแนนเฉลี่ย 4.50 และน้อยที่สุดคือ การบังคับใช้กฎหมายการเผาในพื้นที่การเกษตร พื้นที่โล่งและ
พื้นที่ชุมชน มีผลให้การเผาในพื้นที่ลดลง มีคะแนนเฉลี่ย 2.90 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับทัศนคติต่อการเผาในที่โล่งและการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ (N=30)

รายการ	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1. ผู้ที่เผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรควรมีความรับผิดชอบจาก ผลกระทบจากการเผา	2.97	1.07	ปานกลาง
2. เกษตรกรควรมีความรับผิดชอบต่อผลกระทบจากการเผาวัสดุ เหลือใช้ทางการเกษตร	3.17	1.21	ปานกลาง
3. การเผาในพื้นที่เกษตรเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว เพื่อเตรียม การ เพาะปลูกรอบใหม่	3.73	0.69	มาก
4. ภาครัฐควรส่งเสริมการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาสร้างมูลค่าเพิ่มสร้าง รายได้เสริมให้แก่ครอบครัว	4.50	1.14	มากที่สุด
5. ภาครัฐควรจัดอบรมให้ความรู้และฝึกทักษะการจัดการ วัสดุเหลือ ใช้การ เกษตรอย่างจริงจังและต่อเนื่อง	4.53	0.97	มากที่สุด

ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายการ	\bar{x}	S.D.	ระดับ
6. กฎหมายและข้อบังคับของภาครัฐไม่สามารถแก้ไขปัญหาการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้	4.10	1.32	มาก
7. ภาครัฐควรมีแนวทางป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการเผาในพื้นที่ทางการเกษตรอย่างจริงจังและต่อเนื่อง	3.33	1.35	ปานกลาง
8. การบังคับใช้กฎหมายการเผาในพื้นที่การเกษตร พื้นที่โล่งและพื้นที่ชุมชน มีผลให้การเผาในพื้นที่ลดลง	1.40	2.90	ปานกลาง
9. การไกล่เกลี่ยข้อพิพาท สามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน	1.14	4.07	มาก
10. การหยุดเผาในพื้นที่การเกษตรสามารถลดโลกร้อนได้	1.47	3.10	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม	3.64	0.65	มาก

4. การยอมรับการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตรของเกษตรกรผู้เข้าอบรม จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร มีระดับการยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย 3.68 โดยข้อที่มีการยอมรับมากที่สุดคือ ท่านยอมรับว่าประชาชนและภาครัฐควรมีส่วนร่วมในการกำหนดกฎระเบียบ กติกา ข้อบัญญัติร่วมกัน มีคะแนนเฉลี่ย 4.57 รองลงมาคือ ท่านยอมรับว่าหากมีวิธีจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยปลอดการเผา ก็จะยินดีเข้าร่วม มีคะแนนเฉลี่ย 4.07 และน้อยที่สุดคือ ท่านยอมรับว่าหากท่านจะเป็นส่วนหนึ่งในการมีส่วนร่วมเฝ้าระวังการเผาในพื้นที่เกษตร ได้คะแนนเฉลี่ย 2.87 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับการยอมรับการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตรของเกษตรกรผู้เข้าอบรม (N=30)

รายการ	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1. ท่านยอมรับที่จะร่วมกิจกรรมลด ละ เลิกการหยุดเผาในพื้นที่เกษตร	3.57	1.36	มาก
2. ท่านยอมรับจะจัดการขยะและสิ่งแฉะอย่างยั่งยืนด้วยการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร	3.37	1.47	ปานกลาง
3. ท่านยอมรับที่จะเป็นส่วนหนึ่งในการประชาสัมพันธ์รณรงค์การหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร	3.50	1.25	มาก
4. ท่านยอมรับว่าประชาชน และภาครัฐควรมีส่วนร่วมในการกำหนดกฎระเบียบ กติกา ข้อบัญญัติร่วมกัน	4.57	0.94	มากที่สุด
5. ท่านยอมรับว่าหากมีวิธีจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยปลอดการเผา ก็จะยินดีเข้าร่วม	4.07	1.29	มากที่สุด
6. ท่านยอมรับว่าหากท่านจะเป็นส่วนหนึ่งในการมีส่วนร่วมเฝ้าระวังการเผาในพื้นที่เกษตร	2.87	1.36	ปานกลาง

ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายการ	\bar{x}	S.D.	ระดับ
7. ท่านยอมรับการใช้สารซูเปอร์ พด. 1, 2 และ 6 สำหรับการทำปุ๋ยหมัก, การผลิตน้ำหมักชีวภาพ และทำ ความสะอาดคอกสัตว์และบ่อเลี้ยงปลา	3.63	1.43	มาก
8. ท่านยอมรับการเข้าร่วมกิจกรรมรณรงค์ปลอดการเผาในพื้นที่การเกษตร	3.87	1.48	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.68	0.91	มาก

5. ปัญหาและข้อเสนอแนะ จากเกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร มีจำนวน 2 ข้อ ดังนี้

- 1) ภาครัฐควรทำอย่างต่อเนื่องและมีงบประมาณในการช่วยเหลือ ในโครงการเพื่อให้เกษตรกรพบกันทำโครงการอย่างต่อเนื่อง
- 2) นโยบายในการแก้ปัญหาของภาครัฐ ต้องแก้ไขเป็นกระบวนการ จากต้นน้ำไปถึงปลายน้ำ ไม่ใช่แก้ไขเฉพาะจุด

วิจารณ์ผล

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้เข้าอบรม จากการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง โดยเป็นเพศชาย ร้อยละ 63.33 และเพศหญิงร้อยละ 36.67 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิทธิพร เกษจ้อย (2564) พบว่าผู้ตอบ แบบสอบถามส่วนมากเป็นเพศชายร้อยละ 52.20 และร้อยละ 47.80 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 47.80 ส่วนใหญ่มีวิถีจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยวิธีเผามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.00 ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ สุรศักดิ์ หม่อมศรี และคณะ (2561) พบว่าวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวนาปีคือ ฟางข้าวและตอซัง ซึ่งฟางข้าวส่วนใหญ่จะใช้วิธีการกำจัดโดยการเผา

ระดับความรู้เกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร พบว่า มีระดับความรู้เกี่ยวกับการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตรอยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 0.66 ดังนั้นจึงควรมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องแก่เกษตรกรในเรื่องของการทำนา และหันมาใช้วิธีการกลบหรือนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์แทนการเผาเพื่อช่วยลดปัญหาการเผาเศษชีวมวลและหมอกควันที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน แทนการเผาเพื่อช่วยลดปัญหาการเผาเศษชีวมวลและหมอกควันที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

ระดับทัศนคติต่อการเผาในพื้นที่การเกษตรและการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ เกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร พบว่า มีระดับทัศนคติต่อการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตรอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย 3.64 โดยมีระดับทัศนคติที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ข้อที่ 5 ภาครัฐควรจัดอบรมให้ความรู้และฝึกทักษะการจัดการ วัสดุเหลือใช้การ เกษตรอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

ระดับการยอมรับเกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร พบว่า มีระดับการยอมรับการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตรอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย 3.68 โดยมีระดับการยอมรับที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ข้อที่ 4 ท่านยอมรับว่าประชาชนและภาครัฐควรมีส่วนร่วมในการกำหนดกฎระเบียบ กติกา ข้อบัญญัติร่วมกัน มีคะแนนเฉลี่ย 4.57 รองลงมาคือ ข้อที่ 5 ท่านยอมรับว่าหากมีวิถีจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยปลอดการเผา ก็จะยินดีเข้าร่วม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ตูลญา โรจน์ทั้งคำ (2563) พบว่าประชาชนชุมชนที่ได้รับการรณรงค์ให้งดการเผามีความพร้อม ในการที่จะลด ละ เลิกการเผาทั้งมีความพร้อมใน

การที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการควบคุมการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและต้องการเข้าไปมีส่วนร่วมตั้งแต่ ขั้นตอนการคิดริเริ่มการพิจารณาตัดสินใจ ร่วมกันวางแผนร่วมปฏิบัติของกระบวนการด้วยความสมัครใจทุกขั้นตอนร่วมกับหน่วยงานของภาครัฐ ซึ่งแตกต่างกับประชาชน ชุมชนที่ไม่ได้รับการรณรงค์ให้จัดการเผาที่ส่วนใหญ่ไม่มีความพร้อมในการลด ละ เลิกการเผาที่ไม่ต้องการจะมีส่วนร่วม เกี่ยวกับการควบคุมการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร แต่หากจะดำเนินการออกกฎหมายเพื่อมาควบคุมควรจะให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นออกเป็นข้อบัญญัติท้องถิ่น ทั้งนี้คนในท้องถิ่นย่อมจะเข้าใจบริบทของท้องถิ่น มากกว่าที่จะออกกฎหมายมาจากส่วนกลาง โดยกระบวนการมีส่วนร่วมนั้น ประชาชนควรจะต้องเป็นผู้เริ่มต้นในการกำหนดด้วยการจัดตั้งเป็นคณะกรรมการชุมชน

ข้อเสนอแนะของเกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร พบว่าเกษตรกรเสนอแนะให้ภาครัฐควรทำอย่างต่อเนื่องและมีงบประมาณในการช่วยเหลือในโครงการเพื่อให้เกษตรกรพบปะกัน ทำโครงการอย่างต่อเนื่อง และนโยบายในการแก้ปัญหาของภาครัฐ ต้องแก้ไขเป็นกระบวนการ จากต้นน้ำไปถึงปลายน้ำ ไม่ใช่แก้ไขเฉพาะจุด สอดคล้องกับวิจัยของ สุธีระ บุญญาพิทักษ์ (2564) พบว่า เกษตรกรควรเข้ารับการฝึกอบรมให้มากขึ้นและต่อเนื่อง เพื่อได้รับความรู้และสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยภาครัฐควรส่งเสริมด้านองค์ความรู้ และให้การอุดหนุน หรือสนับสนุนช่วยเหลือด้านแหล่งเงินทุนในการประกอบอาชีพอย่างพอเพียง

สรุปผล

เกษตรกรผู้เข้าร่วมอบรม โครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 63.33 มีอายุ 40-56 ปี มากที่สุด ร้อยละ 53.34 ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุดที่ระดับประถมศึกษา ร้อยละ 63.33 ส่วนใหญ่มีประเภทของการทำการเกษตร ปลูกพืช ชนิดข้าว ร้อยละ 86.67 มีพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 16-30 ไร่ มากที่สุด ร้อยละ 40.00 ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยครัวเรือนต่อเดือน น้อยกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 60.00 มีรายได้เฉลี่ยการเกษตรต่อปี น้อยกว่า 100,000 บาท มากที่สุด ร้อยละ 40.00 ไม่มีหนี้สินครัวเรือนมากที่สุด ร้อยละ 53.34 และส่วนใหญ่มีวิธีการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยวิธีเผา ร้อยละ 60.00 มีระดับความรู้เฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 0.66) เมื่อพิจารณารายชื่อแล้ว ข้อที่มีคะแนนสูงสุดคือ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีอันตรายวัตถุและธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืช รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้จะทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดี และข้อที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือ ภาวะโลกร้อนมีสาเหตุจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ระดับทัศนคติเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.64) เมื่อพิจารณารายชื่อแล้ว ข้อที่มีคะแนนสูงสุด คือภาครัฐควรจัดอบรมให้ความรู้ และฝึกทักษะการจัดการ วัสดุเหลือใช้การเกษตร อย่างจริงจังและต่อเนื่อง รองลงมาคือ ภาครัฐควรส่งเสริมการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาสร้างมูลค่าเพิ่มสร้างรายได้เสริมให้แก่ครอบครัว และข้อที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือ ผู้ที่เผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ควรมีความรับผิดชอบจากผลกระทบจากการเผา ระดับการยอมรับเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.68) เมื่อพิจารณารายชื่อแล้ว ข้อที่มีคะแนนสูงสุดคือ ท่านยอมรับว่าประชาชนและภาครัฐควรมีส่วนร่วมในการกำหนดกฎระเบียบ กติกา ข้อบัญญัติ ร่วมกัน รองลงมาคือ ท่านยอมรับว่าหากมีวิธีการจัดการวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตรโดยปลอดการเผาก็จะยินดีเข้าร่วม และข้อที่มีคะแนนน้อยที่สุด คือท่านยอมรับว่าท่านจะเป็นส่วนหนึ่งในการเฝ้าระวังการเผาในพื้นที่การเกษตร ปัญหาและข้อเสนอแนะ คือภาครัฐควรทำอย่างต่อเนื่องและมีงบประมาณในการช่วยเหลือ ในโครงการเพื่อให้เกษตรกรพบปะกันทำโครงการอย่างต่อเนื่อง และนโยบายในการแก้ปัญหาของภาครัฐ ต้องแก้ไขเป็นกระบวนการ จากต้นน้ำไปถึงปลายน้ำ ไม่ใช่แก้ไขเฉพาะจุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานเกษตรพื้นที่ 2 ที่ให้ คำแนะนำ เสนอแนะข้อคิดเห็น ตรวจสอบแก้ไข นอกจากนี้ยังมีบุคคลท่านอื่นๆ อีกที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งให้ความกรุณา แนะนำในการจัดทำวิจัยฉบับนี้ ข้าพเจ้าจึงขอขอบคุณท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล และให้ความเข้าใจจัดทำวิจัยฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. คู่มือส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร. แหล่งข้อมูล:

<https://esc.doae.go.th/ส่งเสริมการหยุดเผา/> ค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2566.

_____. 2566. พิษเศรษฐกิจสำนักงานเกษตรพื้นที่ 2. แหล่งข้อมูล: <https://farmer.doae.go.th/>. ค้นเมื่อ 26 กรกฎาคม 2566.

กลุ่มอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพแวดล้อม (กอฟ.). 2565. แนวทางปฏิบัติโครงการเฝ้าระวังการเผาซากพืช วัชพืช และวัสดุทางการเกษตรในเขตปฏิรูปที่ดิน กิจกรรม เฝ้าระวังการเผาซากพืช วัชพืช และวัสดุทางการเกษตรใน เขตปฏิรูปที่ดิน ปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๖. แหล่งข้อมูล: https://alro.go.th/uploads/org/tech_trans/files/คู่มือการปฏิบัติงาน_ปี_66/แนวปฏิบัติโครงการเฝ้าระวังการเผา.pdf. ค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2566.

ตุลญา โรจน์ทั้งคำ. 2563. การมีส่วนร่วมของประชาชน ชุมชนเกี่ยวกับการควบคุมการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. ผู้ตรวจการแผ่นดิน. 13(1): 37-43.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. 2551. เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 1601502 วิธีการทางสถิติสำหรับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม.

ผู้จัดการ 360 จำกัด. 2565. ผู้ว่าฯ ชัชชาติสั่งเร่งเขตสำรวจพื้นที่เกษตรทวม. ตั้งเป้าการเผาซึ่งต่อข้าวเป็น 0%. แหล่งข้อมูล: <https://mgronline.com/qo/detail/9650000090957>. ค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2566.

สัญญารักษ์ วิลัยลักษณ์. 2552. ปัจจัยที่มีผลต่อการค้างชำระสินเชื่อในการเกษตรของลูกค้า ธ.ก.ส. สาขาอุโมงค์จังหวัดลำพูน. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

สิทธิพร เกษจ้อย, วรชิต ทะสา, สัจจรักษ์ ไร่สงวน และสุดาทิพย์ เกษจ้อย. 2564. ผลกระทบจากการเผาใบอ้อยที่ก่อให้เกิดมลพิษ PM2.5 ตำบลในเมืองอำเภอเวียงเก่าจังหวัดขอนแก่น. Journal of Buddhist Education and Research : JBER. (7)1: 16-25.

สุธระ บุญญาพิทักษ์. 2564. ปัจจัยการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของเกษตรกรเพื่อลดการเผา กรณีศึกษาอำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์. ขอนแก่น.

สุรศักดิ์ ภูมมีศรี, ชาญ ยอดละ และพิมพ์วัฒน์ ธีรฐิตยงกูร. 2561. การจัดการปัญหามลพิษทางอากาศจากการเกษตร โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนบนฐานปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่. แหล่งข้อมูล: <http://www.cmruir.cmru.ac.th/handle/123456789/1237?locale=th>. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2566.

อุกิจ โพธิ์ศรี. 2557. การรับรู้ ทัศนคติและการเข้าร่วมกิจกรรมความรับผิดชอบต่อสังคมของประชาชนในเขตอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี. ชลบุรี.

แนวทางการจัดการความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในชุมชนปลูกผัก เชิงพาณิชย์พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

Guidelines for Risk Management of Pesticide Use in Commercial Vegetable Grower Community in Upper Northeast Thailand

ปภัสนร์ สีลารักษ์^{1*}, จารุพงศ์ ประสพสุข¹ และณัฐชยธร ชัตติยพุดิเมธ¹

Papatsorn Seelarak^{1*}, Jarupong Prasopsuk¹, and Natchayathon Khattiyaphutthimet¹

¹สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

¹Office of Agricultural Research and Development, Region 3, Department of Agricultural, Khon kaen, Thailand 40000

*Corresponding author: Papatsornwilt@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร และหาแนวทางในการจัดการความเสี่ยงในชุมชนที่มีการปลูกพืชตระกูลกะหล่ำเชิงพาณิชย์ในพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จำนวน 4 ชุมชน ได้แก่ อ.เมือง จ.นครพนม อ.เมือง จ.เลย อ.นาหวัง จ.หนองบัวลำภู และ อ.เมือง จ.ขอนแก่น โดยแบ่งเกษตรกรเป็น 2 กลุ่ม คือเกษตรกรที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน GAP และ เกษตรกรที่ไม่มีการรับรองมาตรฐาน GAP (Non-GAP) ทำการศึกษาระหว่างเดือนมกราคม – มิถุนายน 2565 โดยการสัมภาษณ์ตัวอย่างเกษตรกร รวมจำนวน 12 ราย และประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมจากค่า EIQ (Environmental Impact Quotient) ผลการศึกษาพบว่า การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมจากค่า EIQ เกษตรกรที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน GAP ได้แก่ อ.เมือง จ.ขอนแก่น มีค่าเฉลี่ย EIQ 63.01 อยู่ในระดับความเสี่ยงปานกลาง ส่วนเกษตรกรที่ไม่มีการรับรองมาตรฐาน GAP (Non-GAP) อ.เมือง จ.นครพนม มีค่าเฉลี่ย EIQ 31.70 อยู่ในระดับความเสี่ยงน้อย อ.เมือง จ.เลย มีค่าเฉลี่ย EIQ 70.89 80.45 ในผักกาดขาวและกะหล่ำปลี อยู่ในระดับความเสี่ยงปานกลาง และ อ.นาหวัง จ.หนองบัวลำภู มีค่าเฉลี่ย EIQ 105.46 110.65 ในผักคะน้าและ ผักกวางตุ้ง อยู่ในระดับความเสี่ยงสูง ตามลำดับ พฤติกรรมการใช้สารเคมีของเกษตรกรที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน GAP มีการใช้สารความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ และอ่านฉลากก่อนใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ขณะที่เกษตรกรที่ไม่มีการรับรองมาตรฐาน GAP (Non-GAP) เกษตรกรไม่มีการอ่านฉลากและคำแนะนำในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีการใช้สารความเข้มข้นที่มากกว่าอัตราแนะนำในฉลาก ดังนั้นเกษตรกรที่มีการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าเกษตรกรที่ไม่มีการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะแนวทางการจัดการความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตระกูลกะหล่ำ ดังนี้ 1) การจัดฝึกอบรมให้ความรู้เรื่อง “การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องและปลอดภัย” 2) ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) หรือ ใช้สารชีวภัณฑ์ทดแทน 3) ยกระดับ เกษตรกรให้เข้าสู่มาตรฐานการผลิตพืชตามข้อกำหนดของ GAP ให้มากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : การประเมินความเสี่ยง, สารเคมีกำจัดศัตรูพืช, พืชตระกูลกะหล่ำ

Abstract

This research, aims to study the farmers' behavior in using pesticides that poses risks and find guidelines for risk management from farmers' agricultural practices in communities that commercially cruciferous crops in the upper northeastern region. Number of 4 communities

including Amphoe Mueang Nakhon Phanom Province Amphoe Mueang Loei Province Amphoe Nawang Nong Bua Lamphu Province and Amphoe Mueang Khon kaen Province by dividing farmers into 2 groups is GAP certified farmers and farmers Non-GAP certification. The study was conducted between January-June 2022 by interview the sample of farmers included 12 person and evaluate environmental risks from EIQ values (Environmental Impact Quotient). The results of the study found that, Environmental risk assessment from EIQ values in GAP certified farmers viz Amphoe Mueang Khon kaen Province has an average EIQ 63.01 is at moderate risk level. As for farmers Non-GAP certification viz Amphoe Mueang Nakhon Province has an average EIQ 31.70 is at little risk level Amphoe Mueang Loei Province has an average EIQ 70.89 80.45 in Chinese cabbage and cabbage is at high risk level and Amphoe Nawang Nong Bua Lamphu Province has an average EIQ 105.46 110.65 in kale and bok choy is at high risk level, respectively. Behavior of using chemicals of GAP certified farmers concentrated substances were used at recommended rates and read labels before using pesticides. While farmers Non-GAP certification they not reading labels and instructions for using pesticides, concentrations higher than the label recommendations were used. Therefore, they who are following GAP standards causes less environmental impact than farmers who do not follow GAP standards. From this research, The researcher has recommendations for risk management from the use of pesticides for farmers growers of cruciferous vegetables. As follows: 1) Providing training to provide knowledge on “Correct and safe use of agricultural chemicals”. 2) Encouraging farmers to use Integrated Pest Management (IPM) or Use biological substitutes. 3) Raise farmers to meet crop production standards in accordance with GAP's regulations.

Keywords : Assessment of Risk, Pesticide , Cruciferous pant

บทนำ

พืชผักตระกูลกะหล่ำเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เช่น คะน้า กะหล่ำปลี ผักกาดกวางตุ้ง เป็นต้น ซึ่งมีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ในหลายจังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น หนองบัวลำภู เลย นครพนม เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) ซึ่งการผลิตผักตระกูลกะหล่ำของเกษตรกรมักพบปัญหา ศัตรูพืชทั้งโรคพืชและแมลงศัตรูพืชเข้าทำลายผลผลิต ทำให้เกิดความเสียหายทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของ พืชผักตระกูลกะหล่ำ เกษตรกรจึงนิยมใช้สารเคมีเพื่อแก้ไขปัญหา หรือเพื่อเป็นการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เข้า ทำลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้ระยะเวลาสั้น และลดการใช้แรงงาน แม้จะเป็นวิธีการที่เพิ่มความเสี่ยงสารพิษ ตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องระยะเวลานาน และสิ่งแวดล้อมที่มีการตกค้าง ของสารเคมี ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตรกร เพราะสารเคมีที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อม สามารถเข้าสู่ ร่างกายมนุษย์โดยตรงจากการสัมผัสดิน น้ำ และอากาศ (จารุพงศ์ และคณะ, 2562)

การประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างจากสิ่งแวดล้อม จากการใช้สมการ EIQ (Environmental Impact Quotient) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นในปี 1992 ที่มหาวิทยาลัยคอลเนลล์ สหรัฐอเมริกา พัฒนาขึ้นโดย J. Kovach และคณะ เพื่อใช้เป็นวิธีในการประเมินผลกระทบที่เกิดจากสารกำจัดศัตรูพืชต่อ สิ่งแวดล้อม และค่าที่ได้มาจากการคำนวณสามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของสารเคมีกำจัด

ศัตรูพืชและความแตกต่างของรูปแบบการจัดการศัตรูพืช ว่ารูปแบบการทำการเกษตรแบบใดมีแนวโน้มที่จะเกิดผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ากัน โดยสมการ EIQ มีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 องค์ประกอบด้วยกัน คือ เกษตรกร (Farmworker) ผู้บริโภค (consumer) ระบบนิเวศน์ (Ecological) ตั้งแต่ปี 2000 EIQ ได้นำมาใช้ในโครงการ IPM หลายแห่งในเอเชีย เพื่อวัตถุประสงค์ที่ต่างกันตั้งแต่การประเมินผลกระทบจนถึงการเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (FAO, 2008)

การจัดการความเสี่ยงจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต้องอาศัยกลไกและกระบวนการมีส่วนร่วมจากผู้เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชน ซึ่งมีแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อจัดการความเสี่ยงจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย ประกอบด้วย 6 แนวทาง ดังนี้ 1) พัฒนาศักยภาพบุคลากรภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสารเคมี 2) พัฒนาผู้ประกอบการสารเคมี โดยส่งเสริมและสร้างความตระหนักและรับผิดชอบต่อสังคม 3) ส่งเสริมและสร้างความตระหนักให้กับผู้บริโภคเรื่อง “ผลิตภัณฑ์ปลอดสารพิษ” 4) บังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวด 5) สร้างกลไกการตลาด การควบคุมและการรับรองมาตรฐาน ส่งเสริมการผลิตระดับพื้นที่ พัฒนาลาดเฉพาะกลุ่ม เผยแพร่ทางเลือกให้เกษตรกรผู้ผลิตและผู้บริโภค และ 6) จัดทำแผนงานติดตามและประเมินผลตามมาตรฐานความปลอดภัยจากสารพิษ (วรรณวิมล, 2560)

การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร (Good Agricultural Practices for Food Crop, GAP) เพื่อเป็นระบบการผลิตที่ถูกต้องในแปลงปลูกพืชผัก ผลไม้ พืชไร่ พืชเครื่องเทศ พืชสมุนไพร ทุกขั้นตอนของการผลิตในระดับฟาร์มและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร โดยมีข้อพิจารณาตั้งแต่พื้นที่การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะข้อกำหนดที่ 3 วัตถุประสงค์รายทางการเกษตร ซึ่งระบุให้เกษตรกรใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและปลอดภัยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร หรือที่ระบุไว้ในฉลาก ไม่ใช่และมีไว้ในครอบครองสารเคมีที่ประกาศยกเลิกการใช้ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ใช้ระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management, IPM) ที่เหมาะสมเพื่อลดการใช้สารเคมี ซึ่งการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหารของเกษตรกรในประเทศ มีบทบาทสำคัญในแก้ไขปัญหาผลผลิตคุณภาพต่ำ ไม่ได้มาตรฐานตามความต้องการของผู้บริโภค ลดต้นทุนการผลิต และป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม อีกทั้งยังลดปัญหาสารเคมีตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, มปป.) การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง พร้อมทั้งประเมินความเสี่ยงและหาแนวทางในการจัดการความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกรในชุมชนที่มีการปลูกพืชตระกูลกะหล่ำเชิงพาณิชย์ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

วิธีการดำเนินการวิจัย

ทำการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม – มิถุนายน 2565 ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้ด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร และผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในชุมชน โดยใช้แบบสอบถาม และเก็บข้อมูลเชิงลึกด้านพฤติกรรมการใช้สารเคมี (แหล่งที่มา ชนิดสารเคมีที่ใช้ ชนิดอุปกรณ์ฉีดพ่น อัตราและความถี่การฉีดพ่น ขนาดพื้นที่แปลง ระยะเวลาที่อยู่ในแปลง กิจกรรมในแปลง และระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว) โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. เลือกพื้นที่เป้าหมายจากข้อมูลการปลูก พืชผักกลุ่มเสี่ยงที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่อง และข้อมูลการตรวจพบสารพิษตกค้างในพื้นที่

2. ลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในชุมชนพื้นที่เป้าหมาย ทำการศึกษาในหมู่บ้านปลูกพืชผักตระกูลกะหล่ำเชิงพาณิชย์ที่เป็นพื้นที่เสี่ยง จำนวน 4 ชุมชน คือ 1) อ.เมือง จ.นครพนม 2) อ.เมือง จ.เลย 3) อ.นาหวัง จ.หนองบัวลำภู และ 4) อ.เมือง จ.ขอนแก่น

3. เก็บข้อมูลเชิงลึก พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้สารเคมีของตัวแทนเกษตรกรโดยแบ่งตามชนิดพืช ได้แก่ ผักตระกูลกะหล่ำ จำนวน 12 ราย

4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมจากค่า EIQ โดยเกณฑ์กำหนดค่า EIQ Field Use สำหรับการประเมินดังนี้ 25 = เสี่ยงน้อยมาก <50 = เสี่ยงน้อย 50-99 = เสี่ยงปานกลาง 100-199 = เสี่ยงสูง และ >200 = เสี่ยงสูงมาก NA = ไม่มีค่า EIQ

สมการ EIQ Value=

$$\{C(DT*5)+(DT*P)]+[(C*(S+P)]2*SY)+(L)]+[(F*R)+(D*(S+P)/2*3)+(Z*P*3)+(B*P*5)]\}/3$$

เมื่อ DT = dermal toxicity, C = chronic toxicity, SY = systematicity, F = fish toxicity,

L = leaching potential, R = surface loss potential, D = bird toxicity, S = soil half-life,

Z = bee toxicity, B = beneficial arthropod toxicity, และ P = plant surface half-life

สมการ Field use EIQ = EIQ Value x %Active ingredient x Dosage rate

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการศัตรูพืชในกระบวนการผลิตพืชตระกูลกะหล่ำของเกษตรกรใน 4 ชุมชน ได้แก่ อ.เมือง จ.นครพนม อ.เมือง จ.เลย อ.นาหวัง จ.หนองบัวลำภู และ อ.เมือง จ.ขอนแก่น พบว่า เกษตรกรทั้ง 4 ชุมชน มีการจัดการศัตรูพืชโดยใช้สารเคมีทั้งสารกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคพืช และสารกำจัดแมลง จำนวนและชนิดของสารเคมีคล้ายคลึงกัน แต่พบว่าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงและสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชบางชนิดมากกว่าอัตราแนะนำที่ระบุในฉลาก และความรู้ในการฉีดยาต่อหนึ่งรอบการผลิตของ อ.นาหวัง จ.หนองบัวลำภู จำนวน 6 ครั้งต่อรอบการผลิต ซึ่งมากกว่า อ.เมือง จ.เลย อ.เมือง จ.ขอนแก่น และชุมชน อ.เมือง จ.นครพนม ที่มีการฉีดยา จำนวน 4 ครั้งต่อรอบการผลิต ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เมื่อทำการประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม โดยการวิเคราะห์ค่า EIQ พบว่า ชุมชน อ.นาหวัง จ.หนองบัวลำภู มีค่าเฉลี่ย EIQ มากที่สุด คือ 110.65 , 105.46 จัดอยู่ในระดับความเสี่ยงสูง ทั้งในเกษตรกรที่ปลูกผักกวางตุ้งและผักคะน้า ตามลำดับ รองลงมาคือ ชุมชน อ.เมือง จ.เลย อ.เมือง จ.ขอนแก่น และ อ.เมือง จ.นครพนม คือ 70.89-80.45 63.01 และ31.70 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเสี่ยงปานกลาง และความเสี่ยงน้อย ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย EIQ ตามวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกรพบว่า เกษตรกรที่ได้รับการรับรอง GAP คือ ชุมชน อ.เมือง จ.ขอนแก่น มีค่าเฉลี่ย EIQ ที่ระดับความเสี่ยงปานกลาง แม้ว่าจะมีจำนวนชนิดสารและความถี่ในการฉีดยาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ใกล้เคียงกับชุมชน อ.เมือง จ.เลย และ อ.นาหวัง จ.หนองบัวลำภูก็ตาม (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลความรู้ความเข้าใจในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร พบว่า ชุมชน อ.นาหวัง จ.หนองบัวลำภู และ อ.เมือง จ.เลย เกษตรกรไม่มีการอ่านฉลากและคำแนะนำในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และมีการใช้ความเข้มข้นที่มากกว่าอัตราแนะนำในฉลาก นอกจากนี้เกษตรกรยังมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ไม่เหมาะสมและเพียงพอในการป้องกันสารเคมี มีการทำงานในแปลงปลูกทุกวันไม่มีการเว้นระยะหลังการฉีดยาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และไม่มีการให้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายเตือนว่ามีการฉีดยาสารเคมี รวมถึงเกษตรกรตรวจพบสารเคมีตกค้างในเลือดสูงมากกว่ามาตรฐาน ในขณะที่ชุมชน อ.เมือง จ.ขอนแก่น และ อ.เมือง จ.นครพนม มีใช้ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ และอ่านฉลากก่อนใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ตารางที่ 3)

Table 1 Pesticide application of farmers in Cruciferous plots.

Community	Pesticides	Type	% active ingredient	Application rate per 20 L water	Label guidance for use limits per 20 L water	Frequency of application per crop
Amphoe	carbaryl	I	85% W/V EC	20 g	30-50 g	1
Mueang	Cyantraniliprole	I	10% OD	20-30 ml	30 ml	2
Nakhon	emamectin benzoate	I	1.92% W/V EC	20 ml	20 ml	4
Phanom	glyphosate-	H	48% W/V SL	120 ml	80-100 ml	1
Province	isopropylammonium					
	Spinetoram	I	12% W/V SC	10 ml	10 ml	4
Amphoe	Cypermethrin	I	35% W/V EC	10-30 ml	30 ml	4
Mueang	Mancozeb	F	85%WP	40 g	40-50 ml	4
Loei	Profenofos	I	50% W/V EC	10 ml	10 ml	4
Province	Spinetoram	I	12% W/V SC	10 ml	10 ml	4
	triclopyr butoxyethyl	H	66.8% W/V EC	25-30 ml	30 ml	1
Amphoe	Cypermethrin	I	35% W/V EC	10-30 ml	30 ml	6
Nawang	Mancozeb	F	85%WP	40 g	40-50 ml	6
Nong Bua	Profenofos	I	50% W/V EC	10 ml	20 ml	4
Lamphu	Spinetoram	I	12% W/V SC	10 ml	20 ml	4
Province	triclopyr butoxyethyl	H	66.8% W/V EC	25-30 ml	30 ml	1
Amphoe	Abamectin	I	1.8% W/V EC	20-30 ml	30 ml	4
Mueang	Cypermethrin	I	35% W/V EC	10-30 ml	30 ml	4
Khon kaen	Dichlorvos	I	50% W/V EC	40 ml	40 ml	4
Province	Dinotefuran	I	10% WP	10 g	10 g	2
	Mancozeb	F	85%WP	40 g	40 g	4
	Metalaxyl	F	25%WP	20-50 g	30 g	1
	Oxadiazon	H	25% W/V EC	100 ml	100 ml	1
	Spinetoram	I	12% W/V SC	10 ml	10 ml	4

Remark: Collected sample form farmers interviews in January 2022 in Upper Northeast Thailand. I= Insecticide, H= Herbicide, F= Fungicide, Application rate per 400 m2 plot size.

Table 2 Level of Risk of Farmers in Cruciferous Plots.

Community	Plant	Standard Certification	Median of Total EIQ	Level of risk
Amphoe Mueang Nakhon Phanom Province	Cabbage	Non-GAP	31.70	little
Amphoe Mueang Loei Province	Cabbage	Non-GAP	80.45	moderate
	Chinese cabbage		70.89	moderate
Amphoe Nawang Nong Bua Lamphu Province	Bok Choy	Non-GAP	110.65	high
	Kale		105.46	high
Amphoe Mueang Khon kaen Province	Kale	GAP	63.01	moderate

** Value criteria EIQ Field Use; <25 = Very little risk <50 = little risk 50-99 = moderate risk 100-199 = high risk and >200 = Very high risk NA = There is no EIQ value.

Table 3 Information on Understanding the Use of Agricultural Chemicals and Risky behavior of Farmers.

Community	Plant	Chemical use rate	Understanding of chemical labels	Risky behavior
Amphoe Mueang Nakhon Phanom Province	cabbage	At the Recommended Rate	- Read the label only part the recommended rate and trade name. - Farmers don't know the meaning of the labels.	- The Farmers is not wearing appropriate of protective equipment. - Working in the plot every day, No spacing after spraying chemicals.
Amphoe Mueang Loei Province	cabbage	More than Recommended Rate	- Don't read labels.	- The farmers' not wearing appropriate of protective equipment. - Working in the plot every day, No spacing after spraying chemicals. - Some farmers take breaks to drink water or smoking while spraying chemicals - Farmers in the community found chemical residues in their blood higher than the standard.
	Chinese cabbage		- Farmers don't know the meaning of the labels.	
Amphoe Nawang Nong Bua Lamphu Province	Bok Choy kale	More than Recommended Rate	- Don't read labels. - Farmers know the meaning of the labels	- The farmers' not wearing appropriate of protective equipment. - Working in the plot every day, No spacing after spraying chemicals. - No symbols were given in the plots after spraying chemicals. - Farmers in the community found chemical residues in their blood higher than the standard.
Amphoe Mueang Khon kaen Province	kale	At the Recommended Rate	- Read and Understand Labels before Using Chemicals.	- The farmers' not wearing appropriate of protective equipment. - Working in the plot every day, No spacing after spraying chemicals. - No symbols were given in the plots after spraying chemicals.

วิจารณ์ผล

การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมจากค่า EIQ ชุมชนอยู่ในระดับความเสี่ยงสูง คือ อ.นาวัง จ.หนองบัวลำภู พบว่ามีจำนวนชนิดสารและความถี่ของการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูง ชุมชนที่มีค่าเฉลี่ย EIQ ที่อยู่ในระดับความเสี่ยงปานกลางคือ อ.เมือง จ.เลย และ อ.เมือง จ.ขอนแก่น และชุมชนที่มีค่าเฉลี่ย EIQ ที่อยู่ในระดับความเสี่ยงน้อย คือ อ.เมือง จ.นครพนม ถึงแม้ว่าเกษตรกร อ.เมือง จ.นครพนม จะไม่มีการรับรองมาตรฐาน GAP แต่พบว่ามีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตามอัตราแนะนำในฉลาก จำนวนชนิดของสารและความถี่ในการฉีดพ่นน้อย ในขณะที่เดียวกันชุมชนที่มีระดับความเสี่ยงปานกลางที่มีจำนวนชนิดสารและความถี่ของการฉีดพ่นสารเคมีใกล้เคียงกัน แต่พบว่าชุมชน อ.เมือง จ.ขอนแก่น ที่ได้รับการรับรอง GAP มีค่าเฉลี่ย EIQ ที่ต่ำกว่าชุมชน อ.เมือง จ.เลย ที่ไม่ได้รับการรับรอง Non-GAP สอดคล้องกับ จารุงพงศ์ และคณะ (2562) ได้ประเมินความเสี่ยงสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ปลูกคะน้าในจังหวัดขอนแก่น โดยทำการศึกษาระหว่างการปลูกผักในระบบ GAP กับ non-GAP พบว่า ดินแปลงปลูกคะน้า Non-GAP พบจำนวนชนิดสารพิษตกค้างมากกว่าแปลง GAP และเมื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพด้วยค่า HI พบว่า แปลง GAP ไม่อยู่ระดับที่เสี่ยงต่อสุขภาพ ขณะที่แปลง Non-GAP อยู่ในระดับเสี่ยงต่อสุขภาพ เกษตรกร Non-GAP มีโอกาสได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายมากกว่าเกษตรกร GAP

พฤติกรรมเสี่ยงของเกษตรกรที่อาจทำให้เกิดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม คือ เกษตรกรไม่มีการอ่านฉลากและคำแนะนำในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีการใช้ความเข้มข้นที่มากกว่าอัตราแนะนำในฉลาก มีการสวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ไม่เหมาะสมและเพียงพอในการป้องกันสารเคมี มีการทำงานในแปลงปลูกทุกวันไม่มีการเว้นระยะหลังการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ไม่มีการให้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายเตือนว่ามีการฉีดพ่นสารเคมี สอดคล้องกับ วรรณวิมล (2560) ได้ทำการศึกษาพัฒนาแนวทางการจัดการความเสี่ยงจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนด้วยกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม พบว่า กลุ่มเกษตรกรอาสาสมัครมีความรู้ความเข้าใจวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรในระดับปานกลาง แต่ยังขาดความรู้เรื่องความเป็นพิษของสารเคมีที่สามารถซึมผ่านทางผิวหนังได้ นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรในบางชุมชนตรวจพบสารเคมีตกค้างในเลือดสูงมากกว่ามาตรฐาน สอดคล้องกับ สิริพร และคณะ (2562) ได้ทำการประเมินผลกระทบจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อสุขภาพเกษตรกรในพื้นที่ปลูกผักจังหวัดนครปฐม พบว่า เกษตรกรอาสาสมัครที่มีการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในการผลิตผักอย่างยาวนาน มีผลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการตรวจตัวอย่างเลือดเพื่อวัดระดับการทำงานของเอนไซม์ Acetylcholine esterase (AChE) Serum choline esterase (SChE) และระดับการทำงานของเอนไซม์กลุ่ม Cholinesterase อยู่ในเกณฑ์ไม่ปลอดภัยและเสี่ยง ทั้งนี้เกษตรกรอาจได้รับสารเคมีจากการสัมผัสสัมผัสสารพิษขณะการใช้งานในแปลง และ/หรือจากกิจกรรมอื่นๆ ทั้งนี้ สุภรดา และคณะ (2563) กรมวิชาการเกษตรได้มีคำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง สัตว์ศัตรูพืช และหอยในพืชตระกูลกะหล่ำ อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากงานวิจัยสำหรับเกษตรกรผู้ผลิต หรือ บุคคลทั่วไป

สรุปผล

การประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกรชุมชนที่ปลูกผักตระกูลกะหล่ำเชิงพาณิชย์ จำนวน 4 ชุมชน ได้แก่ อ.เมือง จ.นครพนม อ.เมือง จ.เลย อ.นาหวาง จ.หนองบัวลำภู และ อ.เมือง จ.ขอนแก่น เกษตรกรนิยมปลูกกะหล่ำปลี คื่นช่าย กวางตุ้ง และผักกาดขาว พบว่าเกษตรกรที่มีการปฏิบัติตามแนวทางการเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (GAP) มีพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าที่ไม่มีการปฏิบัติตามแนวทางการเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (Non-GAP) จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะแนวทางการจัดการความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกผักตระกูลกะหล่ำ ดังนี้ 1) การจัดฝึกอบรมให้ความรู้เรื่อง “การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องและปลอดภัย” เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชระดับบุคคล 2) ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) หรือ ใช้สารชีวภัณฑ์ทดแทน เช่น เชื้อราไตรโคเดอร์มา เชื้อรา *Beauveria bassiana* เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* *Bacillus subtilis* ไล่เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* sp. Thai Strain และเชื้อไวรัส NPV เป็นต้น 3) ยกระดับเกษตรกรให้เข้าสู่มาตรฐานการผลิตพืชตามข้อกำหนดของ GAP ให้มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรกรชุมชน อ.เมือง จ.นครพนม อ.เมือง จ.เลย อ.นาหวาง จ.หนองบัวลำภู และ อ.เมือง จ.ขอนแก่น ในการอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำการวิจัย บุคคลกรทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการวิจัย และกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. รายงานสถานการณ์การเพาะปลูกคื่นช่าย ปีเพาะปลูก 2561 จำแนกตามรายจังหวัด. แหล่งข้อมูล: <http://www.agriinfo.doae.go.th/>. ค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2566.
- จารุพงศ์ ประสพสุข, สุวิทย์ เลหาศิริวงศ์, อรุณี พรหมคำบุตร และชุลีมาศ บุญไทย อิวาย. 2562. การประเมินความเสี่ยงสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ปลูกคื่นช่ายในจังหวัดขอนแก่น. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 37 ฉบับที่ 3:หน้า 272-285.
- วรรณวิมล ภัทรสิริวงศ์. 2560. แนวทางการจัดการความเสี่ยงจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. การนำเสนอ ใน: ประชุมวิชาการระดับชาติเพื่อการจัดการสารเคมี ครั้งที่ 1 เรื่องร่วมขับเคลื่อนการจัดการสารเคมีไทยให้ปลอดภัยสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน 19-20 กรกฎาคม 2560. โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น, กรุงเทพมหานคร.
- วรรณวิมล ภัทรสิริวงศ์. 2560. รายงานผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาพัฒนาแนวทางการจัดการความเสี่ยงจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนด้วยกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม ปีที่ 2: จังหวัดลำพูน และจังหวัดลำปาง. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- สุภรดา สุนธธาภิรมย์ ณ พัทลุง, เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์, ศรีจันทร์จรัส ศรีจันทร์ และพฤทธิชาติ ปัญวัฒน์. 2563. เอกสารวิชาการเกษตร คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืช อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากงานวิจัย. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- สิริพร เหลืองสุขนุกุล, ปัทมรา คุณเลิศ, มลิสสา เวชยานนท์. 2562. การประเมินผลกระทบจากสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อสุขภาพเกษตรกรในพื้นที่ปลูกผักจังหวัดนครปฐม. รายงานวิจัย ความเสี่ยงจากการใช้วัตถุพิษการเกษตร. กรุงเทพฯ: วิจัยวัตถุพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. มปป. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9001-2556 การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร. แหล่งข้อมูล: https://www.acfs.go.th/standard/download/GAP_food%20crop.pdf
ค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2567.

FAO. 2008. IPM Impact Assessment Series. Review Use of Environmental Impact Quotient in IPM Programmed in Asia. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nation.

การผลิตสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา
ฟาร์มผักสวนเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

PRODUCTION OF VIDEO TO PROMOTE CHEMICAL-FREE VEGETABLE
CULTIVATION CASE STUDY OF PAKCHANMUENG FARM IN LATKRABANG
DISTRICT, BANGKOK PROVINCE

พระนาย นกอยู่^{1*} ฉันทหทัย เกิดศรีเสริม¹ และปิรัชญา ชาทานันท์¹

Pranai Nokyu¹, Chanhathai Kerdsriserm¹ and Pirachaya Chatanan¹

¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนน ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

¹Faculty of Agricultural Development, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalongkrung Road,
Ladkrabang District, Bangkok 10520

*Corresponding author E-mail: 63040368@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักสวนเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ในการวิเคราะห์ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักสวนเมือง เขตลาดกระบัง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56

คำสำคัญ : การผลิตสื่อ, วีดิทัศน์, การส่งเสริม

Abstract

This study aims to produce video media to promote vegetable cultivation without the use of chemical pesticides and evaluate the satisfaction of the sampled group towards the video media. The case study focuses on the urban vegetable farm in Lat Krabang district, Bangkok. The data analysis employs descriptive statistics, including the mean, standard deviation, and percentages. The study found that the satisfaction of the sampled group towards the video media promoting chemical-free vegetable cultivation at the urban vegetable farm in Lat Krabang district is exceptionally high. The average satisfaction level is 4.68, with a standard deviation of 0.56.

Keywords : Media production, Video, Promotion

บทนำ

ปัจจุบันภาคเกษตรกรรมไทยยังคงประสบปัญหาการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มากเกินไปจนเกิดความจำเป็น เพื่อเพิ่มผลผลิตและกำจัดศัตรูพืช ส่งผลให้มีสารเคมีตกค้าง ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพทั้งผู้ผลิต และผู้บริโภค รวมทั้งการปนเปื้อนของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม ในปี 2559 ประเทศไทยมีการนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรประมาณ

160 ล้านกิโลกรัม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรณรงค์ส่งเสริมให้เกษตรกร ลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรลง เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ของทั้งเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น (สำนักงานเลขาธิการกรม, 2563)

อนุสรฯ ไซยบุตร เกษตรกร Young Smart Farmer เจ้าของฟาร์มผักในเมือง ตั้งอยู่ที่แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ทำการเกษตรโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ใช้สารชีวภัณฑ์ที่ทำเอง จากวัชชุกรวมชาติในแปลงผักของตนเอง ไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช หรือสิ่งใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี ในการทำเกษตร และเป็นวิทยากรให้ความรู้เรื่องการปลูกผักปลอดสาร แต่การสื่อสารเพื่อนำข้อมูลไปเผยแพร่ของ ฟาร์มผักในเมืองส่วนใหญ่ใช้สื่อบุคคลเป็นหลักซึ่งก็คือ อนุสรฯ ไซยบุตร และนพพร สิ้นเสื่อ ผู้ช่วยเจ้าของฟาร์ม ทำให้ข้อจำกัดการสื่อสารที่สลับซับซ้อนเกินไป ทำให้ผู้ฟังไม่เข้าใจ ไม่มีความคงทนในข้อมูล บรรยายแล้วก็หายไป ถ้าหากไม่ได้บันทึกข้อมูล ไม่สามารถรวบรวมผู้ฟังจำนวนมาก ๆ ได้ (อนุสรฯ ไซยบุตร, 2566) โดยทักษะการถ่ายทอด ความรู้ที่ดี ผู้ที่เป็นวิทยากรถ่ายทอดความรู้ต้องมีบุคลิกภาพ ได้แก่การแต่งกายดี กริยาท่าทางและจิตใจดีเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ มีความรอบรู้ในเนื้อหาที่จะสอนรวมถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง มีทักษะการพูดการสื่อสารที่ดีมีความ มั่นใจ มีทักษะการแก้ปัญหา เป็นผู้รับฟังความคิดเห็นของผู้ฟัง และมีทักษะความสามารถในการใช้สื่อที่ศนูปรกรณ์ ที่ดี ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2566) ผู้ศึกษาจึงเล็งเห็นถึงปัญหาที่ กล่าวมาข้างต้นและนำเสนอผ่านสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเนื่องจาก วีดิทัศน์ เป็นการเล่าเรื่องด้วยภาพทำหน้าที่หลักในการนำเสนอ เสียงจะเข้ามาช่วยเสริมในส่วนของภาพเพื่อให้เข้าใจเนื้อเรื่อง มากยิ่งขึ้นวีดิทัศน์เป็นสื่อในลักษณะที่นำเสนอเป็นภาพเคลื่อนไหว และสร้างความต่อเนื่องของการกระทำของวัตถุจาก เรื่องราวต่าง ๆ สร้างความรู้สึกใกล้ชิดกับผู้ชม (ทัศนีย์ นาครัศมี, 2540)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ฟาร์มผักในเมืองมีความรู้และความเข้าใจวิธีการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมี กำจัดศัตรูพืชแต่ยังขาดทักษะการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารและเทคนิคการสร้างสื่อวีดิทัศน์ผ่านทางสื่อสังคมออนไลน์ จึงทำการศึกษา ผลิตสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และประเมินความพึงพอใจของ กลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร เพื่อเผยแพร่เนื้อหาสาระในวีดิทัศน์ให้แก่ผู้ที่สนใจปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัด ศัตรูพืชเพื่อเข้าใจในวิธีการปลูกผักที่ซับซ้อนและสร้างความรับรู้ให้แก่ผู้ที่สนใจมากยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยการผลิตสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผัก เมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

โดยผู้ศึกษาได้คัดเลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ อนุสรฯ ไซยบุตร เจ้าของฟาร์มผักในเมืองและผู้ที่มีสนใจการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม Line : อบรมวิชาชีฟปลูกผัก - เพาะเห็ด @ฟาร์มผักในเมือง จำนวน N = 35 ราย ผู้ศึกษาได้กำหนดคุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

- 1.1 เป็นผู้ที่มีสนใจการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช
- 1.2 เป็นสมาชิกในกลุ่ม Line : อบรมวิชาชีฟปลูกผัก - เพาะเห็ด @ฟาร์มผักในเมือง
- 1.3 เต็มใจให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้ศึกษาได้ใช้เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 แบบสัมภาษณ์เชิงลึก อนุสรฯ ไซยบุตร เจ้าของฟาร์มผักในเมือง และนพพร สิ้นเสื่อ ผู้ช่วย เจ้าของฟาร์ม ผู้ศึกษาได้กำหนดข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ให้สัมภาษณ์ จำนวน 4 ข้อประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษาสูงสุด สถานภาพ

ตอนที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับฟาร์มผักในเมือง จำนวน 7 ข้อประกอบไปด้วย ประวัติความเป็นมา เป้าหมายสูงสุดต่ออาชีพเกษตรกร ด้านผลผลิต ด้านความเป็นเกษตรกร ด้านความใส่ใจในเรื่องของสิ่งแวดล้อม ด้านเทคโนโลยี ด้านความยั่งยืน

ตอนที่ 3 สิ่งที่น่ามาทดแทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 4 ข้อประกอบไปด้วย สิ่งที่น่ามาทดแทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชคืออะไร มีคุณสมบัติอะไรบ้าง อุปกรณ์และวัสดุที่ต้องทำอะไรบ้าง วิธีการทำอย่างไรบ้าง วิธีใช้แต่ละชนิด

ตอนที่ 4 วิธีการปลูกผักสลัด จำนวน 8 ข้อประกอบไปด้วย การเพาะเมล็ดผักสลัดของฟาร์มผักในเมือง มีขั้นตอนอะไรบ้าง การผสมดินเพาะเมล็ดผักสลัดในอัตราส่วนเท่าไร การผสมดินปลูกในแปลงปลูกยกพื้นในอัตราส่วนเท่าไร การปลูกในแปลงยกพื้นฟาร์มผักในเมืองมีขั้นตอนอะไรบ้าง มีวิธีการดูแลและบำรุงรักษาผักสลัดของฟาร์มผักในเมืองอย่างไร ฟาร์มผักในเมืองมีการให้น้ำผักสลัดอย่างไร การใช้สารทดแทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีข้อควรใช้อย่างไร วิธีเก็บเกี่ยวผักสลัดของฟาร์มผักในเมืองทำอย่างไร

2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้รับสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร มีทั้งหมด 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 35 ราย จำนวน 3 ข้อ ดังนี้ เพศ อายุ อาชีพ

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลระดับความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 35 ราย จำนวน 21 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านภาพ ด้านเสียง และด้านการใช้งาน

ตอนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

3. วิธีการตรวจสอบเครื่องมือ

โดยนำแบบสอบถามฉบับร่างที่ ได้รับการแก้ไขแล้วไปตรวจสอบความเที่ยงตรง และความเหมาะสม โดยขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ก่อนที่จะนำไปใช้โดยมีการพิจารณาตรวจสอบและขอคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้อ่านแล้วมีความเข้าใจง่ายและชัดเจน ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาโดยหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551)

จากการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า ข้อสอบจำนวน 21 ข้อ นี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะก่อนการนำแบบทดสอบไปใช้ คือ ปรับแก้ข้อคำถามบางข้อที่อาจไม่ชัดเจน และข้อเสนอแนะหัวหน้าสำนักงานเกษตรพื้นที่ 2 จากการสรุป ค่า IOC เฉลี่ยรวมรายข้ออยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.5 ค่าที่ได้คือ 0.91 ค่า IOC มากกว่า 0.5 ดังนั้นสามารถนำข้อความจากแบบสอบถามดังกล่าวมาใช้ในการเก็บข้อมูลได้

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2566 เพื่อการผลิตสื่อโดยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกกับ อนุสรณ์ ไชยบุตร เจ้าของฟาร์มผักในเมือง และนพพร ลินเสื่อ ผู้ช่วยเจ้าของฟาร์ม และข้อมูลความพึงพอใจต่อสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสอบถามผ่าน google forms กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 ราย โดยแจกแบบสอบถามให้แก่กลุ่มตัวอย่างในกลุ่ม Line : อบรมวิชาชีพลูกผัก - เพาะเห็ด @ฟาร์มผักในเมือง พร้อมทั้งส่งคลิปสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ที่อยู่ในช่องทาง Youtube และนำแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลแจกแจงความถี่หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อหาข้อสรุปต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเรื่อง การผลิตสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร โดยผู้ศึกษาได้เก็บรวบรวมแบบสอบถามทั้งหมดนำมาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลฟาร์ม และประสบการณ์ ของ อนุสรณ์ ไชยบุตร เจ้าของฟาร์มผักในเมือง และนพพร ลินเสื่อ ผู้ช่วยเจ้าของฟาร์ม โดยใช้แบบสัมภาษณ์ในการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา เรียบเรียงและจัดระเบียบข้อมูล เพื่อนำมาประกอบการทำสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

2) ค่าร้อยละ (Percentage)

3) ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4) แบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจใช้มาตรวัดแบบ Likert - Type - Scale

กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยได้ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามที่สนใจปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำนวน 35 ราย ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจำนวน 3 ข้อ คือ เพศ อายุ อาชีพ สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยการแจกแจง ความถี่ และค่าร้อยละ ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 35 ราย ดังนี้ (ตารางที่ 1)

1) เพศ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ร้อยละ 60.00 และ 40.00 ตามลำดับ

2) อายุ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอายุอยู่ในช่วงอายุ 31-40 ปี มากที่สุด รองลงมา คือ 21-30 ปี และน้อยที่สุดคือ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 54.29, 31.43 และ 14.29 ตามลำดับ

3) อาชีพ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพแม่บ้านหรือพ่อบ้าน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.29 รองลงมาคือ พนักงานรัฐ และ พนักงานเอกชน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และ 17.14 ตามลำดับ โดยนักเรียนหรือนักศึกษา น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 8.57

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (n = 35)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	21	60.00
หญิง	14	40.00
2. อายุ		
21-30 ปี	11	31.43
31-40 ปี	19	54.29
มากกว่า 40 ปี	5	14.29
3. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	3	8.57
พนักงานรัฐ	7	20.00
พนักงานเอกชน	6	17.14
ธุรกิจส่วนตัว	2	5.71
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	12	34.29
เกษตรกร	5	14.29

ข้อมูลระดับความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 35 ราย สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยการแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละด้าน ดังนี้ (ตารางที่ 2)

1) ด้านเนื้อหา จากการศึกษาพบว่ารายการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านเนื้อหาที่น่าสนใจ และเนื้อหาที่มีความเหมาะสม ค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.80 รองลงมา เนื้อหาเหมาะสมกับระยะเวลา ค่าเฉลี่ย 4.69 และน้อยที่สุดคือ ภาษาที่ใช้สามารถสื่อความหมายได้เข้าใจง่าย ค่าเฉลี่ย 4.57

2) ด้านภาพ จากการศึกษาพบว่า รายการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 4.71 รองลงมา ความคมชัดของภาพ ค่าเฉลี่ย 4.60 และน้อยที่สุด คือ ความน่าสนใจของภาพ ค่าเฉลี่ย 4.51

3) ด้านเสียง จากการศึกษาพบว่า รายการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ย มากที่สุดคือ เสียงประกอบและเสียงดนตรีมีความเหมาะสม และคำบรรยายและเสียงบรรยายสอดคล้องกัน ค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 4.69 รองลงมา ระดับความดังของเสียงดนตรีและเสียงประกอบมีความสม่ำเสมอ และเสียงกับภาพมีความสัมพันธ์กัน ค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 4.66 และน้อยที่สุด คือความเหมาะสมของน้ำเสียงในการบรรยายและไม่มีเสียงรบกวนจากการบรรยาย ค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 4.60

4) ด้านการใช้งาน จากการศึกษาพบว่ารายการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ สื่อวีดิทัศน์สามารถเข้าถึงในการรับชมได้ง่าย ค่าเฉลี่ย 4.86 รองลงมา สามารถนำความรู้ที่ได้จากสื่อวีดิทัศน์มาประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน ค่าเฉลี่ย 4.77 และน้อยที่สุด คือ สื่อวีดิทัศน์มีความเหมาะสมในการกำจัดศัตรูพืช ค่าเฉลี่ย 4.69

ตารางที่ 2 ข้อมูลระดับความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช
กรณีศึกษา ฟาร์มผักในเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

รายการประเมิน (จำนวน N = 35)	S.D.	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาที่น่าสนใจ	0.47	4.80	มากที่สุด
1.2 เนื้อหาที่เหมาะสม	0.58	4.80	มากที่สุด
1.3 ภาษาที่ใช้สามารถสื่อความหมายได้เข้าใจง่าย	0.65	4.57	มากที่สุด
1.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระยะเวลา	0.57	4.69	มากที่สุด
1.5 การจัดลำดับเนื้อหาให้เข้าใจง่าย	0.53	4.66	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	0.56	4.70	มากที่สุด
2. ด้านภาพ			
2.1 ความคมชัดของภาพ	0.55	4.60	มากที่สุด
2.2 ความต่อเนื่องของภาพที่นำเสนอ	0.73	4.57	มากที่สุด
2.3 ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา	0.51	4.71	มากที่สุด
2.4 ความน่าสนใจของภาพ	0.65	4.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	0.61	4.60	มากที่สุด
3. ด้านเสียง			
3.1 ความเหมาะสมของน้ำเสียงในการบรรยาย	0.60	4.60	มากที่สุด
3.2 เสียงประกอบและเสียงดนตรีมีความเหมาะสม	0.52	4.69	มากที่สุด
3.3 ระดับความดังของเสียงดนตรีและเสียงประกอบมีความสม่ำเสมอ	0.58	4.66	มากที่สุด
3.4 เสียงกับภาพมีความสัมพันธ์กัน	0.58	4.66	มากที่สุด
3.5 เสียงบรรยายถูกต้องไม่มีความผิดพลาด	0.59	4.63	มากที่สุด
3.6 ไม่มีเสียงรบกวนจากการบรรยาย	0.64	4.60	มากที่สุด
3.7 คำบรรยายเสียงและเสียงบรรยาย สอดคล้องกัน	0.62	4.69	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	0.59	4.64	มากที่สุด

ตารางที่ 2 (ต่อ)

4. ด้านการใช้งาน			
4.1 สื่อวีดิทัศน์ สามารถนำไปเผยแพร่ได้ง่าย	0.50	4.74	มากที่สุด
4.2 ความเหมาะสมของช่องทางในการนำเสนอ	0.50	4.74	มากที่สุด
4.3 สื่อวีดิทัศน์ มีความเหมาะสมในการกำจัดศัตรูพืช	0.52	4.69	มากที่สุด
4.4 สื่อวีดิทัศน์สามารถเข้าถึงในการรับชมได้ง่าย	0.42	4.86	มากที่สุด
4.5 สามารถนำความรู้ที่ได้จากสื่อวีดิทัศน์มาประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน	0.48	4.77	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	0.49	4.76	มากที่สุด

ข้อมูลค่าเฉลี่ยรวมของระดับความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช วิทยาลัยการศึกษาด้านการเกษตร กรุงเทพมหานคร ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 35 ราย มีค่าเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.56) โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านภาพ ด้านเสียง และด้านการใช้งาน สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยการแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจำนวน 4 ข้อ ดังนี้ (ตารางที่ 3)

- 1) จากการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ ด้านเนื้อหา พบว่า ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.56)
- 2) จากการศึกษา ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ ด้านภาพ พบว่า ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.61)
- 3) จากการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ ด้านเสียง พบว่า ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.59)
- 4) จากการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ ด้านการใช้งาน พบว่า ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = 0.49)

ตารางที่ 3 ข้อมูลเฉลี่ยรวมระดับความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช วิทยาลัยการศึกษาด้านการเกษตร กรุงเทพมหานคร จำแนกตามรายด้าน

รายการประเมิน (จำนวน N = 35)	S.D.	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา	0.56	4.70	มากที่สุด
2. ด้านภาพ	0.61	4.60	มากที่สุด
3. ด้านเสียง	0.59	4.64	มากที่สุด
4. ด้านการใช้งาน	0.49	4.76	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	0.56	4.68	มากที่สุด

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากผู้สนใจและได้รับชมสื่อวีดิทัศน์ปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช วิทยาลัยการศึกษาด้านการเกษตร กรุงเทพมหานคร

- 1) ภาพประกอบข้อ 7 ฝึกต้นใหญ่กว่า ในข้อที่ 8 อาจจะทำให้เกิดความสับสนเรื่องเส้นเวลา(Timeline) ในการปลูกผักสลัด และวิธีการดูแลผักสลัด

2) ภาพประกอบการผสมฮอร์โมนนมสดและฮอร์โมนไข่ ผสมในน้ำอย่างละ 1 ซ้อนโต๊ะ ขณะ que เสี่ยง
บรยายบอกว่า 2 ซ้อนโต๊ะ

3) ภาพประกอบสัดส่วนผสมดินเพื่อนำต้นกล้าไปไว้ในแปลงปลูกยกพื้น เร็วเกินไป

วิจารณ์ผล



ภาพที่ 1 วิธีทัศนเพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักซานเมือง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 2 ความเป็นมาของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช



ภาพที่ 3 ศัตรูพืช สิ่งที่ทดแทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช



ภาพที่ 4 วิธีการปลูกผักสลัดโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

จากการทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้รับสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักخانเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานครพบว่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลต่อการผลิตสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักخانเมือง เขตลาดกระบัง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.56) สอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งทิวา เสาร์สิงห์ และคณะ (2562) เรื่องการผลิตสื่อวีดิทัศน์ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวโดยชุมชน เรื่อง เกาะพิทักษ์ จังหวัดชุมพร มีวัตถุประสงค์ 1) ผลิตวีดิทัศน์ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวโดยชุมชน เรื่อง เกาะพิทักษ์จังหวัดชุมพร 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้รับชมที่มีต่อวีดิทัศน์ที่ผลิตขึ้นในครั้งนี้ จากการศึกษพบว่า ผู้ชมมีความพึงพอใจต่อสื่อวีดิทัศน์ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวโดยชุมชน เรื่อง เกาะพิทักษ์ จังหวัดชุมพรอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.42$, S.D. = 0.62) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะเนื้อหาที่น่าสนใจ เวลาการนำเสนอที่กระชับ เนื้อหาภายในสื่อวีดิทัศน์มีความสมบูรณ์ โดยเนื้อหาภายในสื่อประกอบด้วยความเป็นมาของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช สิ่งทดแทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และวิธีการปลูกผักสลัดโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในระยะเวลา 5 นาที

สรุปผล

ผู้รับสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักخانเมือง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ร้อยละ 60.00 และ 40.00 ตามลำดับ มีอายุอยู่ในช่วงอายุ 31-40 ปี มากที่สุด รองลงมา คือ 21-30 ปี และน้อยที่สุดคือ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 54.29, 31.43 และ 14.29 ตามลำดับ ประกอบอาชีพแม่บ้านหรือพ่อบ้าน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.29 รองลงมาคือ พนักงานรัฐ และ พนักงานเอกชน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และ 17.14 ตามลำดับ โดยนักเรียนหรือนักศึกษา น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 8.57 มีค่าเฉลี่ยรวมความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์เพื่อส่งเสริมการปลูกผักโดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษา ฟาร์มผักخانเมือง เขตลาดกระบัง มีความพึงพอใจ ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.56) เมื่อพิจารณาทางด้าน พบว่าส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจด้านการใช้งาน มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = 0.49) รองลงมาคือ ด้านเนื้อหา มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.56) และน้อยที่สุดคือ ด้านภาพ มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.61)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณฟาร์มผักในเมือง และสำนักงานเกษตรพื้นที่ 2 กรุงเทพมหานคร ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ เสนอข้อคิดเห็น ตรวจสอบแก้ไข และช่วยชี้แนะแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีความเหมาะสมกับการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2551). เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 1601502 วิธีการทางสถิติสำหรับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ทัศนีย์ นาครักษ์. (2510). การผลิตเทปวีดิทัศน์เพื่อการสอนเรื่อง การร้อยมาลัยตัวกระแต. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- รุ่งทิพา เสาร์สิงห์ และคณะ. (2562). การผลิตสื่อวีดิทัศน์ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวโดยชุมชน เรื่องเกาะพิทักษ์ จังหวัดชุมพร. การอาชีวและเทคนิคศึกษา 9(17): 33-39.
- วชิระ อินทร์อุดม. (2539). เอกสารประกอบการสอนวิชา 212703 การผลิตวีดิทัศน์เพื่อการศึกษา. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สำนักงานเลขาธิการกรมส่งเสริมการเกษตร จัดทำโดยศูนย์วิทยบริการเพื่อส่งเสริมการเกษตร. (26 มิถุนายน 2563). งานวิจัยและพัฒนารูปแบบส่งเสริมการเกษตร [Video]. Youtube <https://youtu.be/d8jf0kDNbrk?si=pD5-GkYwepKF4GhA>. [10 กันยายน 2566].

การสำรวจทางอนุชีววิทยาของเชื้อ *Coxiella burnetii* และ *Coxiella*-like
endosymbionts ในเห็บที่ดำรงชีวิตอิสระ ที่เก็บจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
Molecular Survey of *Coxiella burnetii* and *Coxiella*-like endosymbionts
in Free-living Ticks Collected from Khao Yai National Park

กรกช ศรีม่วง¹ วิรัชญา เตชะวรงค์¹ ททัษชต์ หาญอนันตชัย¹ ทวี สายวิชัย¹
ณัฐนารี เอมยงค์¹ และสุวรรณา เขาวนรัตน์^{1*}

Korrakoch Sriphong¹, Wirunya Tachavarong¹, Hathairad Hananantachai¹, Tawee Saiwichai¹
Natnaree Amyong¹ and Suwanna Chaorattanakawe^{1*}

¹ มหาวิทยาลัยมหิดล เลขที่ 420/1 ถนนราชวิถี เขต/แขวงราชเทวี กทม 10400

¹ Mahidol University 420/1, Rajavithi Road, Ratchathewi, Bangkok 10400

*Corresponding author E-mail: suwanna.cho@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

Coxiella burnetii (*C. burnetii*) เป็นเชื้อแบคทีเรียก่อโรคไข้คว ซึ่ง เป็นโรควัวที่ส่งผลกระทบต่อ ทั้งมนุษย์และสัตว์ทั่วโลก แม้ว่าเชื้อ *C. burnetii* นี้เป็นเพียงแบคทีเรียชนิดเดียวที่รู้จักในสกุล *Coxiella* แต่ยังมี เชื้อ *Coxiella*-like bacteria จำนวนมากที่มีความเกี่ยวข้องทางพันธุกรรมกับ *C. burnetii* ถูกพบว่าอาศัยในเห็บ เป็น endosymbiont (*Coxiella*-like endosymbionts: CLE) ที่ไม่ก่อโรค แม้ว่าการแพร่เชื้อและนำโรคไข้คว โดยเห็บยังไม่ได้มีการยืนยัน แต่เห็บสามารถนำพาเชื้อ *Coxiella* รวมทั้งถ่ายทอดเชื้อจากแม่สู่ลูกได้ (transovarian transmission) เห็บจึงทำหน้าที่เป็นแหล่งกักตุนและแพร่กระจายเชื้อ *Coxiella* ในสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจ *C. burnetii* และ CLE ในเห็บที่ดำรงชีวิตอิสระในอุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่ โดยเห็บถูกเก็บจากแหล่งท่องเที่ยวในอุทยานฯ ตลอดปี 2562 และนำไปวิเคราะห์หา *C. burnetii* และ CLE โดยใช้วิธี Real-time และ Conventional PCR ตามลำดับ จากเห็บทั้งหมด 651 ตัวอย่าง พบเชื้อ CLE ในเห็บ 419 ตัวอย่าง คิดเป็น 64.4% แต่ไม่พบเชื้อ *C. burnetii* ในเห็บที่ตรวจวิเคราะห์ และพบว่าการติดเชื้อ CLE ในเห็บมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ ระยะ เพศ และสกุลของเห็บ เดือนและสถานที่เก็บเห็บ โดยเห็บระยะ ตัวกลางวัยมีการติดเชื้อ CLE (79.2%) มากกว่าระยะตัวอ่อน (62.7%) และตัวเต็มวัย (61.3%) โดยมีค่า Odds ratio = 2.269 (1.259 - 4.087) เมื่อเทียบกับเห็บระยะตัวอ่อน เห็บเพศเมียติดเชื้อ CLE (67.6%) มากกว่าเพศผู้ (54.5%) โดยมี Odds ratio = 1.740 (1.164 - 2.602) เห็บในสกุล *Amblyomma* ติดเชื้อ CLE สูงที่สุด (82.2%) รองลงมาคือ *Haemaphysalis* (75.1%) โดยมีค่า Odds ratio = 44.176 และ 28.934 เมื่อเทียบกับเห็บสกุล *Dermacentor* (9.5%) ตามลำดับ สำหรับปัจจัยด้านช่วงเวลาและสถานที่เก็บเห็บ พบว่าเดือนธันวาคมและ กุมภาพันธ์ มีเห็บที่ติดเชื้อ CLE สูงที่สุด (73-74%) เมื่อเทียบกับเดือนอื่นๆ และเห็บจากที่ต่างๆ มีการติดเชื้อ CLE แตกต่างกัน (55-71%) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ จะเป็นประโยชน์ในการประเมินความเสี่ยงของการ ติดเชื้อโรคที่นำโดยเห็บในนักท่องเที่ยว และสนับสนุนแนวทางในการป้องกันเห็บกัด เพื่อลดความเสี่ยงการติดเชื้อ โรคที่นำโดยเห็บได้

คำสำคัญ : ไข้คว/ *Coxiella burnetii*/ *Coxiella*-like endosymbiont / อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่/ เห็บ

Abstract

Coxiella burnetii (*C. burnetii*) causes a zoonotic disease called Q fever, which affects both humans and animals globally. While this virulent *C. burnetii* is the only species recognized in the genus *Coxiella*, many *Coxiella*-like bacteria which are genetically related to *C. burnetii* have been found in ticks as non-pathogenic endosymbiont. Although, tick-borne transmission of Q fever has not been confirmed, tick can transmit *Coxiella* to their progeny via transovarian routes. Therefore, ticks could serve as a reservoir and the environmental dissemination of *Coxiella*. Thus, this study aims to survey for *C. burnetii* and *Coxiella*-like endosymbiont (CLE) in free-living ticks in Khao Yai National Park. Ticks were collected from tourists-attractive sites throughout the year 2019 and analyzed for *C. burnetii* and CLE using real-time and conventional PCR, respectively.

In a total of 651 tick samples, CLE was found in 419 tick samples (64.4%), but *C. burnetii* was not detected. There was a significant association of CLE infection with stage, sex, and genus of ticks, collecting month and site. Nymphs had a higher CLE infection (79.2%) than larvae (62.7%) and adults (61.3%) with OR of 2.269 (1.259 - 4.087) compared to larval ticks. Female ticks had a higher risk for CLE infection than males with OR of 1.740 (1.164 - 2.602) *Amblyomma* tick exhibited the highest CLE infection (82.2%), followed by *Haemaphysalis* (75.1%), with OR of 44.176 and 28.934 compared to *Dermacentor* ticks (9.5%), respectively. Ticks collected in December and February showed the highest CLE infection (73-74%), compared to other months. There was a difference in % CLE infection in ticks from different sites (55-71%). These results provide useful information for a risk assessment of tick-borne pathogen infection in travelers and action plan for tick-bite prevention to reduce the risk.

Keywords : Q Fever/ *Coxiella burnetii*/ *Coxiella*-like endosymbiont / Khao Yai National Park/ Ticks

บทนำ

Coxiella burnetii (*C. burnetii*) เป็นแบคทีเรียแกรมลบที่อาศัยภายในเซลล์ และก่อให้เกิดโรคไข้คว ซึ่ง เป็นโรคติดเชื้อสัตว์สู่คนที่ส่งผลกระทบต่อทั้งมนุษย์และสัตว์ทั่วโลก โดยเชื้ออาจทำให้เกิดอาการแทรกซ้อนที่รุนแรง และยังสามารถใช้เป็นอาวุธชีวภาพ *C. burnetii* ถือเป็นแบคทีเรียสปีชีส์เดียวในสกุล *Coxiella* (Arthan et al., 2015) แต่ยังมีพบแบคทีเรียที่คล้าย *Coxiella* อาศัยอยู่ในเห็บ โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้จะมีลักษณะทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับ *C. burnetii* อย่างไรก็ตามเชื่อดังกล่าวไม่ก่อโรค แต่จะเป็น endosymbiont อาศัยอยู่ในเห็บเรียกแบคทีเรียกลุ่มนี้ว่า *Coxiella*-like endosymbiont (CLE) โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้จะมีบทบาทต่อการสืบพันธุ์ ของเห็บ (Duron et al., 2018; Smith et al., 2015) และการติดเชื้อก่อโรคอื่นๆ ในเห็บ (Noorpong et al., 2018; Takhampunya et al., 2021) การกินหรือการสูดดมเชื้อถือเป็นช่องทางหลักในการแพร่กระจายเชื้อ และติดโรคไข้คว ในขณะที่การแพร่เชื้อและนำโรคโดยเห็บยังไม่ได้รับการยืนยัน อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าเห็บสามารถส่งผ่านเชื้อ *Coxiella* ไปยังลูกหลานผ่านทางรังไข่ (transovarial transmission) และส่งผ่านเชื้อไปตามระยะการเจริญเติบโตของเห็บ (transstadial transmission) (Maurin & Raoult, 1999) ดังนั้นเห็บจึงถือว่าเป็นแหล่งกักตุนเชื้อและมีบทบาทในการแพร่กระจายเชื้อ *Coxiella* และทำให้เชื้อคงอยู่ในสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม

โรคไข้ควิปได้บ่อยในประเทศไทย โดยมีรายงานยืนยันโรคในมนุษย์และสัตว์เพียงไม่กี่ราย ในปี พ.ศ. 2509 พบผู้ป่วย 9 ราย ในโรงพยาบาล 4 แห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยผู้ป่วยทั้งหมดมีอาการไข้เฉียบพลันและมีผลการทดสอบทางเซรุ่มวิทยายืนยันว่าเป็นโรคไข้ควิปแบบเฉียบพลัน (Suputtamongkol et al., 2003) นอกจากนี้ยังมีรายงานติดเชื้อ *C. burnetii* ในกระป๋องน้ำในจังหวัดพัทลุง (Kidsin et al., 2021) โคเนื้อ โคนม สัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก แพะ และแกะ ในจังหวัดสระแก้ว (Colombe et al., 2018) แต่ยังไม่มียืนยันการติดเชื้อ *C. burnetii* ในเห็บในประเทศไทย (Ahantarig et al., 2008; Arthan et al., 2015) แม้ว่าจะพบ CLE ในเห็บสกุลต่างๆ จากพื้นที่ต่างๆ ในประเทศ (Ahantarig et al., 2011; Trinachartvanit et al., 2018) ดังนั้นอุบัติการณ์ของโรคไข้ควิปในประเทศไทยจึงยังไม่ทราบแน่ชัด และข้อจำกัดในตรวจวินิจฉัยเพื่อยืนยันโรคอาจทำให้ความชุกของโรคต่ำกว่าความเป็นจริง

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นมรดกทางธรรมชาติของโลก และเป็นสถานที่ท่องเที่ยวชั้นนำของประเทศไทย โดยพื้นที่ของอุทยานฯ ถูกปกคลุมไปด้วยป่าและสัตว์ป่าหลากหลายชนิด ดังนั้นจึงเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการโดนเห็บกัดและการอุบัติของโรคที่นำโดยเห็บในมนุษย์ โดยจากการศึกษาที่ผ่านมา พบการติดเชื้อ CLE ในเห็บที่เก็บจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ คิดเป็น 65.8% แต่ไม่พบ *C. burnetii* (Takhampunya et al., 2021) อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวเป็นการสำรวจเชื้อในเห็บซึ่งเก็บในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี 2563 ซึ่งเป็นการสุ่มเก็บตัวอย่างตามความสะดวกในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นข้อมูลความชุกของเชื้อในเห็บตลอดทั้งปียังไม่ชัดเจน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเห็บจำนวนไม่มากนักในการศึกษาดังกล่าว อาจไม่เพียงพอที่จะบอกถึงความชุกของเชื้อ *C. burnetii* ซึ่งเป็นเชื้อที่พบได้ยากในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการติดเชื้อ *C. burnetii* และ CLE ในเห็บที่ดำรงชีวิตอิสระตลอดทั้งปีในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการติดเชื้อและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะสามารถนำไปประเมินความเสี่ยงการติดโรคนำโดยเห็บในนักท่องเที่ยว

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการสำรวจเชื้อจุลชีพในเห็บที่อยู่อิสระในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในปี 2562 (Chaorattanakawee et al., In Press) โดยโครงการดังกล่าวได้ดำเนินการเก็บเห็บที่อาศัยอยู่อย่างอิสระบนพื้นหญ้าและพืชพันธุ์ต่างๆ จากจุดท่องเที่ยวในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 6 จุด ได้แก่ อ่างเก็บน้ำสายคร หอดูสัตว์หนองผักชี น้ำตกเหวสุวัต น้ำตกผากล้วยไม้ จุดชมวิวกม.30 และ เส้นทางศึกษาธรรมชาติกองแก้ว (รูปที่ 1) ซึ่งเห็บได้ถูกเก็บโดยวิธีลากผ้า (Salomon et al., 2020) ในเดือนกุมภาพันธ์ เมษายน มิถุนายน สิงหาคม ตุลาคม และธันวาคม ปี 2562 โดยผู้เก็บตัวอย่าง 4 คน ใช้เวลาเก็บจุดละ 45 นาที จำนวนคนที่เก็บและระยะเวลาที่ใช้ในการลากผ้าจะเท่ากันในแต่ละจุดและแต่ละเดือนที่เก็บ เพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละเดือนและแต่ละพื้นที่ได้ และเนื่องจากตัวอย่างเห็บที่เก็บได้มีจำนวนมาก เห็บจึงถูกจัดกลุ่ม (pool) ก่อนที่จะนำมาสกัดดีเอ็นเอเพื่อตรวจหาจุลชีพต่างๆ ในเห็บด้วยวิธีทางอณูชีววิทยา โดยงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการตรวจหาเชื้อ *C. burnetii* และ CLE ในตัวอย่างดีเอ็นเอจากโครงการสำรวจดังกล่าว งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาและได้รับอนุญาตให้ทำวิจัย จากคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (โครงการเลขที่ F02-66-019) และคณะกรรมการควบคุมความปลอดภัยทางชีวภาพ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (โครงการเลขที่ FPH-IBP 2023-002)

conventional PCR จะดำเนินการใน 10 μ L reaction mixture โดยใช้ KAPA2G Fast HotStart ReadyMix PCR Kit และใช้เครื่อง GeneAmp® PCR System 9700 ในการควบคุมกระบวนการ PCR ผู้วิจัยใช้น้ำ (molecular grade) เป็น negative control และใช้ plasmid ที่มีการตัดต่อยีน IS1111 ของ *C. burnetii* เข้าไป เป็น positive control รายละเอียดลำดับเบสของ primer และ probe ยืนยันเป้าหมายและ PCR condition ที่ใช้ในการตรวจหา *C. burnetii* และ CLE ในเห็บ แสดงดังตารางที่ 1 ผลบวกที่ได้จะถูกยืนยัน โดยการนำ PCR product ไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยวิธี Sanger sequencing ลำดับนิวคลีโอไทด์ ที่ได้จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูล โดยใช้ BLASTN (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)

ร้อยละการติดเชื้อ *C. burnetii* และ CLE คำนวณได้จากสูตรด้านล่าง และวิเคราะห์ Odds ratio เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการติดเชื้อ *Coxiella* กับระยะ เพศ และสกุลของเห็บ รวมทั้งเดือนและสถานที่เก็บเห็บ โดย P-value < 0.05 ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และใช้โปรแกรม SPSS Statistics 18.0 ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

$$\text{ร้อยละการติดเชื้อในเห็บ} = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างเห็บที่มีผล PCR เป็นบวก}}{\text{จำนวนตัวอย่างเห็บทั้งหมด}} \times 100$$

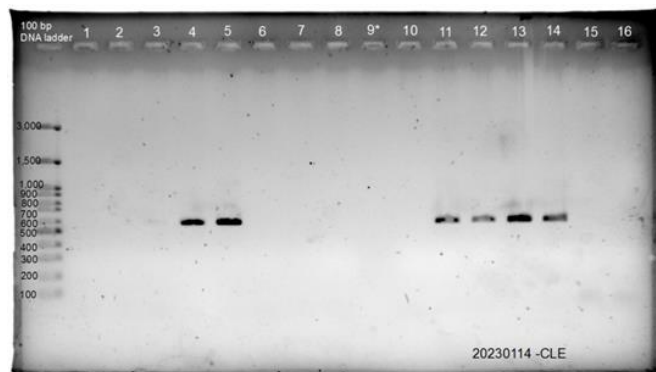
ตารางที่ 1 ลำดับเบสของ primer และ probe ยืนยันเป้าหมาย และ PCR condition ที่ใช้ในการตรวจหา *C. burnetii* และ CLE ในเห็บ

เชื้อ	ยีนส์เป้าหมาย/ ขนาด PCR Product (bp)	Primer/ Probe	ลำดับเบสของ Primer และ Probe (5'→3')	PCR condition
<i>Coxiella burnetii</i> (Klee et al., 2006)	IS1111/ 294 bp	Cox-F	GTCTTAAGGTGGGCTGCGTG	50°C 2 min
		Cox-R	CCCCGAATCTCATTGATCAGC	95°C 10 min
		Cox-TM	FAM- AGCGAACCATTTGGTATC GGACGTTTATGG-TAMRA	95°C 15 sec 63°C 30 sec
<i>Coxiella</i> Endosymbiont (Lalzar et al., 2012)	16S RNA/ 500 bp	Cox sp434f	CCTTTTGAGCGTTGACGTTA	95°C 5 min 95°C 30 sec
		Cox sp1004r	CCAAAGGCACCAAGTCATTT	63°C 30 sec 72°C 30 sec
				72°C 5 min

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์เห็บจำนวน 651 ตัวอย่าง พบเชื้อ CLE ในเห็บ 419 ตัวอย่าง คิดเป็น 64.4% รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างผลการทำ PCR เพื่อตรวจหาเชื้อ CLE และเมื่อนำ PCR product จากตัวอย่างที่ให้ผลบวก 2 ตัวอย่าง ไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ พบว่า ทั้งสองตัวอย่างมีลำดับนิวคลีโอไทด์ตรงกับ CLE ในฐานข้อมูล 100% (100% identity) โดยตัวอย่างที่ 1 มีลำดับนิวคลีโอไทด์ตรงกับ CLE ที่พบในเห็บสกุล *Haemaphysalis*

ในประเทศมาเลเซียและไต้หวัน ขณะที่ตัวอย่างที่ 2 มีลำดับนิวคลีโอไทด์ตรงกับ CLE ที่พบในเห็บสกุล *Haemaphysalis* ในจังหวัดนครนายก ประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ไม่พบเชื้อ *C. burnetii* ในเห็บที่ตรวจวิเคราะห์



รูปที่ 2 ผลการตรวจหา *Coxiella*-like endosymbionts (CLE) ด้วยวิธี conventional PCR

รูปแสดงผลการรัน PCR product บน agarose gel แถวริมซ้ายสุดแสดง 100 bp DNA ladder แถวที่ 4-5 และ 11-14 เป็นตัวอย่างที่ให้ผลบวก ขณะที่แถวที่ 1-3, 6-10 และ 15 เป็นตัวอย่างที่ให้ผลลบ CLE ส่วนแถวที่ 16 คือ น้ำ (molecular grade) ซึ่งถือเป็น Negative control

ตารางที่ 2 แสดงร้อยละการติดเชื้อ CLE ในเห็บ จำแนกตามระยะ เพศ สกกุลของเห็บ เดือนและสถานที่เก็บเห็บ เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ได้แก่ ระยะของเห็บ เพศของเห็บ สกกุลของเห็บ เดือนและสถานที่เก็บเห็บ และตัวแปรตามคือ การติดเชื้อ CLE พบว่าการติดเชื้อ CLE ในเห็บแต่ละระยะ เพศ สกกุล เดือนและสถานที่เก็บเห็บ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเห็บระยะตัวกลางวัยมีการติดเชื้อ CLE (79.2%) มากกว่าระยะตัวอ่อน (62.7%) และตัวเต็มวัย (61.3%) และมีค่า Odds ratio = 2.269 (1.259 - 4.087) เมื่อเทียบกับเห็บระยะตัวอ่อน เมื่อพิจารณาถึงเพศของเห็บ พบว่าเห็บเพศเมียติดเชื้อ CLE (67.6%) มากกว่าเพศผู้ (54.5%) โดยมี Odds ratio = 1.740 (1.164 - 2.602) และเมื่อเทียบการติดเชื้อ CLE ของเห็บแต่ละสกกุล พบว่า เห็บในสกกุล *Amblyomma* ติดเชื้อ CLE สูงที่สุด (82.2%) รองลงมาคือ *Haemaphysalis* (75.1%) โดยมีค่า Odds ratio = 44.176 และ 28.934 เมื่อเทียบกับเห็บสกกุล *Dermacentor* (9.5%) ตามลำดับ สำหรับปัจจัยด้านช่วงเวลา ที่เก็บเห็บ พบว่าช่วงเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์ มีเห็บที่ติดเชื้อ CLE สูงที่สุด (73-74%) ขณะที่เห็บที่ถูกเก็บในเดือนมิถุนายนและตุลาคมมีการติดเชื้อ CLE ต่ำกว่า (55-58%) โดยมีค่า Odds ratio = 0.485 และ 0.428 เมื่อเทียบกับเดือนกุมภาพันธ์ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบ % การติดเชื้อ CLE ในเห็บที่เก็บจากสถานที่ต่างๆ พบว่า เห็บที่เก็บจากอ่างเก็บน้ำสายครมีการติดเชื้อ CLE มากที่สุด (71%) ขณะที่เห็บที่เก็บจากน้ำตกเหวสุวัตพบการติดเชื้อ CLE น้อยที่สุด (55%) โดยมีค่า Odds ratio = 0.502 เมื่อเทียบกับอ่างเก็บน้ำสายคร

ตารางที่ 2 ร้อยละการติดเชื้อ *Coxiella*-like endosymbionts (CLE) ในเห็บ จำแนกตามระยะ เพศ สกุล เดือน ที่เก็บเห็บและสถานที่เก็บเห็บ และการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการติดเชื้อ CLE และปัจจัยดังกล่าว

ตัวแปร	จำนวน	ผลบวก (%)	Odds ratio	95% CI	P-value
ระยะของเห็บ					
ตัวอ่อน	142	89 (62.7%)	1	-	-
ตัวกลางวัย	101	80 (79.2%)	2.269	1.259 - 4.087	0.006
ตัวเต็มวัย	408	250 (61.3%)	0.942	0.635 - 1.397	0.767
รวม	651	419 (64.4%)			
เพศของเห็บ					
เพศผู้	198	108 (54.5%)	1	-	-
เพศเมีย	210	142 (67.6%)	1.740	1.164 - 2.602	0.007
รวม	408	250 (61.3%)			
สกุลของเห็บ					
<i>Dermacentor</i>	74	7 (9.5%)	1	-	-
<i>Haemaphysalis</i>	350	263 (75.1%)	28.934	12.802 - 65.393	<0.001
<i>Amblyomma</i>	73	60 (82.2%)	44.176	16.535 - 118.019	<0.001
<i>Ixodes</i>	12	0 (0.0%)	-	-	-
รวม	509[#]	330 (64.8%)			
เดือนที่เก็บเห็บ					
กุมภาพันธ์	84	62 (73.8%)	1	-	-
เมษายน	102	64 (62.7%)	0.598	0.318-1.123	0.110
มิถุนายน	71	41 (57.7%)	0.485	0.246 - 0.954	0.036
สิงหาคม	92	59 (64.1%)	0.634	0.332 - 1.211	0.168
ตุลาคม	150	82 (54.7%)	0.428	0.239 - 0.767	0.004
ธันวาคม	152	111 (73.0%)	0.961	0.525 - 1.758	0.896
รวม	651	419 (64.4%)			
สถานที่เก็บเห็บ					
1. อ่างเก็บน้ำสายสร	89	63 (70.8%)	1	-	-
2. หอดูสัตว์หนองผักชี	67	43 (64.2%)	0.739	0.376 - 1.455	0.382
3. น้ำตกเหวสุวัต	102	56 (54.9%)	0.502	0.276 - 0.916	0.025
4. น้ำตกผากล้วยไม้	111	71 (64.0%)	0.733	0.402 - 1.334	0.309

ตัวแปร	จำนวน	ผลบวก (%)	Odds ratio	95% CI	P-value
5. จุดชมวิวกม.30	114	70 (61.4%)	0.657	0.363 - 1.187	0.164
6. เส้นทางศึกษา ธรรมชาติกองแก้ว	163	113 (69.3%)	0.933	0.530 - 1.642	0.809
รวม	646[§]	416 (64.4%)			

วิเคราะห์เฉพาะหีบระยะตัวกลางวัยและตัวเต็มวัย เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้จำแนกหีบระยะตัวอ่อนตามสกุล

[§] หีบระยะ ตัวกลางวัยในสกุล *Dermacentor* จำนวน 5 pool ไม่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นตัวอย่งหีบที่ pool จากสถานที่เก็บที่ต่างกัน ดังนั้น จึงไม่สามารถระบุสถานที่เก็บหีบของทั้ง 5 pool นี้ได้

วิจารณ์ผล

จากการสำรวจเชื้อ *C. burnetii* และ CLE ในหีบที่เก็บจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ตลอดทั้งปี 2562 จำนวน 5,916 ตัว ไม่พบการติดเชื้อ *C. burnetii* แต่พบการติดเชื้อ CLE ในหีบ 64% ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ซึ่งสำรวจหีบจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในเดือนพฤศจิกายน ปี 2563 โดยพบการติดเชื้อ CLE ในหีบ ที่ระดับความชุกที่ใกล้เคียงกัน (66%) แต่ไม่พบการติดเชื้อ *C. burnetii* เช่นกัน (Takhampunya et al., 2021) แม้ว่าการศึกษานี้จะสำรวจหีบจำนวนมาก (5,916 ตัว) แต่ก็ยังไม่พบเชื้อ *C. burnetii* แสดงว่า *C. burnetii* หรือโรคไขควพบได้น้อยมากในประเทศไทย และยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าการติดเชื้อ *C. burnetii* ในหีบและการนำเชื้อโดยหีบในประเทศไทย และเมื่อเปรียบเทียบกับ % การติดเชื้อ CLE ในหีบที่เก็บจากพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย พบว่าหีบที่เก็บจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มี % การติดเชื้อมากกว่าหีบจากพื้นที่อื่นๆ โดยพบรายงานการติดเชื้อ CLE ในหีบที่อยู่บนสัตว์และหีบที่อยู่อิสระ จากหลายจังหวัด อยู่ในช่วง 6-50% เท่านั้น (Hirunkanokpun et al., 2022; Nooroong et al., 2018; Sumrandee et al., 2016; Trinachartvanit et al., 2018) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีสัตว์อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีการส่งผ่านเชื้อโดยหีบ และส่งเสริมให้เกิดการติดเชื้อในหีบ

ผู้วิจัยพบความสัมพันธ์ระหว่างการติดเชื้อ CLE กับระยะ เพศ และสกุลของหีบ เดือนและสถานที่เก็บหีบโดยพบว่าหีบระยะตัวกลางวัยมีการติดเชื้อมากที่สุด หีบเพศเมียมีการติดเชื้อมากกว่าเพศผู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจเชื้อ CLE ในหีบจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ผ่านมา (Takhampunya et al., 2021) หีบระยะตัวกลางวัยมีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 2 มม.) ทำให้โฮสต์พบเห็นหรือกำจัดได้ยากขึ้น (Lyme Disease: A Public Information Guide) จึงสามารถดูดเลือดมนุษย์หรือสัตว์ต่างๆ ได้ในปริมาณมาก ทำให้มีโอกาสติดเชื้อได้มากกว่าหีบระยะอื่น ส่วนหีบเพศเมียจำเป็นต้องดูดเลือดในปริมาณมากเพื่อการวางไข่ ทำให้มีโอกาสติดเชื้อได้มากกว่าเพศผู้ นอกจากการติดเชื้อ CLE แล้ว ยังพบว่าการติดเชื้อก่อโรคต่างๆ ได้แก่ *Anaplasma*, *Ehrlichia*, *Rickettsia* และ *Borrelia* มีความสัมพันธ์กับระยะและเพศของหีบด้วย (Chaorattanakawee et al., In Press; Takhampunya et al., 2021) โดยพบ % การติดเชื้อเพิ่มขึ้น จากหีบตัวอ่อน หีบตัวกลางวัย หีบตัวผู้ และหีบตัวเมียตามลำดับ (Takhampunya et al., 2021) เช่นเดียวกับการติดเชื้อ *Rickettsia* (Chaorattanakawee et al., In Press) ในงานวิจัยนี้พบว่าการติดเชื้อ CLE ว่าเป็นความสัมพันธ์กับสกุลของหีบ โดยพบว่า หีบสกุล *Amblyomma* มี % การติดเชื้อ CLE และ *Rickettsia* สูงที่สุด รองลงมาคือ *Haemaphysalis* ส่วนหีบ *Dermacentor* พบติดเชื้อได้น้อยที่สุด ความสอดคล้องของผลการศึกษา CLE และเชื้อก่อโรคอื่น สนับสนุนผลการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งพบความสัมพันธ์ระหว่าง CLE และการติดเชื้อก่อโรคอื่นร่วมกันในหีบ (Takhampunya et al., 2021) งานวิจัยนี้ถือเป็นงานวิจัยแรกในประเทศไทยที่สำรวจการติดเชื้อในหีบตลอดปี ทำให้เห็นถึง

แนวโน้มหรือการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ CLE ในเห็บ โดยพบการติดเชื้อ CLE สูงในช่วงฤดูหนาว (ธันวาคม - กุมภาพันธ์) และต่ำในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม) ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนเห็บในอุทยานฯ ที่พบมากในฤดูหนาว (Chaorattanakawee et al., In Press) การแพร่พันธุ์ของเห็บในช่วงนี้อาจส่งเสริมให้มีการแพร่เชื้อหรือส่งผ่านเชื้อ CLE ได้มากขึ้น แม้ว่า CLE จะไม่ใช่เชื้อก่อโรค แต่ CLE อาจมีบทบาทในการเอื้อให้เกิดการติดเชื้อก่อโรคอื่นร่วมกัน ดังนั้นข้อมูลความชุกของการติดเชื้อ CLE และปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจะสามารถช่วยประเมินความเสี่ยงที่จะติดโรคนำโดยเห็บ และสนับสนุนแนวทางในการป้องกันเห็บกัด เพื่อลดความเสี่ยง

สรุปผล

จากการสำรวจเห็บจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ตลอดทั้งปี ไม่พบการติดเชื้อ *C. burnetii* จึงไม่สามารถยืนยันได้ว่าการนำเชื้อโดยเห็บในประเทศไทย ขณะที่พบ CLE ในเห็บ 64% ซึ่งถือว่าเป็นความชุกที่สูงเมื่อเทียบกับเห็บจากพื้นที่อื่นๆของประเทศ พบการติดเชื้อ CLE มีความสัมพันธ์กับกับระยะ เพศ และสกุลของเห็บ เดือน และสถานที่เก็บเห็บ งานวิจัยนี้ถือเป็นงานวิจัยแรกที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเชื้อในเห็บตลอดปี แม้ว่า CLE จะไม่ก่อโรค แต่ CLE อาจมีบทบาทในการเอื้อให้เกิดการติดเชื้อก่อโรคอื่นร่วมกัน ดังนั้นผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อช่วยประเมินความเสี่ยงที่จะติดโรคนำโดยเห็บ และสนับสนุนแนวทางในการป้องกันเห็บกัด เพื่อลดความเสี่ยง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาปรสิตวิทยาและกีฏวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่สนับสนุนสถานที่สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ประจำหลักสูตร วท.ม.โรคติดเชื้อและวิทยาการระบาดทางการสาธารณสุข ที่ให้คำปรึกษา แนะนำและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ รวมถึงเจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตรทุกท่านที่สนับสนุนความช่วยเหลือ ทำให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Ahantari, A., Malaisri, P., Hirunkanokpun, S., Sumrandee, C., Trinachartvanit, W., & Baimai, V. (2011). Detection of *Rickettsia* and a novel *Haemaphysalis shimoga* symbiont bacterium in ticks in Thailand. *Current Microbiology*, 62(5), 1496-1502.
<https://doi.org/10.1007/s00284-011-9887-3>
- Ahantari, A., Trinachartvanit, W., & Milne, J. (2008). Tick-borne pathogens and diseases of animals and humans in Thailand. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 39, 1015-1032.
- Arthan, W., Sumrandee, C., Hirunkanokpun, S., Kitthawee, S., Baimai, V., Trinachartvanit, W., & Ahantari, A. (2015). Detection of *Coxiella*-like endosymbiont in *Haemaphysalis* tick in Thailand. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 6(1), 63-68.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.09.005>

- Chaorattanakawee, S., Tachavarong, W., Hananantachai, H., Bunsermyos, W., Chanarat, N., Promsathaporn, S., Tippayachai, B., Sakolvaree, J., Pitaksajjakul, P., Benjathummarak, S., Srinoppawan, K., Saunders, D., Lindroth, E., & Takhampunya, R. (In Press). Seasonal Pattern of Questing Ticks and Prevalence of Pathogenic *Rickettsia* and *Anaplasmataceae* in Khao Yai National Park, Thailand. *Travel Medicine and Infectious Disease*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4611781>
- Colombe, S., Watanapalachaigool, E., Ekgatat, M., Ko, A. I., & Hinjoy, S. (2018). Cross-sectional study of brucellosis and Q fever in Thailand among livestock in two districts at the Thai-Cambodian border, Sa Kaeo province. *One Health*, 6, 37-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2018.10.001>
- Duron, O., Morel, O., Noël, V., Buysse, M., Binetruy, F., Lancelot, R., Loire, E., Ménard, C., Bouchez, O., Vavre, F., & Vial, L. (2018). Tick-Bacteria Mutualism Depends on B Vitamin Synthesis Pathways. *Current Biology*, 28(12), 1896-1902.e1895. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.04.038>
- Hirunkanokpun, S., Ahantarig, A., Baimai, V., Pramual, P., Rakthong, P., & Trinachartvanit, W. (2022). Spotted fever group *Rickettsia*, *Anaplasma* and *Coxiella*-like endosymbiont in *Haemaphysalis* ticks from mammals in Thailand. *Veterinary Research Communications*. <https://doi.org/10.1007/s11259-022-09980-x>
- Hoogstraal, H., & Kohls, G. M. (1965). Southeast Asian *Haemaphysalis* ticks (Ixodoidea, Ixodidae). *H. bandicota* sp. n. from bandicoot rats in Taiwan, Thailand, and Burma. *The Journal of Parasitology*, 51(3), 460-466.
- Kidsin, K., Panjai, D., & Boonmar, S. (2021). The first report of seroprevalence of Q fever in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Phatthalung, Thailand. *Veterinary World*, 14(9), 2574-2578. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.2574-2578>
- Klee, S. R., Tyczka, J., Ellerbrok, H., Franz, T., Linke, S., Baljer, G., & Appel, B. (2006). Highly sensitive real-time PCR for specific detection and quantification of *Coxiella burnetii*. *BMC Microbiology*, 6, 2. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-6-2>
- Lalzar, I., Harrus, S., Mumcuoglu, K. Y., & Gottlieb, Y. (2012). Composition and seasonal variation of *Rhipicephalus turanicus* and *Rhipicephalus sanguineus* bacterial communities. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(12), 4110-4116. <https://doi.org/10.1128/aem.00323-12>
- Lyme Disease: A Public Information Guide. <https://ldh.la.gov/assets/oph/Center-PHCH/Center-CH/infectious-epi/EpiManual/LymeBrochure.pdf> (Centers for Disease Control and Prevention)
- Maurin, M., & Raoult, D. (1999). Q fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 518-553. <https://doi.org/10.1128/cmr.12.4.518>
- Noorong, P., Trinachartvanit, W., Baimai, V., & Ahantarig, A. (2018). Phylogenetic studies of bacteria (*Rickettsia*, *Coxiella*, and *Anaplasma*) in *Amblyomma* and *Dermacentor* ticks in

- Thailand and their co-infection. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 9(4), 963-971.
<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.03.027>
- Petney, T. N., Saijuntha, W., Boulanger, N., Chitimia-Dobler, L., Pfeffer, M., Eamudomkarn, C., Andrews, R. H., Ahamad, M., Putthasorn, N., Muders, S. V., Petney, D. A., & Robbins, R. G. (2019). Ticks (Argasidae, Ixodidae) and tick-borne diseases of continental Southeast Asia. *Zootaxa*, 4558(1), 1-89. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4558.1.1>
- Salomon, J., Hamer, S., & Swei, A. (2020). A Beginner's Guide to Collecting Questing Hard Ticks (Acari: Ixodidae): A Standardized Tick Dragging Protocol. *International Journal of Insect Science*, 20. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa073>
- Smith, T. A., Driscoll, T., Gillespie, J. J., & Raghavan, R. (2015). A *Coxiella*-like endosymbiont is a potential vitamin source for the Lone Star tick. *Genome Biology and Evolution*, 7(3), 831-838. <https://doi.org/10.1093/gbe/evv016>
- Sumrandee, C., Baimai, V., Trinachartvanit, W., & Ahantarig, A. (2016). Molecular detection of *Rickettsia*, *Anaplasma*, *Coxiella* and *Francisella* bacteria in ticks collected from *Artiodactyla* in Thailand. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 7(5), 678-689.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.02.015>
- Suputtamongkol, Y., Rolain, J. M., Losuwanaruk, K., Niwatayakul, K., Suttinont, C., Chierakul, W., Pimda, K., & Raoult, D. (2003). Q fever in Thailand. *Emerging Infectious Diseases*, 9(9), 1186-1187. <https://doi.org/10.3201/eid0909.030086>
- Takhampunya, R., Sakolvaree, J., Chanarat, N., Youngdech, N., Phonjatturas, K., Promsathaporn, S., Tippayachai, B., Tachavarong, W., Srinoppawan, K., Poole-Smith, B. K., McCardle, P. W., & Chaorattanakawee, S. (2021). The Bacterial Community in Questing Ticks From Khao Yai National Park in Thailand. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 764763.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2021.764763>
- Tanskul, P., & Inlao, I. (1989). Keys to the Adult Ticks of *Haemaphysalis* Koch, 1844, in Thailand with Notes on Changes in Taxonomy (Acari: Ixodoidea: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology*, 26(6), 573-600. <https://doi.org/10.1093/jmedent/26.6.573>
- Trinachartvanit, W., Maneewong, S., Kaenkan, W., Usananan, P., Baimai, V., & Ahantarig, A. (2018). *Coxiella*-like bacteria in fowl ticks from Thailand. *Parasites & Vectors*, 11(1), 670.
<https://doi.org/10.1186/s13071-018-3259-9>

แนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกร จังหวัดสงขลา Development Guidelines for Sustainable of Para Rubber Plantation Management of Farmer in Songkhla Province

สุภาวดี เกษสุวรรณ^{1*} สัจจา บรรจงศิริ¹ และบำเพ็ญ เขียวหวาน¹
Supawadee Ketsuwan^{1*}, Sujja Banjongsir¹ and Bumpen Keowan¹

¹ นักศึกษาหลักสูตรเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการทรัพยากรเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

¹Master of Agriculture (Agricultural Resources Management), School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Thambol Bang Pood, Amphoe Pak Kred, Nonthaburi 11120

*Corresponding author E-mail: Ketsuwan.kat@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาวิธีการจัดการสวนยางพาราของเกษตรกร จังหวัดสงขลา 2) ประเมินศักยภาพของเกษตรกรที่ปลูกยางพาราเพื่อเข้าสู่แนวทางการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนของเกษตรกร 3) จัดทำแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี คือ 1) การวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรชาวสวนยางพาราที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับการยางแห่งประเทศไทย มีที่ตั้งสวนยางบ้านปลายรำ หมู่ 11 ตำบลนาทวี อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา จำนวน 137 คน กำหนดขนาดตามสูตรทาโร ยามาเน่ ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 110 ราย เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้ให้ข้อมูลคือเจ้าหน้าที่การยางแห่งประเทศไทย สาขานาทวี ใช้แบบการเลือกเจาะจงเฉพาะเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเกษตรกรเกี่ยวกับมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน จำนวน 10 ราย เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบบันทึกการประชุมกลุ่ม แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค และจัดทำกลยุทธ์เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกรจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการสวนยางพาราของเกษตรกร ส่วนใหญ่ปลูกยางพาราเชิงเขา ใช้พันธุ์ยาง RRIM 600 การกำจัดศัตรูพืช (โรคแมลงและวัชพืช) โดยใช้สารเคมี ผลผลิตที่จำหน่ายคือน้ำยางสด และเกษตรกรทุกรายจำหน่ายผลผลิตให้พ่อค้าคนกลาง 2) การประเมินศักยภาพของเกษตรกร (1) ด้านความรู้ พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรไม่มีความรู้ในการจัดการสวนยางพาราเพื่อให้เกิดความยั่งยืน และ (2) ด้านการปฏิบัติ พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรยังไม่มีปฏิบัติตามมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน 3) แนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนควรมีการพัฒนา 4 ด้าน ได้แก่ ด้านพัฒนาความรู้ของเกษตรกร ด้านพัฒนาการผลิต ด้านการส่งเสริมของเจ้าหน้าที่ และด้านการจัดการกลุ่มเกษตรกร

คำสำคัญ : แนวทางการพัฒนา, การจัดการสวนยางพารา, การจัดการสวนป่า, ความยั่งยืน

Abstract

This research was aimed to 1) study on methods rubber plantation management of farmer in songkhla province 2) assess potential of farmers grow rubber for enter the guidelines sustainable forest management for farmers 3) to prepare guidelines for developing sustainable rubber plantation management. This research is a mixed methods research. Quantitative Research data, The study population as rubber farmers who were registered as farmers with the

Rubber Authorities of Thailand, located at Ban Plyrum rubber plantation, Village No. 11, Nathawi Sub district, Nathawi District, Songkhla Province, totaling 137people. The size was determined according to the Taro Ya Mane formula, the error value was 0.05, resulting in a sample size of 110 people. The tools used were questionnaires, data analysis by statistics, frequency values, percentage values, minimum, maximum, Average, standard deviation compare with the specified criteria and interpret the meaning from the average and qualitative research. The informants were officials of the Rubber Authority of Thailand branch. Nathawi used the survey to select only 10 farmer extension officers regarding sustainable forest management standards. The tool used was data analysis. The data is used to analyze strengths, weaknesses, opportunities, and obstacles and to make a strategy to create guidelines for the sustainable development of rubber plantation management of Agriculturist in Songkhla Province. The results of the research found that 1) rubber plantation management of farmer most of them grow rubber in the hillsides, using the RRIM 600 pests control (Insect and weed diseases) variety to eliminating disease using chemicals Products sold for latex and all farmers sell their produce to middlemen. 2) Potential of farmers It was found (1) In terms of knowledge, it was found that most farmers do not have knowledge in management rubber plantation to ensure sustainability and (2)In terms of practice, it was found that most farmers do not follow the standard for sustainable forest management 3)Guidelines for developing rubber plantation management sustainable there should be development in 4 areas is Knowledge of farmers, production development, promotion of officials and group management.

Keywords : Development Guidelines, Para Rubber Plantation Management, forest management, Sustainability

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยพื้นที่ปลูกยางพาราส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ เนื่องจากภาคใต้เป็นภาคการเกษตรที่สำคัญ มีลักษณะภูมิประเทศที่เหมาะสม เหมาะสำหรับการปลูกไม้เศรษฐกิจที่สำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะยางพาราที่มีการปลูกมากกว่าภาคอื่นๆ เพราะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ประกอบกับยางพาราเป็นพืชที่ปลูกและดูแลรักษาง่าย ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพารา 14,388,272 ไร่ มีเนื้อที่กรีดยางได้ 12,496,982 ไร่ มีผลผลิต 2,902,026 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 59.72 ของผลผลิตทั้งหมดของประเทศไทย และมีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 232 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

จังหวัดสงขลา เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุดในภาคใต้ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกยางพารา 2,224,165 ไร่ มีเนื้อที่กรีดยางได้ 1,872,299 ไร่ มีผลผลิต 437,226 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 15.07 ของผลผลิตทั้งหมดของภาคใต้ และมีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 234 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ปัจจุบันสถานการณ์ราคายางพารามีความผันผวน ส่งผลให้เกษตรกรเกิดความวิตกกังวล และประเทศผู้ซื้อยางและผลิตภัณฑ์จากยางพาราพยายามกดราคาให้ถูกลง โดยใช้ข้อกีดกันทางการค้าอื่นที่ไม่ใช่ภาษี เช่น การบุกรุกป่าเพื่อปลูกยางพารา การใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้อง และการตัดต้นยางที่ไม่ถูกวิธี โดยใช้การอ้างอิงมาตรฐาน Forest Stewardship Council (FSC)

และ Program for the Gndorsement of forest Certification (PEFC) (สุทธิพันธ์ จิตพิมลมาศ, 2562)เป็นมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนในการต่อรองด้านราคา

ด้วยเหตุนี้ เกษตรกรสวนยางจำเป็นต้องมีการจัดการสวนยางพาราให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด อย่างไรก็ตาม ที่ผ่านมามีเกษตรกรน้อยรายที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการจัดการสวนยางพาราให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องจาก ยังไม่เห็นความสำคัญและผลกระทบที่จะเกิด ไม่มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการโดยไม่มี การส่งเสริมจากภาครัฐที่เกี่ยวข้องอย่างจริงจัง

ดังนั้น การศึกษาหาแนวทางการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน จึงเป็นแนวคิดหนึ่งที่สามารถตอบ โจทย์การพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรชาวสวนยางพาราได้ดี เป็นการช่วยให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ อย่างเหมาะสม และเกิดการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกร โดยเลือกศึกษาในพื้นที่บ้าน ปลายรำ ตำบลนาหวี อำเภอนาหวี จังหวัดสงขลา ที่เกษตรกรมีอาชีพหลักคือ การปลูกยางพารา เพื่อเป็นต้นแบบ ในการพัฒนาให้เกษตรกรชาวสวนยางพารามีแนวทางในการพัฒนาสวนยางให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเป็นการวิจัยแบบผสมวิธี ประกอบด้วย การวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. การวิจัยเชิงปริมาณ

1) ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรชาวสวนยางพาราที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับการยางแห่งประเทศไทย มีที่ตั้งสวนยางอยู่บ้านปลายรำ หมู่ 11 ตำบลนาหวี อำเภอนาหวี จังหวัดสงขลา จำนวน 137 คน กำหนดขนาด กลุ่มตัวอย่างจากสูตร Taro Yamane (Yamane, 1973 อ้างถึงวัลลภ รัฐฉัตรานนท์, 2562 : 11-28) ที่กำหนด ระดับความเชื่อมั่น 95 % มีความคลาดเคลื่อนได้ 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 110 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม มีประเด็นคำถามหลัก ได้แก่ สภาพทั่วไปส่วนบุคคล และการจัดการสวนยางพาราของเกษตรกร และแบบประเมินศักยภาพการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนของ เกษตรกร

3) การเก็บข้อมูล ใช้การสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง นำข้อมูลที่ได้จากการสอบถามมาวิเคราะห์ข้อมูล ทำ การบันทึกข้อมูล เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4) การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ หาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดและแปลความหมายจากค่าเฉลี่ย

2. การวิจัยเชิงคุณภาพ

1) กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ เจ้าหน้าที่การยางแห่งประเทศไทย อำเภอนาหวี จังหวัดสงขลา จำนวน 10 ราย โดนเลือกแบบเจาะจงเฉพาะเจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่ในการส่งเสริมเกษตรกรเกี่ยวกับมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่าง ยั่งยืน และเก็บข้อมูลโดยการประชุมกลุ่ม

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบบันทึกข้อมูลการประชุมกลุ่ม แบบบันทึกการสนทนากลุ่มในประเด็น ที่เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน

3) วิธีการเก็บข้อมูล ดำเนินการนัดหมายเพื่อทำการสนทนากลุ่ม แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค และจัดทำกลยุทธ์เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน ของเกษตรกร จังหวัดสงขลา

4) การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่าง ยั่งยืน ของเกษตรกร จังหวัดสงขลา คือ การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน จุดแข็ง จุดอ่อน และวิเคราะห์

สภาพแวดล้อมภายนอก ได้แก่ โอกาส อุปสรรค และนำมาวิเคราะห์ TOWS Matrix เพื่อกำหนดเป็นกลยุทธ์แล้ว
นำมาจัดกลุ่มเพื่อกำหนดเป็นกลยุทธ์ในแต่ละด้าน

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล และวิธีการจัดการสวนยางพาราของเกษตรกร

1) สภาพทั่วไปส่วนบุคคลของเกษตรกรชาวสวนยางพารา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 57.3) มีอายุระหว่าง 41-50 ปี (ร้อยละ 30.9) มีสถานภาพการสมรส (ร้อยละ 70.9) นับถือศาสนาพุทธ (ร้อยละ 80.9) จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ร้อยละ 39.1) เกษตรกรส่วนใหญ่มีอาชีพหลักทำสวนยางพารา (ร้อยละ 43.6) มีประสบการณ์การทำสวนยางพาราระหว่าง 11-20 ปี (ร้อยละ 42.7) มีสมาชิกในครัวเรือนอยู่ระหว่าง 4-6 คน (ร้อยละ 68.2) มีสมาชิกในครอบครัวที่เป็นแรงงานภาคการเกษตร 1-3 คน (ร้อยละ 86.4) มีรายได้จากภาคการเกษตรต่อปีระหว่าง 200,001- 400,000 บาท (ร้อยละ 59.1) เกษตรกรมีการซื้อที่ดินเอง (ร้อยละ 84.5) และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน (ร้อยละ 69.1)

2) การจัดการสวนยางพาราของเกษตรกร พบว่า สภาพพื้นที่สวนยางเป็นพื้นที่เชิงเขา (ร้อยละ 64.5) มีขนาดพื้นที่ระหว่าง 11-20 ไร่ (ร้อยละ 63.6) เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้พันธุ์ยาง RRIM 600 (ร้อยละ 71.8) ระยะห่างในการปลูก ส่วนใหญ่ใช้ระยะ 2.5*7 เมตร (ร้อยละ 48.2) จำนวนต้นยางที่ปลูก 60 ต้นต่อไร่ (ร้อยละ 38.2) อายุยางปัจจุบันอยู่ในช่วง 6-10 ปี (ร้อยละ 48.2) ส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ในการดูแลต้นยาง (ร้อยละ 48.2) โรคที่เกษตรกรพบคือโรครากเน่าโคนเน่า (ร้อยละ 30.9) เกษตรกรทุกรายใช้สารเคมีในการกำจัดโรค (ร้อยละ 100) ศัตรูพืชที่เกษตรกรพบคือปลวก (ร้อยละ 59.1) เกษตรกรทุกรายใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช (ร้อยละ 100) วัชพืชที่เกษตรกรพบคือหญ้า (ร้อยละ 100) เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช (ร้อยละ 91.8) เกษตรกรเริ่มกรีดยางที่อายุยาง 5 ปี (ร้อยละ 28.2) ส่วนใหญ่ใช้ระบบการกรีด 4 วันเว้น 1 วัน (ร้อยละ 46.4) ความถี่ในการกรีดยางอยู่ระหว่าง 23-24 วันต่อเดือน (ร้อยละ 46.3) เกษตรกรมีการจำหน่ายผลผลิตในรูปแบบน้ำยางสด (ร้อยละ 95.5) ราคาผลผลิตในรูปแบบน้ำยางสด 41-50 บาทต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 95.5) เกษตรกรทุกรายจำหน่ายผลผลิตให้พ่อค้าคนกลาง (ร้อยละ 100) ในอนาคตเกษตรกรไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การผลิต (ร้อยละ 61.8) และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้รับการสงเคราะห์จาก สกย. (ร้อยละ 82.7)

2. ประเมินศักยภาพของเกษตรกรในการจัดการสวนยางพารา

1) ประเมินความรู้ของเกษตรกรตามหลักการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน จากการศึกษา

หลักการข้อที่ 1 ความสอดคล้องระหว่างกฎหมายกับหลักต่างๆของ FSC พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ ความรู้ด้านกฎหมาย กฎระเบียบข้อบังคับ ข้อตกลงระหว่างประเทศ และการปฏิบัติตามหลักการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน

หลักการข้อที่ 2 สิทธิในการถือครอง การใช้ประโยชน์จากที่ดินและความรับผิดชอบ พบว่า เกษตรกรมีความรู้ในประเด็นเรื่องหลักฐานที่ดินไม่ตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนหรือ สปก. (ร้อยละ 67.3) และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ กระบวนการแก้ไขข้อขัดแย้งจากการถือครองที่ดิน และการใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยที่ดินต้องไม่เปลี่ยนสภาพจากพื้นที่ป่าธรรมชาติหลังปี พ.ศ. 2537

หลักการข้อที่ 3 การยอมรับและเคารพสิทธิของชนพื้นเมือง พบว่า เกษตรกรมีความรู้ในประเด็นเรื่องการยอมรับกลุ่มชนพื้นเมือง (ร้อยละ 57.3) และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ สิทธิของชนพื้นเมืองในการใช้ที่ดินในแนวเขตตนเอง การชดเชยการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการรักษาขนบธรรมเนียมประเพณีของชนพื้นเมือง

หลักการข้อที่ 4 ความสัมพันธ์ต่างๆกับชุมชน พบว่า เกษตรกรมีความรู้ในประเด็นเรื่องการดูแลความปลอดภัยของคณงานอย่างเหมาะสมตามที่กฎหมายกำหนด (ร้อยละ 75.5) และ การให้ความช่วยเหลือ/ตอบแทนชุมชน สังคม (ร้อยละ 76.4) และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ การจ้าง และค่าแรงจากการจ้างงาน

หลักการข้อที่ 5 ผลประโยชน์จากป่าไม้ พบว่า เกษตรกรไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ การใช้ประโยชน์จากป่าไม้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การใช้งบประมาณ การแปรรูป และการมีส่วนงานย่อยในการดูแล อนุรักษ์ ทรัพยากรป่าไม้ และพื้นที่ต้นน้ำ

หลักการข้อที่ 6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ มาตรการป้องกันระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ การแปรสภาพสวนป่า และการทิ้งภาชนะปนเปื้อนสารเคมี

หลักการข้อที่ 7 กำหนดหลักการจัดการเป็นลายลักษณ์อักษร พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ การกำหนดเป้าหมายในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การปฏิบัติงานตามแผนงาน และการเปิดเผยข้อมูล

หลักการข้อที่ 8 การตรวจตรากำกับดูแล และประเมินผล พบว่า เกษตรกรมีความรู้ในประเด็นเรื่องการบันทึกข้อมูลผลผลิตทางการเกษตร (ร้อยละ 47.3) และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ แผนการติดตามการจัดการพื้นที่ การเปิดเผยข้อมูล และเอกสารรับรองแหล่งที่มาของสินค้า

หลักการข้อที่ 9 การฟื้นฟูป่าไม้ที่มีคุณค่าต่อการอนุรักษ์สูง พบว่า เกษตรกรมีความรู้ในประเด็นเรื่องการอนุรักษ์ต้นน้ำลำธารแหล่งอาหารของชุมชน (ร้อยละ 78.2) และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ การปกป้องพื้นที่ไม่ให้มีการล่าสัตว์ การประเมินพื้นที่การคุ้มครองต่อเนื่อง และการตรวจตราแผนการจัดการป่าไม้รายปี

หลักการข้อที่ 10 การวางแผนการจัดการพื้นที่ พบว่า เกษตรกรมีความรู้ในประเด็นเรื่องการวิเคราะห์ตนเอง สถานการณ์ ตลาดได้ (ร้อยละ 55.5) และเกษตรกรไม่มีความรู้ในหลายประเด็น คือ แผนการผลิต การวางแผนการจัดการพื้นที่เมื่อสู่มาตรฐาน FSC และการใช้ชนิดพันธุ์

2) ประเมินศักยภาพในสิ่งที่เกษตรกรปฏิบัติตามหลักการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน จากการศึกษาหลักการข้อที่ 1 ความสอดคล้องระหว่างกฎหมายกับหลักต่างๆของ FSC พบว่า เกษตรกรมีการเสียภาษีที่ดินให้ทางราชการทุกปี เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการป้องกันระบบนิเวศ และไม่แน่ใจในการจัดการสวนยางเมื่อเข้าสู่มาตรฐาน FSC โดยมีข้อผูกพันระยะยาวได้

หลักการข้อที่ 2 สิทธิในการถือครอง การใช้ประโยชน์จากที่ดินและความรับผิดชอบ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีโฉนดที่ดินที่ถูกต้อง แต่ไม่แน่ใจเรื่องการเปลี่ยนสภาพจากป่าธรรมชาติก่อนปี พ.ศ. 2537 และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีเอกสารการขอใช้ที่ดินสาธารณะ

หลักการข้อที่ 3 การยอมรับและเคารพสิทธิของชนพื้นเมือง พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการยอมรับกลุ่มชนพื้นเมืองและไม่มีการบุกรุก ขัปล่ชนพื้นเมืองที่อาศัยอยู่ในพื้นที่

หลักการข้อที่ 4 ความสัมพันธ์ต่างๆกับชุมชน พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีการจ้างงานคนนอกพื้นที่ แต่มีการจ่ายค่าจ้างอย่างเป็นธรรม คำนึงถึงความปลอดภัยของคณงานและครอบครัว แต่เกษตรกรไม่มีการสร้างแรงจูงใจให้คนในชุมชนร่วมกันดูแลรักษาทรัพยากรป่าไม้ และไม่มีการให้ความรู้แก่คนในชุมชนเกี่ยวกับการคุ้มครองป่าไม้ขั้นต้น

หลักการข้อที่ 5 ผลประโยชน์จากป่าไม้ พบว่า เกษตรกรมีการใช้ผลผลิตจากสวนป่า แต่ไม่มีการสร้างฝายชะลอน้ำ เพื่ออนุรักษ์แหล่งต้นน้ำลำธาร

หลักการข้อที่ 6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง แต่มีการกำจัดภาชนะบรรจุสารเคมีร่วมกับภาชนะอื่น และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีมาตรการป้องกันการบุกรุก และทำลายระบบนิเวศอย่างชัดเจน

หลักการข้อที่ 7 กำหนดหลักการจัดการเป็นลายลักษณ์อักษร พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการนำองค์ความรู้ใหม่ๆเข้ามาปฏิบัติ และไม่มีแผนการปฏิบัติงานที่ชัดเจน แต่มีการวางแผนการปฏิบัติงานระยะสั้น

หลักการข้อที่ 8 การตรวจตรากำกับดูแล และประเมินผล พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการดูแลพื้นที่ป่าไม้ในชุมชน ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลการดูแลให้บุคคลอื่นทราบ ไม่มีเอกสารรับรองแหล่งที่มาผลิตภัณฑ์ไม้จากพื้นที่ป่า และไม่มีการบันทึกข้อมูลการผลิตและผลผลิต

หลักการข้อที่ 9 การฟื้นฟูป่าไม้ที่มีคุณค่าต่อการอนุรักษ์สูง พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการล่าสัตว์ในพื้นที่ของตนเอง แต่ไม่มีการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการงานสวนป่า และไม่มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่สวนป่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด

หลักการข้อที่ 10 การวางแผนการจัดการพื้นที่ พบว่า เกษตรกรมีการวางแผนการผลิตอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่มีการคัดเลือกชนิดพืชมาปลูกให้เหมาะสม และไม่มีการกำหนดแนวเขตในการอนุรักษ์พื้นที่สวนป่า

3. แนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน แนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกร จังหวัดสงขลา จากข้อมูลการจัดการสวนยางพาราและการประเมินศักยภาพการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกร นำข้อมูลมาประชุมกลุ่มโดยการวิเคราะห์ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค วิเคราะห์ TOWS Matrix แล้วนำมาจัดกลุ่มเพื่อกำหนดเป็นแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน 4 ด้าน คือ

1) ด้านการเรียนรู้ของเกษตรกร

1.1 พัฒนานองค์ความรู้เรื่องการรับรองมาตรฐาน FSC ในการจัดการสวนยางพาราให้เกษตรกร

1.2 จัดกลุ่มแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ใหม่ๆเพื่อพัฒนาสวนยางพาราของเกษตรกรให้เกิดความยั่งยืน

1.3 จัดอบรมเกษตรกรเรื่องการจัดการสวนยางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.4 จัดทำสวนยางพาราอย่างยั่งยืนต้นแบบให้เกษตรกรและผู้สนใจเข้ามาศึกษาเรียนรู้

1.5 สร้างจิตสำนึกและส่งเสริมคนรุ่นใหม่ให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการสวนยางพาราเพื่อให้เกิดความยั่งยืนและในการดูแล รักษาทรัพยากรธรรมชาติ

1.6 ถอดบทเรียนองค์ความรู้จากคนหรือกลุ่มต้นแบบที่ได้รับการรับรองมาตรฐานแล้ว

2) ด้านการพัฒนาการผลิตของเกษตรกร

2.1 วางแผนงบประมาณในการลงทุนวิธีการปฏิบัติงานให้ผ่านเข้าสู่มาตรฐาน FSC

2.2 วางแผนการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน และสามารถเข้าถึงได้

2.3 นำหลักมาตรฐานการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนมาปฏิบัติให้เป็นไปตามมาตรฐาน

2.4 มีการจัดการสวนโดยคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก

2.5 มีการนำองค์ความรู้ใหม่มาปรับใช้ในเรื่องการรับรองมาตรฐาน FSC เข้ามาปฏิบัติ

3) ด้านการส่งเสริมของเจ้าหน้าที่

3.1 เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องส่งเสริมการจัดการสวนยางพาราให้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐาน FSC

3.2 เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องหาแนวทางให้เกษตรกรมีหลักฐานเอกสารสิทธิ์ในที่ดินที่ถูกต้อง

3.3 เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เข้าไปส่งเสริมและพัฒนาเกษตรกรให้มีองค์ความรู้ใหม่เข้ามาปฏิบัติด้านการรับรองมาตรฐาน FSC และด้านการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน

3.4 เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เข้าไปส่งเสริมให้เกษตรกรมีส่วนร่วมดูแลระบบนิเวศ ทรัพยากรป่าไม้ สัตว์ป่า และพื้นที่ต้นน้ำที่สำคัญของชุมชน

3.5 เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เข้าไปส่งเสริมและสนับสนุนเกษตรกรให้มีการวางแผนการปฏิบัติงานและ ด้านงบประมาณอย่างเป็นระบบ

3.6 เจ้าหน้าที่ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้าไปสนับสนุนการเข้าถึง เทคโนโลยีและอินเทอร์เน็ตให้เกษตรกรได้ศึกษาเรียนรู้

3.7 สร้างการรับรู้ให้กับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของการยางแห่งประเทศไทยเพื่อนำไปขับเคลื่อนการดำเนินงาน การรับรองมาตรฐาน

3.8 เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรส่งเสริมให้เกษตรกรจัดทำปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง เพื่อลดต้นทุนการผลิต

4) ด้านการจัดการกลุ่ม

4.1 จัดทำสวนยางพาราต้นแบบให้เกษตรกรและผู้สนใจเข้ามาศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการสวน ยางพาราอย่างยั่งยืน

4.2 จัดทำแผนนโยบายในการส่งเสริมการจัดการสวนยางพาราเพื่อให้กลุ่มเกษตรกรสามารถผ่านเข้าสู่ มาตรฐาน FSC

4.3 ส่งเสริมเด็กรุ่นใหม่ให้มีองค์ความรู้ ความเข้าใจเรื่องการจัดการสวนยางพาราเพื่อให้เกิดความยั่งยืน และสร้างจิตสำนึกในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

วิจารณ์ผล

จากการวิจัยเรื่อง แนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกร จังหวัดสงขลา มีการอภิปรายผล ดังนี้

ศักยภาพของเกษตรกรในการจัดการสวนยางพารา จากการประเมินความรู้ของเกษตรกรในการจัดการ สวนยางพาราอย่างยั่งยืน เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในการจัดการสวนยางพาราเพื่อให้เกิดความยั่งยืน ตาม หลักการจัดการสวนป่า 10 ข้อ ข้อคำถามทั้งหมด 42 ข้อ เกษตรกรมีความรู้ในประเด็นต่างๆ ดังนี้ ที่ดินไม่อยู่ใน เขตป่าสงวน การยอมรับกลุ่มชนพื้นเมือง ความปลอดภัยของคนงานตามที่กฎหมายกำหนด และการให้ความ ช่วยเหลือ/ตอบแทน ชุมชน สังคม การบันทึกข้อมูลผลผลิตทางการเกษตร การอนุรักษ์ต้นน้ำลำธารแหล่งอาหาร ของชุมชน และการวิเคราะห์ตนเอง สถานการณ์ ตลาดได้ ส่วนประเด็นอื่นๆเกษตรกรไม่มีความรู้เกี่ยวกับหลักการ จัดการสวนยางพาราเพื่อให้เกิดความยั่งยืน เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาอยู่ในช่วงมัธยมศึกษา ตอนต้นและตอนปลาย จึงทำให้ไม่เข้าใจในหลักการจัดการสวนป่ากับคำถามในบางข้อที่เกี่ยวข้องกับกฎหมาย กฎระเบียบ ข้อบังคับ ข้อตกลงระหว่างประเทศ และการดูแลรักษาทรัพยากรป่าไม้ที่มีคุณค่าควรแก่การอนุรักษ์สูง ตามมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน และจากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการพบว่ายังไม่เคยมี หน่วยงานไหนเข้ามาอบรมและส่งเสริมในเรื่องดังกล่าว จึงทำให้เกษตรกรไม่มีความรู้ความเข้าใจ อีกทั้งยังไม่เห็น ถึงความสำคัญของการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน และการประเมินศักยภาพในสิ่งที่เกษตรกรปฏิบัติในการจัดการ สวนยางพาราอย่างยั่งยืน เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีการปฏิบัติตามมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน เมื่อ พิจารณาหลักการทั้ง 10 ข้อ ข้อคำถามทั้งหมด 32 ข้อ พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติตามหลักการจัดการในบาง ประเด็น ดังนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่มีการยอมรับกลุ่มชนพื้นเมืองและไม่มีการบุกรุก ขัปลงพื้นที่นอกจากพื้นที่ เกษตรกรจ้างงานอย่างเป็นธรรม คำนึงถึงความปลอดภัยของคนงานและครอบครัว เกษตรกรมีการใช้สารเคมี อย่างถูกต้อง และกำจัดภาชนะสารเคมีอย่างถูกวิธี เกษตรกรมีการวางแผนการผลิตอย่างต่อเนื่องตามหลักการ จัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน ส่วนประเด็นอื่นๆเกษตรกรไม่มีศักยภาพในการปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการจัดการสวน

ยางพาราเพื่อให้เกิดความยั่งยืน เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับกฎหมาย กฎระเบียบ ข้อบังคับ ข้อตกลงระหว่างประเทศ และการดูแลรักษาทรัพยากรป่าไม้ที่มีคุณค่าควรแก่การอนุรักษ์สูงตามมาตรฐานสากล จึงทำให้การปฏิบัติงานของเกษตรกรไม่มีศักยภาพเป็นไปตามมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน ดังนั้นควรมีการจัดการเพื่อเพิ่มศักยภาพให้เกษตรกรโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น เจ้าหน้าที่จากกรยางแห่งประเทศไทย กรมส่งเสริมการเกษตร กรมที่ดิน เป็นต้น เข้าไปส่งเสริมและพัฒนาองค์ความรู้เรื่องการรับรองมาตรฐาน FSC จัดอบรมเกษตรกรเรื่องการจัดการสวนยางที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมเด็กรุ่นใหม่ให้มียุคความรู้ ความเข้าใจเรื่องการจัดการสวนยางพาราเพื่อให้เกิดความยั่งยืน สร้างจิตสำนึกในการดูแล รักษาทรัพยากรธรรมชาติและถอดบทเรียนองค์ความรู้จากกลุ่มคนต้นแบบที่ได้รับการรับรองมาตรฐานแล้ว เพื่อสร้างแรงจูงใจและเพิ่มศักยภาพของเกษตรกรให้สามารถจัดการสวนยางพาราเป็นไปตามมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน

แนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกร จังหวัดสงขลาเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรค พบว่า การพัฒนาการจัดการสวนยางพาราควรมีการพัฒนา 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการเรียนรู้ของเกษตรกร ด้านการพัฒนาการผลิต ด้านการส่งเสริมของเจ้าหน้าที่ และด้านการจัดการกลุ่ม โดยเกษตรกรควรจัดทำแผนและฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับ FSC/PEFC-FM/CO/ มอก.14061 และการปฏิบัติงานที่สอดคล้องกับมาตรฐานการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ธรรมชาติ สุขภาพอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน และการปฐมพยาบาลเบื้องต้น และวิธีการหรือขั้นตอนต่างๆตามหลักการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน (ศูนย์วิจัยยางหนองคาย สถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564) จากการศึกษาแนวทางในการพัฒนาจะเห็นได้ว่า ประเด็นที่หนึ่ง คือเรื่องเกษตรกรไม่มีความรู้ความเข้าใจ ไม่เห็นความสำคัญ และไม่มีบทตระหนักในการจัดการสวนยางพารา ประเด็นที่สอง คือไม่มีการส่งเสริมในเรื่องของแนวทางที่จะนำไปสู่ความยั่งยืน จึงต้องดำเนินการโดยให้ความรู้กับเกษตรกรเพื่อให้เกิดความตระหนัก ซึ่งจากผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกร จังหวัดสงขลา ด้านการเรียนรู้ของเกษตรกร ควรส่งเสริมการรับรู้เกี่ยวกับกฎหมาย กฎระเบียบข้อบังคับ และการปฏิบัติตามมาตรฐานอย่างเป็นธรรม มีการฝึกอบรมให้ความรู้ในการจัดการป่าไม้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมการจัดการสวนยางพาราต้นแบบให้เกษตรกรและผู้สนใจเข้ามาศึกษาเรียนรู้ เพื่อนำไปพัฒนาสวนยางพาราให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล ด้านการพัฒนาการผลิต ควรส่งเสริมเกษตรกรในการวางแผนการผลิตทั้งเรื่องงบประมาณในการลงทุน การปฏิบัติงาน และความปลอดภัยในการทำงาน และเพิ่มช่องทางตลาดให้กับเกษตรกรในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ยางพารา และการขายผลิตภัณฑ์จากยางพาราในราคาที่สูงขึ้น เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจในการได้ผลผลิตที่มาจากปารธรรมชาติมีการจัดการป่าอย่างถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด ด้านการส่งเสริมของเจ้าหน้าที่ เนื่องจากเจ้าหน้าที่ภาครัฐ และภาคเอกชนขาดการลงพื้นที่ในการสนับสนุนเกษตรกรในการจัดการสวนยางพาราเพื่อให้ผ่านมาตรฐาน FSC จึงควรส่งเสริมให้เจ้าหน้าที่ที่มีการลงพื้นที่วางแผนการดำเนินงานให้เป็นไปตามมาตรฐาน ติดตาม ประเมินผล ดูแลและพร้อมสนับสนุนเกษตรกรในการดำเนินการพัฒนาสวนยางพารา อีกทั้งหน่วยงานต้องมีนโยบายในการบริหารจัดการด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมเพื่อช่วยเกษตรกรวางแผนการจัดการสวนยางพาราเพื่อให้เกิดความยั่งยืน และด้านการจัดการกลุ่ม เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่อายุเยอะ และไม่กล้านำเอาองค์ความรู้ใหม่เข้ามาปฏิบัติ จึงควรส่งเสริมเด็กรุ่นใหม่ให้มียุคความรู้เรื่องการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน และต่อยอดเป็นผู้นำในการถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่นต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรศักดิ์ ตาดทอง (2566) พบว่าการส่งเสริมให้เกษตรกรรายย่อย ดำเนินการจัดการสวนยางพาราตามหลักการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนนั้น เกษตรกรและกลุ่มเกษตรกรต้องมีทัศนคติเชิงบวก ความรู้ความเข้าใจมาตรฐาน มีการจัดการด้านแผนงานที่ชัดเจน กลุ่มมีความเข้มแข็งเกษตรกรมีความพร้อม กลุ่มมีบุคลากรเพียงพอ และต้องมีส่วนร่วมในกลุ่ม/ชุมชน ในขณะที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องให้ความสำคัญ มีความรู้

ความเข้าใจมาตรฐาน มีการสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาให้กลุ่ม มีงบประมาณอุปกรณ์และเทคโนโลยีสนับสนุน และมีการส่งเสริมด้านตลาดยางพารา ส่วนเรื่องที่ดินของเกษตรกรที่ไม่มีหลักฐานที่ดิน ควรให้เจ้าหน้าที่จากกรมที่ดินและกรมป่าไม้เข้ามาตรวจสอบพื้นที่สวนยางพาราเพื่อดำเนินการตรวจสอบสิทธิ์และจัดทำเอกสารสิทธิ์ให้เกษตรกรมีหลักฐานที่ดินที่ถูกต้องตามกฎหมายต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. เกษตรกรต้องสร้างการรับรู้เกี่ยวกับกฎหมาย ข้อบังคับ และการปฏิบัติตามมาตรฐานอย่างเป็นธรรมชาติ เคารพสิทธิของคนในชุมชน มีการฝึกอบรมให้ความรู้ในการจัดการสวนยางพารา แผนการดำเนินงาน และการดำเนินกิจกรรมอย่างสอดคล้อง คำนึงถึงประโยชน์ที่ได้จากการพัฒนาสวนยางเพื่อให้เกิดความยั่งยืนทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ การผลิต และสิ่งแวดล้อม

2. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมเกษตร เข้าไปส่งเสริมเกษตรกรเกี่ยวกับมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน มีการลงพื้นที่วางแผนการดำเนินงานให้เป็นไปตามมาตรฐาน ติดตาม ประเมินผล ดูแลและพร้อมสนับสนุนเกษตรกรในการดำเนินการพัฒนาเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับเกษตรกรในการจำหน่ายสินค้าที่มีการจัดการที่ผ่านมาตรฐานและยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

3. ภาครัฐและภาคเอกชน ควรร่วมมือกันสนับสนุนเกษตรกรให้เข้าสู่มาตรฐาน มีการวางแผนการดำเนินงานรวมถึงการควบคุมกิจกรรมที่มีการส่งเสริมในเรื่องการปลูกป่าที่ให้ผลผลิตอย่างยาวนานและมีความยั่งยืน เพื่อเพิ่มช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ยางพารา และการขายผลิตภัณฑ์จากยางพาราในราคาที่สูงขึ้น เป็นหลักประกันให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการขยายพื้นที่การจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่อื่นๆ เพื่อเพิ่มโอกาสให้เกษตรกรรายอื่นในการมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

2. ควรศึกษาถึงปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน เพื่อทำการแก้ไขและพัฒนาต่อไป

3. ควรศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางตามมาตรฐานที่เหมาะสมในแต่ละภาคของประเทศไทย เพิ่มเพิ่มศักยภาพของเกษตรกรในทุกพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพและมีการปฏิบัติไปในแนวทางเดียวกัน

สรุปผล

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนของเกษตรกร จังหวัดสงขลา สามารถสรุปแนวทางการพัฒนาการจัดการได้ดังนี้

1. วิธีการจัดการสวนยางพาราของเกษตรกร จังหวัดสงขลา พบว่าเกษตรกรมีการจัดการสวนยางพาราแบบเดิม ไม่มีการนำองค์ความรู้ใหม่เข้ามาปฏิบัติ ทำให้การจัดการสวนยางพาราไม่เป็นไปตามมาตรฐานการจัดการสวนป่าที่จะนำไปสู่ความยั่งยืน

2. ศักยภาพของเกษตรกรที่ปลูกยางพารา พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ความเข้าใจอีกทั้งยังไม่เห็นถึงความสำคัญของการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน จึงทำให้เมื่อประเมินศักยภาพด้านความรู้และการปฏิบัติพบว่า ไม่มีศักยภาพเป็นไปตามมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนในหลายประเด็น

3. แนวทางการพัฒนาการจัดการสวนยางพารา พบว่าควรมีการพัฒนาด้านความรู้ของเกษตรกร การพัฒนาการผลิต การส่งเสริมของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง และการจัดการกลุ่ม เพื่อให้เกษตรกรสามารถจัดการสวนยางพาราให้ผ่านมาตรฐานและนำไปสู่ความยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สัจจา บรรจงศิริ และ รองศาสตราจารย์บำเพ็ญ เขียวหวาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะต่างๆตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้วิชาความรู้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือประสานงานให้สำเร็จด้วยดี

ขอขอบพระคุณหน่วยงานการยางแห่งประเทศไทย ที่อนุเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณกำลังใจจากเพื่อนๆ พี่ๆ นักศึกษาปริญญาโท และรุ่นพี่ปริญญาเอก สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาตลอด

ท้ายที่สุดเหลือสิ่งอื่นใด บิดา มารดา พี่ๆ น้องๆ สามิ และหัวหน้างาน ผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน จนกระทั่งประสบความสำเร็จได้ในทุกวันนี้ ขอขอบพระคุณที่ท่านให้การอบรมสั่งสอน และสนับสนุนในทุกกิจกรรมมาตลอด

เอกสารอ้างอิง

วัลลภ รัฐฉัตรานนท์ .2562. การหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย: มายาคติในการใช้สูตรของทาโรยามาเน่ และเครทซี-มอร์แกน. สหวิชาการวิจัย 8: 63–73.

ศูนย์วิจัยยางหนองคาย สถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2564. แผนการบริหารจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน. แหล่งข้อมูล: <http://www.raot.co.th/download/FSC>. ค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2565.

สุทธิพันธ์ จิตพิมลมาศ. 2562. นักวิจัยเตือน “ยางพาราไทย” เจอวิกฤตซ้ำหากจีนใช้มาตรฐาน FSC. แหล่งข้อมูล: <http://www.mgronline.com>. ค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2565.

สุรศักดิ์ ตาดทอง .2566. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาในการจัดการสวนยางที่จะนำไปสู่ความยั่งยืนตามมาตรฐานการจัดการสวนปายอย่างยั่งยืน. วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 40: 196-209.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตรปี 2563. แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th/view>. ค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2565.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซूपกระดูกโคชนิดผงด้วยการทำแห้งแบบโฟมเมท (Product Development of Bone Broth Powder by Foam-Mat Drying Technique)

วุฒิชัย ลัดเครือ^{1*} เอื้องพลอย ใจลังกา¹ จรัสศรี แก้วฝั้น¹ และสรณกิติ แก้วกันใจ¹
Vuttichai Ladkruea^{1*}, Auengploy Chailangka¹, Jarassri Kaewfun¹ and Sarankit Kaewkanjai¹

¹ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่
122 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

¹Chiang Mai Livestock Product Research and Development Center
122 Huay Kaew Road, Chang Phueak Subdistrict, Chiang Mai District, Chiang Mai Province 50300

*Corresponding author E-mail: chalee29@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้สารเติมแต่งสำหรับทำให้เกิดโฟมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซूपกระดูกโคชนิดผงด้วยการทำแห้งแบบโฟมเมท โดยเลือกใช้ชนิดสารเติมแต่ง 4 ชนิด ได้แก่ ไข่ขาวผง ไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์ เวย์โปรตีน และกัมอารบิก (ปริมาณ 24%) แผนการทดลองแบบ CRD และ RCBD (การทดสอบทางประสาทสัมผัส) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Tests ($P < 0.05$) ผลการทดลองพบว่า การใช้ไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์เป็นสารเติมแต่งในผลิตภัณฑ์ทำให้โฟมที่ได้การขยายตัวของโฟมและปริมาณผลผลิตที่ดีที่สุด แต่มีค่าการละลายน้อยที่สุด (ละลายยาก) ในขณะที่การใช้เวย์โปรตีนทำให้ความหนาแน่นของโฟมและความคงตัวของโฟมมากกว่า และมีค่าการละลายสูงรองลงมาจากการใช้ไข่ขาวผงเป็นสารเติมแต่ง ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเวย์โปรตีนมากที่สุด (ความชอบเล็กน้อย) รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์และกัมอารบิก ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซूपกระดูกโคชนิดผงด้วยการทำแห้งแบบโฟมเมทสามารถเลือกใช้เวย์โปรตีนและไข่ขาวผงมาใช้ในกระบวนการผลิตโฟมเมท โดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ เวย์โปรตีนร้อยละ 9 และไข่ขาวผงร้อยละ 3 ซึ่งเมื่อนำมาสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ คำนวณต้นทุนและราคาจำหน่าย พบว่า ต้นแบบผลิตภัณฑ์ซूपกระดูกโคชนิดผงด้วยการทำแห้งแบบโฟมเมท น้ำหนักรวม 50 กรัม จำหน่ายในราคา 70 บาท สร้างกำไรร้อยละ 100

คำสำคัญ : ซूपกระดูกโค, โฟมเมท, สารเติมแต่ง

Abstract

This study aimed to examine the use of foaming additives for product development of bone broth powder by foam-mat drying technique using four types of additives, i.e. egg white powder, pasteurized egg white, whey protein and Gum Arabic (24%). CRD and RCBD experimental designs (sensory test) were implemented for comparison of difference between means using Duncan's New Multiple Range Tests ($P < 0.05$). The findings revealed that the use of pasteurized egg white as an additive in the product resulted in the best foam expansion and yield but it had the least solubility value (difficult to dissolve), while the use of whey protein resulted in denser and more stable foam, and had high solubility value, followed by the use of egg white powder as an additive. Sensory evaluation results showed that most panelists gave the product added

with whey protein with most liking rating (like slightly), followed by the product added with pasteurized egg white and Gum Arabic. Therefore, whey protein and egg white powder were selected and used in foam-mat drying technique, and the appropriate ratio was 9% whey protein and 3% egg white powder. When creating a product prototype and calculating the cost and selling price. Found that the bone broth powder product using the Foam-Mat Drying technique total weight 50 grams was a price of 70 baht, generating a profit of 100 percent of the production cost.

Keywords: Beef bone broth, Foam mate, Additives

บทนำ

ข้อมูลของสำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า กระทรวงพาณิชย์ พบว่า ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงโคเนื้อ อีกทั้งรัฐบาลมีนโยบายผลักดันโคเนื้อไทย เป็นสินค้าอุตสาหกรรมระดับพรีเมียม ด้วยการแปรรูปพัฒนาคุณภาพ มาตรฐาน รูปแบบ และบรรจุภัณฑ์ของสินค้า โดยภูมิภาคที่มีการเลี้ยงโคเนื้อมากที่สุด คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 46.85 รองลงมาคือภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคใต้ ร้อยละ 20.32 17.67 และ 15.16 ตามลำดับ

ด้านการผลิต ในปี 2558 – 2562 การผลิตโคเนื้อของไทยเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 7.15 ต่อปี โดยในปี 2562 มีปริมาณการผลิตโคเนื้อ 1.198 ล้านตัว เพิ่มขึ้นจากปี 2561 ซึ่งมีปริมาณการผลิต 1.126 ล้านตัว อัตราร้อยละ 4.62 ด้านความต้องการบริโภค ปี 2558 - 2562 ความต้องการบริโภคโคเนื้อของไทยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในอัตราร้อยละ 0.08 ต่อปี และคาดว่าจะมีการบริโภคเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง เนื่องจากผู้บริโภคยังคงนิยมบริโภคเนื้อโคแบบชาบูหรือปิ้งย่าง ทำให้ความต้องการของตลาดภายในประเทศเพิ่มขึ้น

สำหรับปัญหาและอุปสรรคในอนาคตนั้น ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับความตกลงการค้าเสรีของไทยกับออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ซึ่งประเทศไทยจะต้องลดภาษีนำเข้าเป็นศูนย์และยกเลิกมาตรการปกป้องพิเศษ ในสินค้ากลุ่มเนื้อโค เครื่องใน และกลุ่มผลิตภัณฑ์นม เนย เนยแข็ง ในวันที่ 1 มกราคม 2564 คาดว่าไทยจะนำเข้าโคมีชีวิต เนื้อโคแช่แข็ง และเครื่องในโคแช่แข็งจากออสเตรเลียและนิวซีแลนด์มากขึ้น

เป็นผลจากการที่เนื้อโคนำเข้าราคาถูกลงกว่าเนื้อโคในประเทศไทย ดังนั้น เกษตรกรผู้ผลิตโคเนื้อของไทยจะต้องมีการพัฒนาคุณภาพเทียบเท่ากับเนื้อโคที่ผลิตได้จากออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ และเพื่อรองรับการเป็นศูนย์กลางโคเนื้อและผลิตเนื้อของอาเซียนร่วมกับ CLMV ทั้งนี้ภาครัฐจำเป็นต้องเร่งพัฒนาขีดความสามารถทางการแข่งขันในด้านต่างๆ ได้แก่ พัฒนาศักยภาพการผลิตและการตลาดตลาดโคเนื้อรองรับ ลดต้นทุนการผลิต พัฒนาคุณภาพสินค้าให้ตรงความต้องการของตลาด พัฒนาสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน

และมีความปลอดภัย รวมถึงส่งเสริมให้แปรรูปสินค้าเกษตรเพื่อให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ เป็นหน่วยงานให้ความรู้และศึกษาวิจัย เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าปศุสัตว์โดยการแปรรูป ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นและการศึกษาเพิ่มเติม พบว่า ในอุตสาหกรรมผลิตเนื้อโคขุนมีปริมาณผลพลอยได้จากกระบวนการ เช่น หนัง กระดูก ไขมัน ฯลฯ คิดเป็นร้อยละ 30 ของซากโค ในอัตราส่วนนี้ มีกระดูกโค คิดเป็นร้อยละ 15 ซึ่งในท้องตลาดทั่วไปมักนำไปทำเป็นปุ๋ย และซื้อขายกันในราคากิโลกรัมละ 2 บาท

ผู้ประกอบการโคขุนเครือข่ายกรมปศุสัตว์ ได้นำปัญหานี้เข้ารับคำปรึกษา ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่และเพื่อปฏิบัติตามนโยบายการพัฒนาคุณภาพการผลิตและการตลาด ตลาดโคเนื้อรองรับ ลดต้นทุนการผลิต พัฒนาคุณภาพสินค้าให้ตรงความต้องการของตลาด พัฒนาสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน และมีความปลอดภัย รวมถึงส่งเสริมให้แปรรูปสินค้าเกษตรเพื่อให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ศูนย์วิจัยและพัฒนา

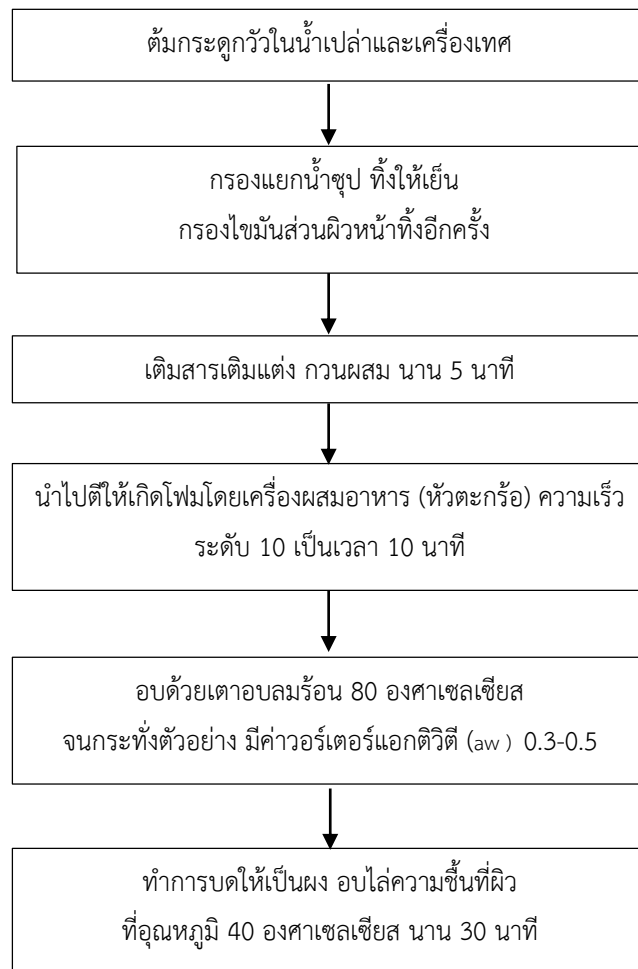
ผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่จึงได้รับโจทย์นี้จากผู้ประกอบการ มาวางแผนพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ซूपกระดูกโคชนิดผง (Bone broth powder) เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง จัดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ สามารถเก็บรักษาได้ง่าย ประกอบกับการเลือกใช้เทคโนโลยีการทำแห้งแบบโพรมเมท ซึ่งเป็นการทำแห้ง (dehydration) ที่ใช้กับอาหารเหลว โดยอาหารจะสัมผัสกับความร้อนในระยะเวลาสั้น ช่วยลดการสูญเสียคุณภาพอาหาร โดยเฉพาะกลิ่น รส ได้ดี

วัสดุและวิธีการ

การศึกษาชนิดสารเติมแต่งสำหรับการเกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ซूपกระดูกโคชนิดผง

ศึกษาชนิดสารเติมแต่ง 4 ชนิด สำหรับการเกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ซूपกระดูกโคชนิดผง ได้แก่ ไข่ขาวผง ไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์ เวย์โปรตีน และกัมอารบิก (ปริมาณ 24%) โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD และ RCBD (การทดสอบทางประสาทสัมผัส) วิเคราะห์คุณสมบัติของโฟม คุณสมบัติทางกายภาพของซूपกระดูกโคผง และประเมินทางประสาทสัมผัส จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Tests ($P < 0.05$)

วิธีการเตรียมน้ำซूपกระดูกโคตามวิธีการของ Anonymous (2001)



รูปที่ 1 วิธีการทำซूपผงกระดูกโคอบแห้ง

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติของโฟม

การขยายตัวของโฟม ชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการเกิดโฟมที่เกิดจากอากาศผสมในโครงสร้างของโฟม วิเคราะห์ตามวิธีของ Durian (1995) คำนวณการขยายตัวของโฟมจากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{การขยายตัวของโฟม} = 100 \times (V_1 - V_0) / V_0 \quad (1)$$

เมื่อ V_0 คือ ปริมาตร(ลบ.ซม.) เริ่มต้นของส่วนผสมก่อนเกิดโฟม

V_1 คือ ปริมาตร(ลบ.ซม.) ของส่วนผสมหลังเกิดโฟม

ความหนาแน่นของโฟม ตรวจสอบความหนาแน่นของโฟม ด้วยวิธีของ Bag et al. (2011) โดยเทโฟมลงในเหยือกวัดปริมาตร ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาวัดปริมาตรและชั่งน้ำหนักของโฟม คำนวณความหนาแน่นของโฟม จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ความหนาแน่นของโฟม} = 100 \times (\text{น้ำหนักของโฟม (กรัม)}) / (\text{ปริมาตรของโฟม (มิลลิลิตร)}) \quad (2)$$

ความคงตัวของโฟม ด้วยวิธีซึ่งดัดแปลงบางส่วนจากวิธีของ Marinova et al. (2009) โดยเทโฟมลงใน ปีกเกอร์ขนาด 200 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 ชั่วโมง ทำการวัดปริมาตรที่เปลี่ยนไปของโฟม ทุก ๆ 30 นาที คำนวณความคงตัวของโฟม จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ความคงตัวของโฟม} = 100 \times (V_{\text{foam}} / V_0) \quad (3)$$

เมื่อ V_0 คือ ปริมาตรของโฟมเริ่มต้น

V_{foam} คือ ปริมาตรของโฟมเมื่อตั้งทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของซูประดูคโคผง

วัดค่า aw โดยใช้เครื่องวัดค่า aw วัดปริมาณความชื้นโดยวิธีมาตรฐาน AOAC (2016)

วิเคราะห์ค่าการละลาย (solubility) ตามวิธีของ Cano-Chauca (2005)

วิเคราะห์ค่าการดูดความชื้น (hygroscopicity) ตามวิธีของ Jaya and Das (2004) และ Sabhadinde (2014) โดยควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของการทดสอบที่ร้อยละ 75 ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

วิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี(Chroma meter, CR-400) รายงานค่าความสว่าง (L^*) สีแดง (a^*) และ สีเหลือง(b^*) ของตัวอย่าง

วิธีประเมินทางประสาทสัมผัส

ซูประดูคโคผงที่ได้มาทำเป็นเครื่องดื่ม โดยผสมซูประดูคโคผงปริมาณ 10 กรัม ละลายในน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำเครื่องดื่มไปทดสอบความชอบด้วยวิธี 9 point hedonic scaling โดยที่ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 5 หมายถึง เฉยๆ และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด ซึ่งผู้ทดสอบประเมินและ ให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ การละลาย และการยอมรับโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 30 ราย

บล็อก : กลุ่มผู้ทดสอบ 3 กลุ่มๆละ 10 ราย ชาย 5 ราย หญิง 5 ราย แบ่งเป็น 3 ช่วงอายุ

กลุ่มที่ 1 อายุ 12 – 21 ปี

กลุ่มที่ 2 อายุ 22 – 60 ปี

กลุ่มที่ 3 อายุ 61 ปี ขึ้นไป

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารเติมแต่งสำหรับการเกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ซูประดูคโคชนิดผง

คัดเลือกชนิดสารเติมแต่งที่เหมาะสม จากนั้นนำมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตโฟมแมททิงแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ได้ 5 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังตารางที่ 1 แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA (Analysis of variance) จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

ด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's new multiple range test ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของโฟม ความหนาแน่นของโฟม ความคงตัวของโฟม คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของซูประดูงโคผง

ตารางที่ 1 แผนการทดลองศึกษาปริมาณสารเติมแต่งที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตโฟมเมท

TRT	ปริมาณ สารเติมแต่ง A	ปริมาณ สารเติมแต่ง B	มอลโตเด็คซ์ ทริน	HPMC	แคโรท	หอมหัวใหญ่	น้ำซูป
1	120	0	120	10	150	100	500
2	0	120	120	10	150	100	500
3	60	60	120	10	150	100	500
4	90	30	120	10	150	100	500
5	30	90	120	10	150	100	500

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาชนิดสารเติมแต่งสำหรับทำให้เกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ซูประดูงโคผงชนิดผง

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของโฟมและคุณสมบัติทางกายภาพของซูประดูงโคผง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA (Analysis of variance) จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's new multiple range test ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของโฟม

สารเติมแต่ง	ปริมาณ (%)	%Yield	การขยายตัวของโฟม (%)	ความหนาแน่นของ โฟม (%)	ความคงตัวของ โฟม (%)
EP	24	6.55±0.12 ^c	121.67±2.89 ^b	34.33±0.27 ^c	95.83±1.81 ^a
EW	24	26.04±0.10 ^a	275.83±5.20 ^a	24.90±0.07 ^d	88.54±1.81 ^b
WP	24	26.03±0.19 ^a	20.83±1.44 ^c	88.27±0.19 ^a	96.88±0.00 ^a
GA	24	21.50±0.26 ^b	15.83±1.44 ^d	72.13±0.12 ^b	92.71±1.81 ^{ab}

หมายเหตุ : EP = Egg Powder, EW = Egg White Pasteurizer, WP = Whey Protein และ GA = Gum Arabic

ตัวอักษร a, b, และ c ในแถวแนวดิ่ง แสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ทดสอบแต่ละกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ (p < 0.05)

จากตารางที่ 2 พบว่าการใช้ไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์เป็นสารเติมแต่งในการผลิตซูประดูงโคผงชนิดผง มีการขยายตัวของโฟมสูงสุด ในขณะที่การใช้เวย์โปรตีนทำให้โฟมมีความหนาแน่นและความคงตัวสูงกว่าสารเติมแต่งอื่นๆ และปริมาณผลิตภัณฑ์ผงซูปหลังจากการอบแห้งด้วยวิธีโฟมเมท จากการเติมไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์และเวย์โปรตีน ทำให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์ผงซูปสูงที่สุด

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของซูประดูงโคผง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA (Analysis of variance) จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's new multiple range test ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของซูประดูงโคผง

สารเติมแต่ง	a _w	ค่าการละลาย	ค่าการดูด ความชื้น (%)	ค่าสี		
				L*	a*	b*
EP	0.20±0.01 ^c	126.67±5.77 ^d	6.29±0.18 ^c	84.26±0.67 ^{ab}	3.57±0.17 ^a	19.93±0.41 ^b
EW	0.25±0.00 ^b	1005±18.03 ^a	9.50±0.32 ^b	73.44±0.13 ^a	7.93±0.04 ^d	22.27±0.20 ^c
WP	0.44±0.00 ^a	770±17.32 ^b	11.11±0.69 ^a	81.05±0.14 ^a	5.45±0.08 ^b	27.73±0.33 ^a
GA	0.16±0.00 ^d	570±30.00 ^c	5.38±0.08 ^c	81.05±0.43 ^a	4.27±0.17 ^c	14.86±0.43 ^d

หมายเหตุ : EP = Egg Powder, EW = Egg White Pasteurizer, WP = Whey Protein และ GA = Gum Arabic

ตัวอักษร a, b, และ c ในแถวแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ทดสอบแต่ละกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.05)
ส่วนตัวอักษร ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ทดสอบกลุ่มนั้น

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของซูประดูงโคผง พบว่า ผงซูปที่มีการใช้ไข่ขาวผงเป็นสารเติมแต่ง มีค่าการละลายสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ เวย์โปรตีน และกัมอราบิก ส่วนผงซูปที่ใช้ไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์มีค่าการละลายน้อยที่สุด (ละลายยาก) ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐาน มีค่าการดูดความชื้นค่อนข้างต่ำ สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความสว่างต่ำ (L)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของซูประดูงโค

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) จำนวนผู้ทดสอบ 30 ราย ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's new multiple range test ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบของกลุ่มผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ซูปผง ทั้ง 4 สูตร

กลุ่มผู้ทดสอบ	ผลิตภัณฑ์ ซูปผง	คุณลักษณะ					
		ความชอบ โดยรวม	สี	กลิ่น โดยรวม	กลิ่นรส โดยรวม	รสชาติ โดยรวม	ความรู้สึก หลังกลืน
กลุ่มวัยรุ่น	EP	5.0 ±1.5 ^b	6.2 ±1.8 ^{ns}	4.5 ±1.4 ^b	4.7 ±1.3 ^b	4.8 ±1.8 ^b	5.0 ±1.4 ^{ab}
	EW	5.1 ±1.5 ^b	5.9 ±1.8 ^{ns}	4.9 ±1.4 ^{bc}	5.1 ±1.4 ^b	4.6 ±1.6 ^b	4.6 ±1.7 ^b
	WP	5.9 ±1.5 ^a	5.9 ±1.9 ^{ns}	6.1 ±1.5 ^a	5.8 ±1.4 ^a	5.8 ±1.7 ^a	5.9 ±1.9 ^a
	GA	5.0 ±1.3 ^b	6.4 ±1.8 ^{ns}	5.6 ±1.2 ^{ab}	5.2 ±1.4 ^{ab}	4.7 ±1.7 ^b	4.8 ±1.8 ^b
กลุ่มวัยทำงาน	EP	3.9 ±1.8 ^b	6.0 ±1.5 ^a	4.4 ±1.7 ^{ns}	3.6 ±1.8 ^b	3.7 ±1.9 ^b	4.1 ±1.9 ^{ns}
	EW	4.5 ±1.9 ^{ab}	4.9 ±1.9 ^b	4.8 ±2.1 ^{ns}	4.8 ±1.8 ^a	5.1 ±1.9 ^{ab}	4.8 ±2.0 ^{ns}
	WP	5.1 ±2.2 ^a	5.7 ±1.6 ^{ab}	5.2 ±2.1 ^{ns}	4.7 ±2.2 ^a	4.7 ±2.1 ^{ab}	4.9 ±2.0 ^{ns}
	GA	4.5 ±1.7 ^{ab}	5.6 ±1.9 ^{ab}	5.2 ±1.9 ^{ns}	4.6 ±2.1 ^{ab}	4.2 ±2.0 ^{ab}	4.5 ±1.9 ^{ns}
กลุ่มผู้สูงอายุ	EP	4.3 ±1.5 ^b	5.9 ±1.1 ^{ab}	4.9 ±1.2 ^b	4.2 ±1.3 ^c	4.2 ±1.1 ^b	4.9 ±1.2 ^b
	EW	5.2 ±1.7 ^a	5.4 ±1.4 ^b	4.9 ±1.3 ^b	4.7 ±1.5 ^{bc}	4.9 ±1.2 ^a	5.2 ±1.2 ^{ab}
	WP	5.8 ±1.1 ^a	6.3 ±0.9 ^a	5.7 ±1.1 ^a	5.7 ±1.2 ^a	5.2 ±1.4 ^a	5.7 ±1.4 ^a
	GA	5.1 ±1.5 ^{ab}	5.7 ±1.4 ^b	5.5 ±1.4 ^{ab}	5.3 ±1.7 ^{ab}	4.9 ±1.4 ^a	5.5 ±1.5 ^{ab}

หมายเหตุ : EP = Egg Powder, EW = Egg White Pasteurizer, WP = Whey Protein และ GA = Gum Arabic

ตัวอักษร a, b, และ c ในแถวแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ทดสอบแต่ละกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.05)
ส่วนตัวอักษร ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ทดสอบกลุ่มนั้น

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบโดยรวมของกลุ่มผู้ทดสอบทั้งหมด

ผลิตภัณฑ์ซุฟอง	EP	EW	WP	GA
ความชอบโดยรวม	4.4 ± 1.7 ^c	4.9 ± 1.8 ^b	5.6 ± 1.7 ^a	4.9 ± 1.5 ^{bc}

หมายเหตุ : EP = Egg Powder, EW = Egg White Pasteurizer, WP = Whey Protein และ GA = Gum Arabic

ตัวอักษร a, b, และ c ในแถวแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้ทดสอบชิมกลุ่มวัยรุ่นให้คะแนนความชอบโดยรวมกับผลิตภัณฑ์ซุฟองที่มีการเติมเวย์โปรตีนเป็นสารเติมแต่งมากที่สุด ในขณะที่ผู้ทดสอบชิมกลุ่มวัยทำงานและผู้สูงอายุให้คะแนนความชอบโดยรวมกับผลิตภัณฑ์ซุฟองที่มีการเติมเวย์โปรตีน ไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์ และกัมอะราบิก เป็นสารเติมแต่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบชิมโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด ให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ซุฟองที่มีการเติมเวย์โปรตีนมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบเท่ากับ 6 คะแนน (ชอบเล็กน้อย) รองลงมาคือ ไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์ กัมอะราบิก และไข่ขาวผงตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ผู้ทดสอบชิมกลุ่มวัยรุ่น ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ด้านสีไม่แตกต่างกัน โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6 คะแนน) และให้คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นและกลิ่นรสโดยรวม รสชาติโดยรวม และความรู้สึกล้นลิ้นกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเวย์โปรตีนมากที่สุด ในระดับความชอบเล็กน้อย (6 คะแนน) (ตารางที่ 5)

ผู้ทดสอบชิมกลุ่มวัยทำงาน ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ด้านกลิ่นโดยรวมและความรู้สึกล้นลิ้นไม่แตกต่างกัน โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับเฉย ๆ (5 คะแนน) ด้านสี มีคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมไข่ขาวผงมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเวย์โปรตีนและกัมอะราบิก ในขณะที่ความชอบด้านกลิ่นรสและรสชาติโดยรวม ให้คะแนนความชอบกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์ ไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเวย์โปรตีนและกัมอะราบิก (คะแนนความชอบระดับเฉย ๆ = 5 คะแนน) แต่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมไข่ขาวผง (คะแนนความชอบระดับไม่ชอบเล็กน้อย = 4 คะแนน)

ผู้ทดสอบชิมกลุ่มสูงวัย ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ทุกด้านกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเวย์โปรตีนมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย (5–6 คะแนน) รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมกัมอะราบิก มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับเฉย ๆ (5 คะแนน)

ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารเติมแต่งสำหรับการเกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ซุฟองโคชชนิดผง

ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของปริมาณสารเติมแต่ง

จากผลการศึกษาชนิดสารเติมแต่งสำหรับทำให้เกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ซุฟองโคชชนิดผง ทำการคัดเลือกชนิดสารเติมแต่งที่เหมาะสม ได้แก่ ไข่ขาวผงและเวย์โปรตีน จากนั้นศึกษาปริมาณของสารเติมแต่งที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตโฟมเมท ได้ผลดังตารางที่ 6 7 และ 8

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของโพลีที่ได้จากการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารเติมแต่ง

TRT	ปริมาณ เวย์ โปรตีน (%)	ปริมาณ ไข่ขาวผง (%)	%Yield	การขยายตัวของ โพลี (%)	ความหนาแน่นของ โพลี (%)	ความคงตัวของ โพลี (%)
1	12	0	24.42±0.2 0	11.48±0.10	93.39±0.31	90.63±0.00
2	0	12	25.26±0.3 9	217.11±1.32	30.77±0.20	96.88±0.00
3	6	6	24.95±0.1 0	147.33±1.76	40.98±0.10	93.75±0.00
4	9	3	24.64±0.1 0	49.52±1.65	68.41±0.90	93.75±0.00
5	3	9	24.94±0.1 1	199.13±0.75	32.72±0.09	96.88±0.00

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b, และ c ในแถวแนวนิ่งแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 6 พบว่า ทั้ง 4 การทดลองให้ร้อยละผลผลิตและความคงตัวของโพลีไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การเลือกใช้ไข่ขาวผง ร้อยละ 12 เป็นสารเติมแต่งเพียงชนิดเดียว ทำให้โพลีที่เกิดขึ้นมีร้อยละการขยายตัวของโพลีสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใช้เวย์โปรตีนควบคู่กับไข่ขาวผงที่ร้อยละ 9 และ 3 ส่วนการเลือกใช้เวย์โปรตีน ร้อยละ 12 เป็นสารเติมแต่งเพียงชนิดเดียวทำให้โพลีมีความหนาแน่นที่สุด รองลงมาคือการใช้เวย์โปรตีน ร้อยละ 9 ร่วมกับไข่ขาวผง ร้อยละ 3 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของซูปักระดูงโคผง

TRT	ปริมาณ เวย์โปรตีน (%)	ปริมาณ ไข่ขาวผง (%)	a_w	ค่าการละลาย	ค่าการดูดความชื้น (%)	ค่าการคืนรูป
1	12	0	0.48±0.00	134.33±11.59	8.34±1.15	314.33±9.45
2	0	12	0.18±0.03	90.00±2.00	15.10±0.40	175.00±5.57
3	6	6	0.22±0.06	110.33±3.06	14.79±0.49	240.67±3.06
4	9	3	0.25±0.00	119.00±1.73	14.31±0.37	271.00±3.61
5	3	9	0.16±0.00	99.33±3.21	14.59±0.52	198.33±6.66

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของซูปักระดูงโคผง พบว่า การใช้เวย์โปรตีน ร้อยละ 12 เป็นสารเติมแต่งเพียงชนิดเดียว ทำให้ซูปักระดูงโคผงมีค่าการละลาย และค่าการคืนรูปสูงที่สุด รองลงมาคือ รองลงมาคือการใช้เวย์โปรตีน ร้อยละ 9 ร่วมกับไข่ขาวผง ร้อยละ 3 นอกจากนี้การใช้เวย์โปรตีน ร้อยละ 12 ยังทำให้ค่าการดูดความชื้นของซูปักระดูงโคผงต่ำสุด ส่วนการทดลองอื่นไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของซูประดูงโคผง

TRT	ปริมาณ เวย์โปรตีน (%)	ปริมาณ ไข่ขาวผง (%)	ค่าสี		
			L*	a*	b*
1	12	0	71.93±0.50	13.18±0.50	35.61±0.66
2	0	12	76.51±0.20	11.26±0.07	29.17±0.42
3	6	6	75.46±0.01	12.48±0.21	30.62±0.48
4	9	3	72.80±0.33	14.64±0.36	30.98±0.16
5	3	9	76.16±0.18	12.39±0.06	29.91±0.36

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของซูประดูงโคผง พบว่า ทั้ง 5 การทดลอง มีค่าสี L* a* และ b* ไม่แตกต่างกัน โดยสีผลิตภัณฑ์ซูประดูงโคผงที่ได้ มีสีค่อนข้างเหลืองครีม

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ซูประดูงโคผงที่ได้จากการทดลอง ทดสอบชิมเพื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส กับผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการประเมินคะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scales และ Just about right scale (JAR) ได้ผลดังตารางที่ 9

จากตารางที่ 12 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซูประดูงโคผง ทั้ง 5 สูตรการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 5-6 คะแนน (เฉยๆ – ชอบเล็กน้อย) ส่วนผลการประเมินความพอดีของผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบชิมให้สูตรการทดลองที่ 4 มีความพอดีด้านกลิ่น กลิ่นรส และรสชาติ มากที่สุด (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 9 จำนวนผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ซูประดูงโคผงแต่ละกลุ่ม

กลุ่มผู้ทดสอบ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
กลุ่มวัยรุ่น (ช่วงอายุ 12-21 ปี)	10	20
กลุ่มวัยทำงาน (ช่วงอายุ 22-60 ปี)	30	60
กลุ่มผู้สูงอายุ (อายุมากกว่า 60 ปี)	10	20

ตารางที่ 10 อาชีพของกลุ่มผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ซูประดูงโคผง

อาชีพ	ร้อยละ
อาชีพอิสระ/ฟรีแลนซ์/รับจ้าง	40
นักเรียน/นักศึกษา	22
เจ้าของธุรกิจส่วนตัว	16
พนักงานบริษัทเอกชน	6
ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ/สถาบันการศึกษา	4
ว่างงาน	2
เกษียณ	10

ตารางที่ 11 เขตที่อยู่อาศัยของกลุ่มผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ซูปกระดูงโคผง

อาชีพ	ร้อยละ
จังหวัดเชียงใหม่ในเขตอำเภอเมือง	88
จังหวัดเชียงใหม่ในเขตนอกอำเภอเมือง	12

ตารางที่ 12 ผลการประเมินคะแนนความชอบของกลุ่มผู้ทดสอบชิมที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ซูปกระดูงโคผงทั้ง 5 การทดลอง

ผลิตภัณฑ์	คุณลักษณะ					
	ความชอบโดยรวม ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่นโดยรวม ^{ns}	กลิ่นรสโดยรวม ^{ns}	รสชาติโดยรวม ^{ns}	ความรู้สึกหลังกลิ่น ^{ns}
TRT 1	4.9 ±1.3	5.9 ±1.1	5.3 ±1.3	4.9 ±1.3	4.4 ±1.3	4.8 ±1.1
TRT 2	4.7 ±1.7	5.4 ±1.3	4.7 ±1.7	4.7 ±1.7	4.5 ±1.6	4.7 ±1.5
TRT 3	5.0 ±1.4	5.5 ±1.3	4.8 ±1.5	5.0 ±1.5	4.9 ±1.6	5.0 ±1.3
TRT 4	5.0 ±1.6	5.5 ±1.6	5.2 ±1.5	5.1 ±1.7	5.0 ±1.4	5.0 ±1.4
TRT 5	5.2 ±1.6	5.7 ±1.5	5.0 ±1.5	5.0 ±1.4	5.0 ±1.6	5.0 ±1.4

หมายเหตุ : ตัวอักษร ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความชอบของกลุ่มผู้ทดสอบในแต่ละสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

ตารางที่ 13 ความพอดี just about right scale (JAR) ของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	คุณลักษณะ	อ่อนเกินไป	อ่อนเล็กน้อย	พอดี	เข้มเล็กน้อย	เข้มเกินไป
TRT 1	กลิ่น	22.00	50.00	22.00	6.00	-
	กลิ่นรส	36.00	40.00	18.00	6.00	-
	รสชาติ	44.00	32.00	18.00	6.00	-
TRT 2	กลิ่น	14.00	34.00	34.00	14.00	4.00
	กลิ่นรส	14.00	32.00	34.00	12.00	8.00
	รสชาติ	24.00	40.00	26.00	2.00	8.00
TRT 3	กลิ่น	12.00	44.00	34.00	8.00	2.00
	กลิ่นรส	18.00	44.00	32.00	6.00	-
	รสชาติ	24.00	36.00	38.00	2.00	-
TRT 4	กลิ่น	16.00	32.00	38.00	12.00	2.00
	กลิ่นรส	20.00	28.00	42.00	10.00	-
	รสชาติ	26.00	26.00	44.00	2.00	2.00
TRT 5	กลิ่น	20.00	26.00	36.00	16.00	2.00
	กลิ่นรส	20.00	30.00	36.00	14.00	-
	รสชาติ	24.00	34.00	28.00	14.00	-

จากตารางที่ 14 พบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์ซูปกระดูงโคชนิดผง สูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วน คือ เวย์โปรตีนร้อยละ 9 และไข่ขาวผงร้อยละ 3 มาสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ พบว่า ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ซูปกระดูงโคชนิดผงซึ่งผลิตได้ 260 กรัม มีต้นทุนรวมค่าดำเนินการร้อยละ 10 เท่ากับ 159.25 บาท เมื่อนำมาคำนวณราคาจำหน่ายโดยต้องการกำไรร้อยละ 100 พบว่า ราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์ซูปกระดูงโคชนิดผงที่ 260 กรัม เท่ากับ 318.49 บาท ต้นแบบผลิตภัณฑ์ซูปกระดูงโคชนิดผง บรรจุในซองๆละ 10 กรัม บรรจุกล่องจำนวน 50 ซอง สามารถจำหน่ายในราคา กล่องละ 70 บาท ซึ่งมีกำไรร้อยละ 100 ของต้นทุนวัตถุดิบ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

ตารางที่ 14 ต้นทุนการผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ชุบกระดูกโคชนิดผง

วัตถุดิบ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	วิธีคำนวณ
1.น้ำชุบ	0.5	กก.	94.28	47.14	
2.แครอทต้มสุกปั่นละเอียด	0.15	กก.	30.00	4.50	
3.หอมหัวใหญ่ต้มสุกปั่นละเอียด	0.1	กก.	55.00	5.50	
4.มอลโทเดกซ์ทริน	0.12	กก.	60.00	7.20	
5.เวย์โปรตีน	0.09	กก.	112.00	10.08	
6.ไข่ขาวผง	0.03	กก.	845.00	25.35	
7.ซอง	50	ซอง	0.50	25.00	
8.กล่อง	5	กล่อง	4.00	20.00	
ต้นทุนวัตถุดิบ				144.77	(1)
ค่าดำเนินการ (10% ของต้นทุนวัตถุดิบ)				14.48	(2)=(1)*10/100
ต้นทุนการผลิต (ผลิตได้ 260 กรัม)				159.25	(3)=(1)+(2)
กำไร (100% ของต้นทุนการผลิต)				159.25	(4)=(3)*100/100
ต้นทุนการผลิต+กำไร (ผลิตได้ 260 กรัม)				318.49	(5)=(3)+(4)
ต้นทุน+กำไร ต่อการผลิตสินค้าต่อหน่วย 50 กรัม				61.25	(6)=(5)*50/260
Vat 7%				4.29	(7)=(6)*7/100
ต้นทุน+กำไร การผลิตสินค้าต่อหน่วยรวม Vat 7%				65.54	(8)=(6)+(7)
ราคาจำหน่าย (ราคาใหม่)				70.00	(9)



ภาพที่ 2 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ซูปกระดูกโคชนิดผง

วิจารณ์ผล

จากการทดลองศึกษาชนิดสารเติมแต่งสำหรับทำให้เกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ซูปกระดูกโคชนิดผง ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ไข่ผง ไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์ เวย์โปรตีน และกัมอะราบิก พบว่า การเลือกใช้สารเติมแต่งเพียงชนิดเดียวทำให้คุณสมบัติของโฟมที่เกิดขึ้น และคุณภาพของผงซูปแตกต่างกัน ตามคุณสมบัติเฉพาะของสารเติมแต่งนั้น ๆ ในขณะที่การทดลองเลือกใช้สารเติมแต่ง 2 ชนิดควบคู่กัน คุณสมบัติของโฟมที่เกิดขึ้น และคุณภาพของผงซูปใกล้เคียงกันในแต่ละการทดลอง และช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของโฟมที่เกิดขึ้นและคุณภาพของผลซูปได้ดีกว่า การเลือกใช้สารเติมแต่งเพียงชนิดเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ รจนาและคณะ (2552) ที่มีการเลือกใช้ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อช่วยปรับปรุงความคงตัวของโฟมไข่ขาวที่เกิดขึ้นในการทำเค้ก และงานวิจัยของศิริลักษณ์และสุประภาดา (2563) เลือกใช้สารก่อโฟม 2 ชนิด คือ CMC และไข่ขาวผงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซูปมันม่วงกึ่งสำเร็จรูปด้วยวิธีทำแห้งแบบโฟมเมทเพื่อผู้สูงอายุ

สรุปผล

จากผลการทดลองการศึกษาชนิดสารเติมแต่งสำหรับการเกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ซูปกระดูกโคชนิดผงพบว่า การใช้ไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์เป็นสารเติมแต่งในผลิตภัณฑ์ทำให้โฟมที่ได้การขยายตัวของโฟมและปริมาณผลผลิตดีที่สุดในขณะที่การใช้เวย์โปรตีนทำให้ความหนาแน่นของโฟมและความคงตัวของโฟมมากกว่า สอดคล้องกับผลการทดสอบชิมที่ผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเวย์โปรตีนมากที่สุด (ความชอบเล็กน้อย) รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์และกัมอะราบิก ส่วนคุณสมบัติทางกายภาพของซูปกระดูกโคผง พบว่า ผงซูปที่มีการใช้ไข่ขาวผงเป็นสารเติมแต่ง มีค่าการละลายสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ เวย์

โปรตีน และกัมมอราบิก ส่วนผงชูที่ใช้ไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์มีค่าการละลายน้อยที่สุด (ละลายยาก) จึงทำการคัดเลือกชนิดสารเติมแต่งที่เหมาะสม ได้แก่ ไข่ขาวผงและเวย์โปรตีน มาใช้ในการผลิตซูปกระดูงโคชนิดผง ศึกษาปริมาณของสารเติมแต่งที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตโฟมเมท ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม คือ เวย์โปรตีนร้อยละ 9 และไข่ขาวผงร้อยละ 3 เมื่อนำมาสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ คำนวณต้นทุนและราคาจำหน่าย พบว่า ต้นแบบผลิตภัณฑ์ซูปกระดูงโคชนิดผงด้วยการทำแห้งแบบโฟมเมท น้ำหนักรวม 50 กรัม จำหน่ายในราคา 70 บาท สามารถสร้างกำไรร้อยละ 100 ของต้นทุนการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เอกสารอ้างอิง

- ดรุณี มูลโรจน์. 2550. รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตกล้วยน้ำว้าผงโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมเมท. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- รจนา จันทรโชติ ญฎาลัย เอกพัชรพันธ์ ทิพวรรณ ชูกะสิ และวันเพ็ญ แสงทองพินิจ. 2552. รายงานวิจัย เรื่อง ผลของไฮโดรคอลลอยดต่อการปรับปรุงความคงตัวของโฟมไข่ขาว. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ศิริลักษณ์ งามสมภาค และสุประภาดา ชื่นมานภดล. 2563. รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซูปมันม่วงกิ่งสำเร็จรูปด้วยวิธีทำแห้งแบบโฟมเมทเพื่อผู้สูงอายุ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Anonymous. 2001. Processing & product innovation meat and livestock australia. Preparation of Bone Stock.
- AOAC. 2016. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Bag Subrata Kumar, Prem Prakash Srivastav, and Mishra Hari. 2011. Optimization of process parameters for foaming of bale (Aegle marmelos L.) fruit pulp. Food and Bioprocess Technology4(8).
- Cano-Chauca Milton, Stringheta, Paulo Cesar, Ramos Afonso Mota and Cal-Vidal Jose. 2005. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. Innovative Food Science and Emerging Technologies 6(4).
- Durian Douglas. 1995. Foam mechanics at the bubble scale. Physical Review Letters 75(26).
- Jaya, S., and Das, H. 2004. Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties. Journal Food Engineering 63(2).
- Marinova Krastanka G., Basheva, Elka S., Nenova Borina, Temelska, Mila, and Mirarefi, Amir Y. 2009. Physico-chemical factors controlling the foamability and foam stability of milk proteins: sodium caseinate and whey protein concentrates. Food hydrocolloid 23(7).
- Sabhadinde, V. N. 2014. The physicochemical and storage properties of spray-dried orange juice powder. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences 4(4).

การพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาสำหรับอินทรีย์วัตถุและ pH ของดิน : ทางเลือก ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปุ๋ยเคมี

Development of portable soil analysis kits for organic matter and soil
pH: an alternative to reducing greenhouse gas emissions from chemical
fertilizers.

ศุภิดา อ่ำทอง^{1*} ชวโรจน์ ใจสิน² และชาคริต โชติอมรศักดิ์³

Supathida Aumthong^{1*}, Chawaroj Jaisin² and Chakrit Chotiamornsak³

¹ สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เลขที่ 63 หมู่ 4 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

² วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

³ ศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม (RCCES) คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถนนห้วยแก้ว
ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

¹ Field of study: Soil Science Faculty of Agricultural Production Maejo University, No. 63, Village No. 4, Nong Han
Subdistrict, San Sai District, Chiang Mai Province 50290

² College of Renewable Energy Maejo University 63 Moo 4, Nong Han Subdistrict, San Sai District,
Chiang Mai Province 50290

³ Regional Center for Climate and Environmental Studies (RCCES), Faculty of Social Sciences Chiang Mai University 239
Huay Kaew Road Suthep Subdistrict, Mueang District, Chiang Mai Province 50200

*Corresponding author E-mail: aumtongsupathida@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาอุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินแบบพกพาเชิงแสงเพื่อประเมินอินทรีย์วัตถุในดิน และ pH ของดิน ผลการวิจัยได้พัฒนาชุดวิเคราะห์ดิน ได้จัดทำสมการทางคณิตศาสตร์อินทรีย์วัตถุในดิน และ pH ของดิน จากคัดเลือกย่านการดูดกลืนเพื่อการสร้างสมการและเลือกใช้เทคนิคแบบ Step wise เพื่อคัดกรองตัวแปรที่สามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด และจะได้ค่าความผันแปร (R²) อยู่ในระดับที่ดีและโมเดลที่มีค่าความผันแปรที่ดีที่สุด จะได้ย่านการดูดกลืนของแสง ซึ่งจะได้สมการปรับเทียบของคณิตศาสตร์ อินทรีย์วัตถุ และ pH โดยค่าความถูกต้องของค่าความเข้มข้น SOM เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงที่อ่านค่าได้จากวิธีการมาตรฐาน จะเห็นได้ว่าค่าความเข้มข้นสามารถเกาะระดับหรืออยู่ในแนวเดียวกันกับค่าอ้างอิงตลอดทั้งช่วงของข้อมูล โดยมีความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error; MAE) ไม่เกิน 0.02 % ของความเข้มข้น และค่าความถูกต้องของค่าความเข้มข้น pH เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดจากวิธีการมาตรฐาน โดยมีความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยกว่า 0.31

คำสำคัญ: ชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพา, เชิงแสง, ดิน, อินทรีย์วัตถุ, pH

Abstract

The objective of this research was to develop a portable optical soil nutrient analysis device to assess soil organic matter and soil pH. The research results developed a soil analysis kit. Mathematical equations were prepared. Organic matter in the soil and soil pH from selecting absorption bands for equation creation and using step wise techniques to screen variables that can create the best relationship. and will get the variation value (R²) at a good level and the model with the best variation value the absorption area of light will be obtained. This will provide

a calibration equation for mathematics, organic matter, and pH by comparing the accuracy of the SOM concentration value with the reference reading from the standard method. It can be seen that the concentration values can be consistent with the reference values throughout the data range with a mean absolute error (Mean Absolute Error; MAE) not exceeding 0.02 % of the concentration. and the accuracy of the pH concentration value when compared to the value measured by standard methods. with an average absolute error of less than 0.31

Keywords: Portable soil analysis kit, optical, soil, organic matter, pH

บทนำ

การประเมินเบื้องต้นนี้แสดงให้เห็นว่าชุดทดสอบภาคสนามเป็นเครื่องมือคัดกรองที่มีประสิทธิภาพสำหรับการประเมินคุณภาพดินในระดับจุด โดยให้ข้อมูลที่แม่นยำและแม่นยำในช่วงของสภาพดินต่างๆ (Leibig, 1996) การทดสอบสุขภาพดินที่มีราคาไม่แพงได้รับการพัฒนาขึ้นสำหรับการประเมินเชิงบูรณาการด้านกายภาพ ชีวภาพ และเคมีของดิน ซึ่งช่วยให้การจัดการดินดีขึ้น สมบัติของดินต่างๆ มีความแตกต่างกันและจะถูกเลือกโดยพิจารณาจากความไวต่อการจัดการดิน และมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของดินได้ดีด้วย นอกจากนี้ควรมีความสะดวกในการใช้งานและมีราคาไม่แพง หรือไม่มีต้นทุนการวิเคราะห์ ในการประเมินสุขภาพดินที่มีต้นทุนต่ำจากการวิเคราะห์เบื้องต้น ระเบียบวิธีวิจัยแสดงให้เห็นผลสำหรับตัวอย่างที่คุณภาพดินบางส่วนแต่ไม่ใช่ทั้งหมด โดยสรุปแล้ว การทดสอบสุขภาพดินที่มีราคาไม่แพงได้รับการพัฒนาขึ้นสำหรับการประเมินเชิงบูรณาการด้านกายภาพ ชีวภาพ และเคมีของดิน ซึ่งช่วยให้การจัดการดินดีขึ้น (Idowu et al., 2008) การดูแลรักษาระดับความอุดมสมบัติของดิน เป็นการรักษาระดับผลผลิตที่เกษตรกรจะได้รับ และคุณภาพสิ่งแวดล้อม เราต้องคำนึงถึงผลกระทบที่เทคนิคการจัดการของเรามีต่อคุณภาพดิน ชุดทดสอบคุณภาพดินเป็นเครื่องมือในฟาร์มที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักอนุรักษ์และเกษตรกรติดตามการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดิน ประโยชน์ของชุดเครื่องมือนี้ได้รับการพิสูจน์โดยการเปรียบเทียบคุณภาพดิน (Seybold et al., 2002) นอกจากนี้ เรายังนำเสนอข้อค้นพบจากการฝึกอบรมชุดทดสอบคุณภาพดิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดทดสอบนี้เป็นพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับการสอนแนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพดินในภาคสนาม พัฒนาและเผยแพร่เทคนิคการประเมินคุณภาพดิน ได้สร้างเครื่องมือสำหรับใช้โดยเกษตรกรและพนักงานภาคสนามที่ผ่านการได้รับการอบรมและถ่ายทอด นอกจากนี้ ยังมีคู่มือการใช้งาน ออกแบบบัตรคุณภาพดิน เป็นแก๊ซขึ้นตอนสำหรับจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อช่วยเกษตรกรในการพัฒนาบัตรประเมินคุณภาพดินที่ปรับให้เหมาะกับภูมิภาค ประการที่สอง คู่มือชุดทดสอบคุณภาพดินประกอบด้วยคำแนะนำและการตีความสำหรับการทดสอบภาคสนาม (Ditzler and Tugel, 2002) งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ชุดวิเคราะห์ดินโดยผ่านการสุ่มตัวอย่างดินที่ออกแบบทางวิทยาศาสตร์และผ่านการทดสอบอย่างเข้มงวดจะช่วยลดความแปรปรวนของดินที่วัดค่า Olsen P, pH และระดับธาตุอาหารในดินอื่นๆ ในพื้นที่ภูเขาเมื่อเวลาผ่านไป ทำให้ได้รับคำแนะนำที่ถูกต้องมากขึ้นเกี่ยวกับความต้องการธาตุอาหารในปุ๋ย (Morton, et al., 2000) เราเสนอกลยุทธ์การแก้ไขที่ให้การแก้ไขที่เหมาะสมสำหรับดินที่มีระดับ C ของเปอร์แมนแกนตที่ออกซิไดซ์ได้ภายในช่วง 3 และเพิ่มความไวต่อการเปลี่ยนแปลงในดิน C ที่เกิดจากการไถพรวนและปัจจัยอินทรีย์วัตถุ เศษส่วนของคาร์บอนในดินที่ยังคงเหลืออยู่ หรือที่เรียกว่าแอกทีฟคาร์บอนพูล เป็นตัวบ่งชี้ที่ละเอียดอ่อนของการเปลี่ยนแปลงในดินในระยะแรกที่เกิดจากวิธีการจัดการ เศษส่วนที่ไม่มีชีวิตถูกกำหนดโดยใช้วิธีการง่ายๆ ซึ่งการเจือจาง KMnO₄ ที่เป็นตัวเล็กน้อยรวมกับดิน C ในรูปแบบที่ออกซิไดซ์ได้เร็วที่สุด (แอกทีฟ) การศึกษาปัจจุบันดำเนินการในแปลงทดลองระยะยาวบนดิน Alfisols ในเมืองไฮเดอราบาดระบบการใช้ที่ดินต่างๆ ที่ประเมิน ได้แก่ ไร่กระถิน

(*L. leucaena*), ข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor*) หมุนเวียนในพื้นที่เพาะปลูก, ข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor*) หมุนเวียนในพื้นที่เพาะปลูก, พุงหญ้า *Cenchrus ciliaris* และดินเปล่าที่ไม่ถูกรบกวนเป็นเกณฑ์มาตรฐาน การเขย่าดินหนึ่งในสารละลาย 0.01M KMnO₄ เป็นเวลา 5 นาที และเพิ่ม 0.1 M CaCl₂ เพื่อเพิ่มการตกตะกอนของดินหลังจากการเขย่าทำให้ได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันและมีความละเอียดอ่อนในการจัดการดินไร่และพุงหญ้ามียุทธการแทรกซึมสูงกว่า ความหนาแน่นรวมต่ำกว่า เส้นผ่านศูนย์กลางน้ำหนักเฉลี่ยคงที่ของน้ำ (MWD) ของมวลรวมดินสูงกว่า และมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่าดินเปล่าที่เพาะปลูกและไม่ถูกรบกวน พารามิเตอร์ดินอื่นๆ เช่น การแทรกซึม ($r^2 = 0.71$), MWD ($r^2 = 0.60$), ความหนาแน่นรวม ($r^2 = 0.76$), กิจกรรมดีไฮโดรจีเนส ($r^2 = 0.62$), คาร์บอนชีวมวลของจุลินทรีย์ ($r^2 = 0.66$) และคาร์บอนอินทรีย์ ($r^2 = 0.53$) แสดงให้เห็นว่าเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับดินที่มีฤทธิ์ C วิธีการนี้มีศักยภาพในการให้ชุดเครื่องมือภาคสนามที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้สำหรับการวัดปริมาณคาร์บอนในดินที่ใช้งานอยู่ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวบ่งชี้ที่ละเอียดอ่อนของคุณภาพดินที่เกิดจากการจัดการ เราเสนอกลยุทธ์การแก้ไขที่ให้การแก้ไขที่เหมาะสมสำหรับดินที่มีระดับ C ของเปอร์แมงกาเนตที่ออกซิไดซ์ได้ภายในช่วง 3 และเพิ่มความไวต่อการเปลี่ยนแปลงในดิน C ที่เกิดจากการไถพรวนและปัจจัยอินทรีย์วัตถุ

วัสดุและวิธีการ

1. กรอบแนวคิดและการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน

แนวคิดและการพัฒนาอุปกรณ์แบ่งออกเป็นสองส่วนประกอบหลักได้ 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการพัฒนาอุปกรณ์หรือทางฮาร์ดแวร์ ส่วนที่สองเป็นการพัฒนาด้านอัลกอริทึมประมวลผลหรือซอฟต์แวร์ มีรายละเอียดดังนี้

1) แนวคิดการพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์

การออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบหลัก ประกอบด้วย

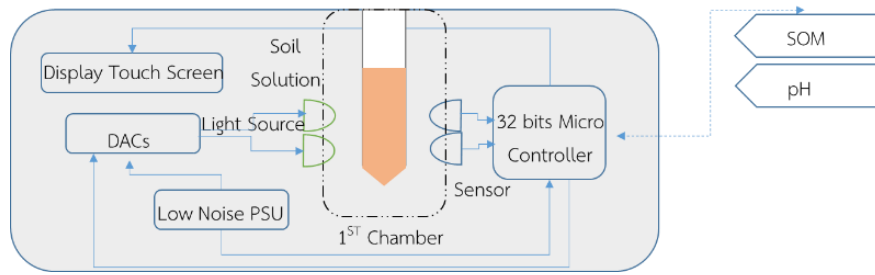
1.1) ห้องตรวจวัด (Chamber) แบ่งออกเป็น 2 ชั้น มีโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะ รองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วงจร และชิ้นส่วนอื่นๆ และมีโครงสร้างภายในเป็นพลาสติกทึบแสงหล่อขึ้นรูป เนื่องจากเงื่อนไขต้องไม่ถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อมได้โดยง่าย เพราะว่าตัวตรวจวัดเป็นอุปกรณ์ประเภทเชิงแสงที่สามารถถูกรบกวนจากแสงทั่วไปได้ง่าย ดังนั้นในการออกแบบครั้งนี้จึงออกแบบให้ห้องตรวจวัดเป็นแบบทึบแสง วางซ้อนลงในตัวเครื่องอีกชั้นดังแสดงในภาพที่ 1

1.2) แหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจวัดความยาวคลื่นแสงในย่านที่มองเห็นได้ (400-700 นาโนเมตร) ติดตั้งกับห้องตรวจวัด โดยตัวตรวจวัดถูกออกแบบเป็น Transmission mode คือวางแหล่งกำเนิดแสงกับตัวตรวจวัดไว้คนละฝั่ง การตรวจวัดจะแทรกสอดตลอด ลงระหว่างชั้นส่วนทั้งสอง

1.3) ตัวประมวลผลขนาดเล็กขนาด 32 บิต (Microcontroller) ทำหน้าที่รับความยาวแสงที่อ่านได้จากตัวตรวจวัด มาประมวลผลและคำนวณด้วยอัลกอริทึมของธาตุอาหารของดินแต่ละชนิด ซึ่งได้สร้างเป็นสมการสอบเทียบไว้แล้วก่อนหน้านี้

1.4) จอแสดงผลชนิด TFT ขนาด 5 นิ้ว ทำหน้าที่แสดงผลการตรวจวัด รวมถึงสถานะการทำงานต่างๆ ของตัวอุปกรณ์

1.5) แหล่งจ่ายไฟชนิด Low Noise ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ให้ได้ระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่เสมอ เพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งภายในตัวอุปกรณ์



ภาพที่ 1 แนวคิดการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน

รายละเอียดของอุปกรณ์และการออกแบบ เริ่มต้นที่ตัวตรวจวัดที่ใช้ในงานเชิงแสงคือ AS7262 ซึ่งเป็นตัวตรวจวัดในย่านแสงที่สามารถมองเห็นได้คือ Visible length ประกอบด้วย 450 500 550 570 600 และ 650 นาโนเมตร สื่อสารกับตัวประมวลผลผ่านทาง Serial bus

ขณะที่โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดินแสดงภาพที่ 2 แบ่งเป็นภาพด้านหน้าของอุปกรณ์ฯ ที่มีจอแสดงผลแบบ TFT ขนาด 5 นิ้วชนิด Touch Screen



ภาพที่ 2 ต้นแบบอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน

หน้าต่างแสดงผลบนจอแสดงผลแบบสัมผัสได้ แสดงในภาพที่ 3 ประกอบด้วย ฟังก์ชันของจอแสดงผลเมนูเลือกชนิดของธาตุอาหารที่ต้องการตรวจวัดเลือกได้ ด้วยการสัมผัสเมื่มนั้นที่จอแสดงผล ส่วนฟังก์ชันวาดผลการอ่านค่าที่ตรวจวัดและคำสั่ง READ สำหรับให้เริ่มการอ่านค่าใดๆ



ภาพที่ 3 หน้าต่างบนจอแสดงผลแบบสัมผัสได้

2) แนวคิดการพัฒนาด้านซอฟต์แวร์

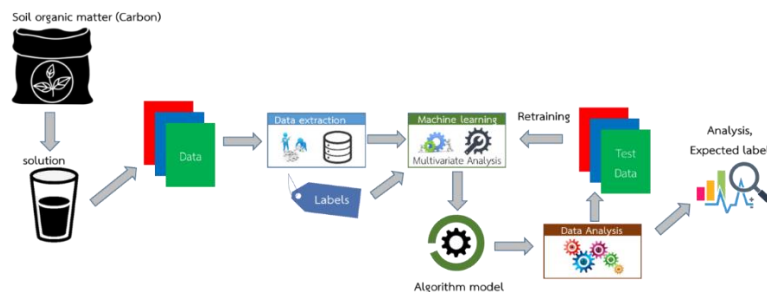
แนวคิดสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การสร้างสมการสอบเทียบจากสารละลายอ้างอิง และการทวนสอบสร้างสมการด้วยสารละลายจากดินเกษตรกร โดยมีขอบเขตและรายละเอียดดังนี้ (ภาพที่ 5)

2.1) การพัฒนาซอฟต์แวร์จากสารละลายอ้างอิง เป็นการกำหนดขอบเขตของช่วงปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแต่ละประเภท รวมถึงระดับความละเอียดที่ต้องการตรวจวัดตามอุดมคติ โดยข้อมูลกลุ่มนี้จะถูกจัดกลุ่มออกเป็น 70:30 ซึ่ง 70 หมายถึงร้อยละ 70 ที่จะถูกนำไปใช้สร้างเป็น training set สำหรับสร้างสมการสอบเทียบขั้นต้น ตัวอย่างดังกล่าวจะถูกนำไปอ่านด้วยเครื่องมืออ้างอิงมาตรฐานระดับห้องปฏิบัติการ และถูกอ่านด้วยตัวเซนเซอร์เชิงแสงที่ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ตรวจวัดฯ ซึ่งจะให้เป็นข้อมูลจำนวน 2 กลุ่ม ที่สามารถนำไปเปรียบเทียบและสร้างสมการ ด้วยวิธีของสมการเชิงเส้นแบบหลายตัวแปร (Multiple Linear Regression; MLR)

ส่วนข้อมูลอีกร้อยละ 30 เรียกว่าเป็น Test set จะถูกนำไปอ่านด้วยเครื่องมืออ้างอิงมาตรฐานระดับห้องปฏิบัติการ และถูกอ่านด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดฯ ที่ได้ติดตั้งสมการสอบเทียบที่สร้างได้จากขั้นตอนข้างต้น เพื่อหาความถูกต้องและความผิดพลาด สำหรับนำไปปรับตัวสมการสอบเทียบให้ดีขึ้น

2.2) การทวนสอบและปรับเทียบสมการด้วยสารละลายจากดินเกษตรกร

คือการนำตัวอย่างดินจากเกษตรกรจริง ที่ได้ผ่านตรวจวัดและประเมินด้วยเครื่องมืออ้างอิงมาตรฐานระดับห้องปฏิบัติการ และนำไปจำแนกตามปริมาณความเข้มข้น จากนั้นตัวอย่างดินกลุ่มนี้จะถูกนำตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดฯ และนำผลที่ประเมินได้ เปรียบเทียบกับค่าดินที่อ่านด้วยเครื่องมืออ้างอิงมาตรฐานระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อหาความถูกต้องและความผิดพลาด

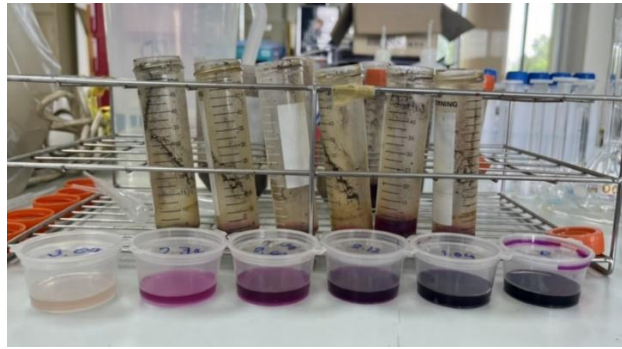


ภาพที่ 4 การวิเคราะห์สารละลายอินทรีย์วัตถุด้วยเทคนิค Machine Learning

2. ขั้นตอนการพัฒนาสมการสอบเทียบปริมาณธาตุอาหารในดิน

2.1. ขั้นตอนการพัฒนาสมการสอบเทียบปริมาณธาตุอาหารในดิน (SOM)

การพัฒนาสมการสอบเทียบสำหรับสอบเทียบปริมาณธาตุอาหารในดิน อาศัยตัวอย่างดินที่ได้จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างจากแปลงเกษตรกร โดยนำมาใช้ในการพัฒนาสมการสอบเทียบร้อยละ 70 ของตัวอย่างดิน ซึ่งแต่ละตัวอย่างดินจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectroscopie เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารและบันทึกค่าไว้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับใช้ปรับเทียบต่อไป ขณะที่ส่วนที่เหลือจะถูกนำไปทดสอบด้วยกระบวนการทางเคมีให้ตกตะกอนและกรองเอาเฉพาะส่วนของเหลวออกมา

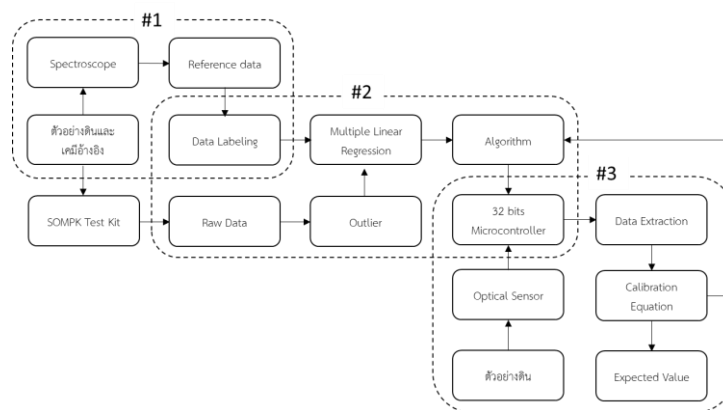


ภาพที่ 5 ตัวอย่างสารละลายของ Soil organic matter (SOM)

ตัวอย่างของสารละลายจะมีค่าความเข้มข้นดังนี้

สารละลาย SOM ที่สกัดจากตัวอย่างดินของเกษตรกรจะมีปริมาณความเข้มข้นระหว่าง 1.04 - 3.04%

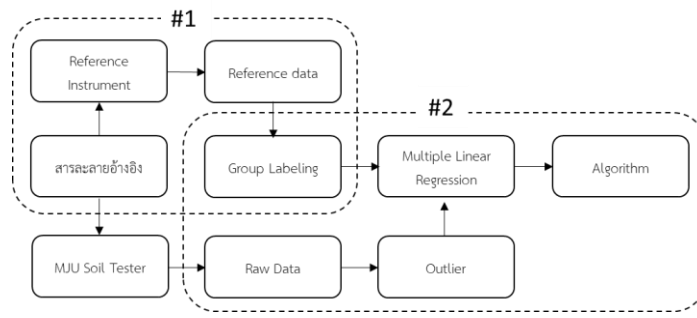
ตัวอย่างข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแต่ละประเภท ที่ผ่านการทดสอบเก็บข้อมูลด้วยอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน จะถูกนำไปประเมินเบื้องต้นเพื่อหาข้อมูลที่ผิดปกติ (Outlier) ก่อน จากนั้นข้อมูลที่ผ่านการประเมินจะถูกนำไปสอบเทียบกับค่าอ้างอิงที่เก็บได้จากเครื่อง Spectroscope เพื่อใช้พัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ตามชนิดของธาตุอาหารในดิน โดยแยกพัฒนาเป็นสมการของแต่ละธาตุอาหาร โดยใช้วิธีทาง Multiple Linear Regression เพื่อสร้างสมการคณิตศาสตร์เบื้องต้น สำหรับติดตั้งลงบนตัวประมวลผลต่อไป กระบวนการสร้างสมการสอบเทียบแสดงในรูปที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการพัฒนาอัลกอริทึมของอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดินแบบพกพา

2.2. ขั้นตอนการพัฒนาสมการสอบเทียบปริมาณธาตุอาหารในดิน (pH)

อาศัยแนวคิดที่ได้กล่าวไว้หน้า และสามารถอธิบายกระบวนการพัฒนาดังแสดงในภาพที่ 7 โดยเริ่มจากการสร้างสมการสอบเทียบจากสารละลายอ้างอิง โดย pH มีค่าระหว่าง 1-14 จากนั้นนำสารละลายอ้างอิงมาตรวจวัดด้วยเครื่องมือทั้งสอง ผลการตรวจวัดจากเครื่องมืออ้างอิงมาตรฐานระดับห้องปฏิบัติการ จะถูกสร้างเป็นข้อมูลอ้างอิง ส่วนผลจากอุปกรณ์ตรวจวัดฯ จะผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลและนำไปสร้างสมการโดยใช้ผลที่ได้จากเครื่องมือแรกเป็นค่าอ้างอิง

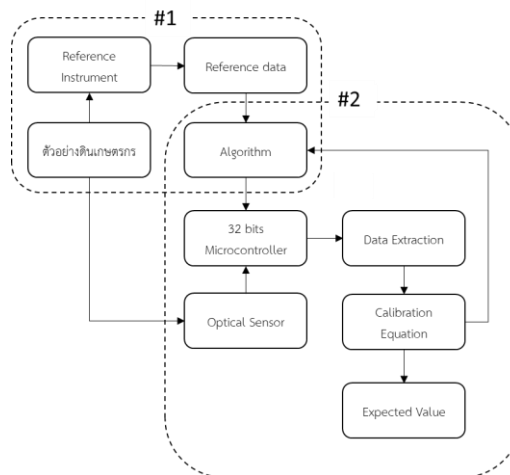


ภาพที่ 7 การสร้างสมการสอบเทียบจากสารละลายอ้างอิง

ขณะที่การตรวจสอบความถูกต้องของสมการ (Validation) ของชนิดธาตุอาหารในดิน อาศัยตัวอย่างดินที่ได้จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างจากแปลงเกษตรกร ซึ่งได้มีการตรวจวัดด้วยเครื่องมืออ้างอิงมาตรฐานระดับห้องปฏิบัติการไว้เรียบร้อยแล้ว โดยตัวอย่างดินจะถูกสุ่มมาใช้ในการทดสอบ ในอัตราร้อยละ 50 ของตัวอย่างดิน และถูกนำไปทดสอบด้วยกระบวนการทางเคมี เพื่อให้ตกตะกอนและกรองเอาเฉพาะส่วนของเหลวออกมา

ตัวอย่างของสารละลายมีความเข้มข้นดังนี้

สารละลาย pH มีปริมาณความเข้มข้น 4 – 8 ตัวอย่างดินทดลอง จะถูกตรวจวัดและเก็บข้อมูล เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง จากนั้นตัวอย่างดินทดลองเดียวกันจะถูกวัดด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดฯ และประเมินด้วยสมการสอบเทียบที่ได้ติดตั้งลงบนตัวประมวลผล เพื่อประเมินค่าปริมาณความเข้มข้น โดยผลการประเมินบางส่วนจะถูกนำกลับมาพัฒนาสอบเทียบเป็นสมการสอบเทียบใหม่ กระบวนการประเมินปริมาณธาตุอาหารและเรียนรู้สมการใหม่แสดงในรูปที่ 8



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการประเมินและเรียนรู้สมการใหม่ของอุปกรณ์ตรวจวัดฯ

3. การทดสอบอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน

3.1. การทดสอบอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน (SOM)

การทดสอบอุปกรณ์กับธาตุอาหาร คือการทดสอบการธาตุอาหาร SOM ที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 1.04 - 3.04% แสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การตรวจวัดและพัฒนาอัลกอริทึมของอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารกับธาตุอาหาร SOM

3.2. การทดสอบอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน (pH)

การทดสอบอุปกรณ์ และสารละลาย pH มีปริมาณความเข้มข้น 4 – 8 ตัวอย่างการนำไปอ่านด้วย
อุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน แสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การตรวจวัด pH ด้วยอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหาร

ผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานแบ่งหัวข้อเป็น โครงสร้างและส่วนประกอบของตัวอุปกรณ์ ผลการสอบเทียบและ
สมการของ SOM และ pH ส่วนสุดท้ายคือ ความคลาดเคลื่อนเปรียบเทียบระหว่างค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์กับ
ค่าอ้างอิง โดยทั้งหมดมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. โครงสร้างและส่วนประกอบอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน

โครงสร้างทางด้านหน้าของอุปกรณ์ประกอบด้วย หน้าจอแสดงผลแบบทัชสกรีนขนาด 5 นิ้ว รายละเอียด
ที่หน้าจอแสดง เมนูธาตุอาหารที่ต้องการตรวจวัด กล่องแสดงค่าความเข้มข้น เมนูอ่านค่าและเคลียร์ค่า
ประกอบด้วยช่องต่อไฟฟ้า AC220V สวิตช์ปิดเปิดและช่องสื่อสารอนุกรมสำหรับอัปโหลดข้อมูล ขณะที่ด้านบน
ของอุปกรณ์ประกอบด้วยช่องใส่หลอดทดลองและฝาปิด



ภาพที่ 11 ด้านหน้าอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน

2. ผลการสร้างสมการสอบเทียบ

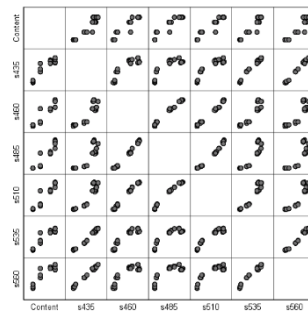
ผลการสอบเทียบและการสร้างสมการของแต่ละธาตุอาหาร โดยสมการทางคณิตศาสตร์ถูกพัฒนาตามชนิดของธาตุอาหารในดิน แยกพัฒนาเป็นสมการของแต่ละธาตุอาหาร ด้วยวิธีทาง Multiple Linear Regression เพื่อสร้างสมการ มีรายละเอียดจำแนกของแต่ละสารละลายดังนี้

2.1. สมการทางคณิตศาสตร์ Soil organic matter (SOM)

เนื่องจากการวัด SOM โดยตรงนั้น ทำได้ไม่ถ่วงน้ำหนักเพราะปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็นส่วนที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลง ศุภธิดาและคณะ (2562) ได้เสนอวิธีการ Permanganate-Oxidizable Carbon (POXC) สำหรับหาความสัมพันธ์เทียบกับ SOM โดยความสัมพันธ์นี้สามารถนำไปเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดินปลูกได้ และในขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลเพื่อตรวจสอบค่า SOM ในดิน จะได้ใช้วิธีการของ POXC เป็นตัวชี้นำไปสู่การประเมินค่า SOM ซึ่งสารละลายที่ได้จากวิธีการ POXC นั้น จะถูกประเมินค่า SOM ด้วย Spectroscope เพื่อใช้สร้างเป็นฐานข้อมูลอ้างอิงต่อไป

ตัวอย่างดินที่มีค่า SOM ระหว่าง 2.12 - 3.04 % นำมาหาปริมาณ POXC ด้วยเครื่อง Spectroscope ที่ผ่านกระบวนการทำละลายและสกัดด้วยวิธีเดียวกันกับวิธีการเดียวกัน จากนั้นนำถูกทดสอบด้วย SOMPK Tester ที่มีเซนเซอร์ตรวจวัดแสงในย่าน Visible length ที่ 435 460 485 510 535 และ 560 นาโนเมตร มีการสร้างและเก็บข้อมูลจากตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง ละ 6 ซ้ำ อ่านค่าซ้ำละ 10 รอบ เมื่อนำค่าจากทั้งสองส่วนมาเปรียบเทียบกันสามารถผลแบบ Scatter plot ได้ดังภาพที่ 12

จากนั้นคัดเลือกย่านการดูดกลืนเพื่อการสร้างสมการ เลือกใช้เทคนิคแบบ Step wise เพื่อคัดกรองตัวแปรที่สามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด และจะได้ค่าความผันแปร (R^2) อยู่ในระดับที่ดีดังตารางที่ 1 และโมเดลที่มีค่าความผันแปรที่ดีที่สุด จะได้ย่านการดูดกลืนคือ 435 460 485 และ 510 นาโนเมตร ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของโมเดลสมการแสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 12 Scatter matrix ของการดูดกลืนพลังงานเฉลี่ยของ SOM

ตารางที่ 1 ค่าความผันแปร (R^2) ของความยาวคลื่นดูดกลืนของ SOM

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.978 ^d	.957	.956	.07566

a. Predictors: (Constant), s510, s435, s485, s460

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของโมเดลสำหรับใช้ประเมินค่าความชื้นของ SOM

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients		
1	(Constant)	1.877	.033		57.317	.000
	s510	-.044	.011	-1.722	-4.119	.000
	s435	.021	.002	1.049	10.295	.000
	s485	.062	.008	2.420	7.777	.000
	s460	-.030	.013	-.684	-2.289	.024

เพราะฉะนั้น จากสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของโมเดลของสารละลายจะได้สามารถสร้างสมการ Multiple Linear Regression ได้ดังนี้

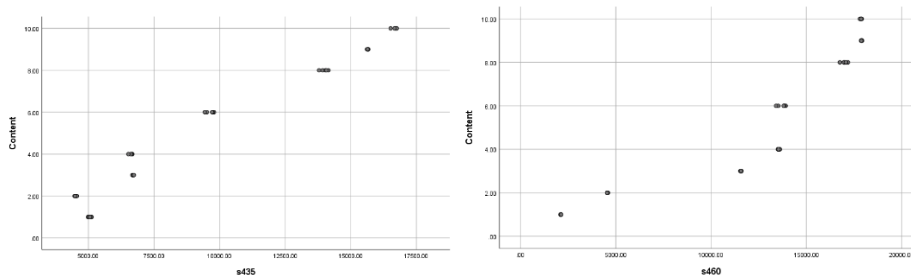
สมการ MLR ประเมินค่าของ pH

$$pH = (0.055(s450) + 0.009(s500) - 96.183)/100$$

เมื่อ sxxx คือความยาวคลื่นในช่วงคลื่นใดๆ

2.2. สมการทางคณิตศาสตร์ pH

ความเข้มข้นของสารละลายอ้างอิง pH ที่ใช้ในการสร้างสมการสอบเทียบขั้นต้น อยู่ที่ระหว่างระดับ 2 – 10 พบแนวโน้มความสัมพันธ์ของค่าดูดกลืนต่อปริมาณความเข้มข้นของสารละลายเป็นเชิงเส้น ยกเว้นค่าเริ่มต้น ซึ่งอาจจะมาจากขีดความสามารถของตัวตรวจวัดที่สามารถตรวจสอบได้ในช่วงความเข้มข้นใดๆ ข้อมูลความสัมพันธ์ ดังแสดงในภาพที่ 13

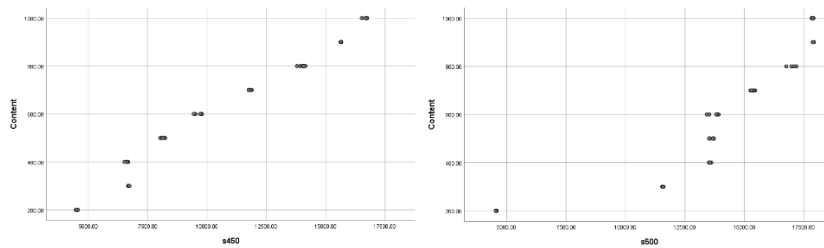


ภาพที่ 13 ค่าการดูดกลืนต่อปริมาณความเข้มข้นของสารละลายอ้างอิง pH

ค่าการดูดกลืนในแต่ละย่านความถี่ ถูกนำไปหาความสัมพันธ์และสร้างสมการสอบเทียบในรูปแบบของ Multiple linear regression หรือ MLR จากนั้นพัฒนาเป็นอัลกอริทึม และติดตั้งลงบนตัวประมวลผล เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนของ Validation ต่อไป

ในขั้นตอน Validation จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างดินจากเกษตรกรมาจำนวนหนึ่ง ตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดอ้างอิงในระดับห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ตรวจวัดฯ ที่ได้พัฒนาขึ้น นำค่าที่บันทึกได้จากทั้งสองเครื่องมือเปรียบเทียบเพื่อหาความถูกต้องและความผิดพลาด และนำข้อผิดพลาดกลับมาเรียนรู้ซ้ำใหม่ในรอบถัดไป ขั้นตอนการทำงานจากนี้ จะคล้ายคลึงกับหัวข้อก่อนหน้า ใช้ตัวอย่างดินที่มีค่าปริมาณความเข้มข้นของ pH ระหว่าง 4-8 ข้อมูลสำหรับการปรับการเรียนรู้ใหม่ (Retraining) สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนจากตัวตรวจวัดเปรียบเทียบกับปริมาณความเข้มข้นที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดอ้างอิงในระดับห้องปฏิบัติการ แสดงดัง

ภาพที่ 14 การคัดเลือกย่านการดูดกลืนเพื่อการสร้างสมการเปรียบเทียบ ใช้เทคนิคการคัดเลือก Multiple linear regression (MLR) แบบ Step wise เพื่อคัดกรองตัวแปรที่สามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด และจะได้ค่าความผันแปร (R²) อยู่ในระดับที่ดี ดังตารางที่ 3 และโมเดลที่มีค่าความผันแปรที่ดีที่สุด จะได้ย่านการดูดกลืนที่แสดงความสัมพันธ์กับค่าสารละลายตัวอย่างคือ 450 และ 500 นาโนเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของโมเดลสมการแสดงในตารางที่ 4



ภาพที่ 14 Scatter matrix ของการดูดกลืนพลังงานเฉลี่ยของ pH

ตารางที่ 3 ค่าความผันแปร (R²) ของความยาวคลื่นดูดกลืนของ pH

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.991 ^a	.983	.982	35.24480

a. Predictors: (Constant), s500, s450

ตารางที่ 4 สัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของโมเดลสำหรับใช้ประเมินค่าความเข้มของ pH

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-96.183	20.394		-4.716	.000
	s450	.055	.003	.876	21.099	.000
	s500	.009	.003	.129	3.117	.003

เพราะฉะนั้น จากสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของโมเดลของสารละลายจะได้อาจสร้างสมการ Multiple Linear Regression ได้ดังนี้

สมการประเมินค่าของ SOM (%)

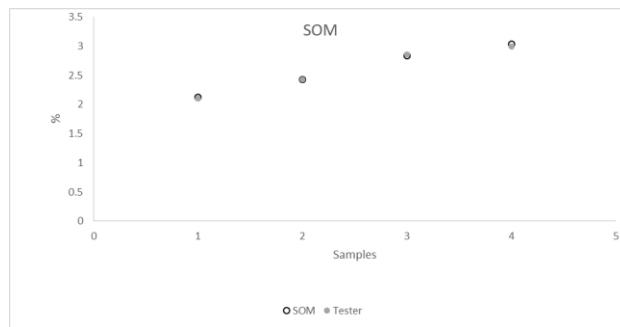
$$SOM_{\text{Value}} = 0.021(s435) - 0.03(s460) + 0.062(s485) - 0.044(s510) + 1.877$$

เมื่อ sxxx คือความยาวคลื่นในช่วงคลื่นใดๆ

3. ความถูกต้องและความผิดพลาดของอุปกรณ์ตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน

3.1. ค่าความถูกต้องของค่าความเข้มข้น SOM

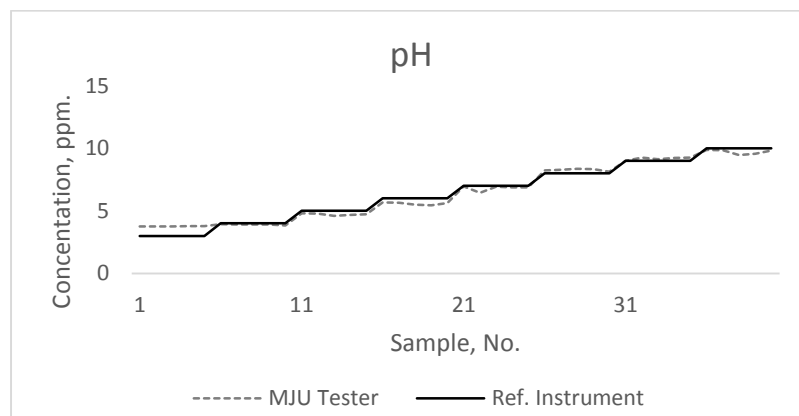
เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงที่อ่านค่าได้จาก Spectroscope แสดงผลในภาพที่ 15 จะเห็นได้ว่าสมการสามารถประเมินค่าความเข้มข้นสามารถอยู่ในแนวเดียวกันกับค่าอ้างอิงตลอดทั้งช่วงของข้อมูล กล่าวคือสมการประเมินค่าระดับความเข้มข้น สามารถประเมินผลได้ใกล้เคียงกับค่าอ้างอิงตลอดทั้งช่วงข้อมูล โดยมีความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error; MAE) ไม่เกิน 0.02 % ของความเข้มข้น ในแต่ละระดับความเข้มข้น



ภาพที่ 15 ความถูกต้องของค่าความเข้มข้น SOM เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงที่อ่านค่าได้จาก Spectroscope

3.2. ค่าความถูกต้องของค่าความเข้มข้น pH

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงที่อ่านค่าได้ แสดงผลในภาพที่ 16 จะเห็นได้ว่าค่าความเข้มข้นสามารถอยู่ในระดับหรืออยู่ในแนวเดียวกันกับค่าอ้างอิงตลอดทั้งช่วงของข้อมูล โดยมีความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error; MAE) ไม่เกิน 0.31



ภาพที่ 16 ความถูกต้องของค่าความเข้มข้น pH เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง

วิจารณ์ผล

จากการทดสอบสมบัติของดินได้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และ pH จากวิธีการมาตรฐานแล้วมาจัดทำเปรียบเทียบสำหรับการพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเชิงแสง ซึ่งนักวิจัยได้ใช้หลักการนี้เพื่อจัดทำชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาดังกล่าวนี้นี้ การประเมินเบื้องต้นนี้แสดงให้เห็นว่าชุดทดสอบภาคสนามเป็นเครื่องมือคัดกรองที่มีประสิทธิภาพสำหรับการประเมินคุณภาพดิน โดยให้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำ 65-75% ในช่วงของสภาพดินต่างๆ ในระดับหนึ่ง ซึ่งพัฒนาขึ้นมาสำหรับการประเมินสมบัติที่สำคัญของดินที่เกี่ยวข้องกับการให้ปุ๋ยของพืช อีกทั้งยังเป็นการทำงานในเชิงบูรณาการด้วย เพราะผลวิเคราะห์ดินที่ได้จากชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาเชิงแสงนี้ จะนำไปป้อนเข้า

แอปพลิเคชัน C_STOCK ด้านกายภาพ เพื่อช่วยให้การจัดการการใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมต่อไป นอกจากนี้ควรมีความสะดวกในการใช้งานและมีราคาไม่แพง หรือไม่มีต้นทุนการวิเคราะห์ ทำให้ในการประเมินสุขภาพดินที่มีต้นทุนต่ำ จากการวิเคราะห์เบื้องต้น ระเบียบวิธีวิจัยแสดงให้เห็นผลสำหรับตัวบ่งชี้สมบัติของดินเพื่อป้องกัน บอกรถึงคุณภาพดินและการนำไปใช้ในการจัดการดินเพื่อการเกษตรต่อไปได้ ซึ่งสามารถพัฒนาสมบัติอื่นๆ ของดินต่อไปได้ หรือสามารถนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพของน้ำก็สามารถดำเนินการต่อไปได้ ดังนั้น การจัดทำชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาจึงเป็นการดูแลและรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นการรักษาระดับผลผลิตที่เกษตรกรจะได้รับ ตลอดจนช่วยในการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น เป็นการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นำไปสู่การจัดการจัดการดิน การศึกษาครั้งนี้คณะนักวิจัยเห็นว่าชุดเครื่องมือวิเคราะห์ดินนี้ ควรเป็นอุปกรณ์ที่เกษตรกรสามารถใช้ได้ง่าย แต่จากการประเมินจากการอบรมเชิงปฏิบัติการพบว่าเกษตรกรเกรงว่าชุดวิเคราะห์จะชำรุดเสียหาย จึงทำให้เป็นปัญหาในการนำไปใช้งาน ชุดทดสอบคุณภาพดินเป็นเครื่องมือในพื้นที่เกษตรในที่ต่าง ๆ โดยออกแบบมาเพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่หน่วยงานของรัฐ เอกชน และเกษตรกรติดตามการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดทดสอบนี้เป็นพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับการสอนแนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพดินในภาคสนาม

สรุปผล

การพัฒนาอุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินแบบพกพาเชิงแสงเพื่อประเมินคุณภาพดินและการใส่ปุ๋ยของพืช ประกอบวิธีการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้ การพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์ซึ่งได้แก่ห้องตรวจวัด (Chamber) ต้องไม่ถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อมได้โดยง่าย จึงออกแบบให้ห้องตรวจวัดเป็นแบบทึบแสง วางซ้อนลงในตัวเครื่องอีกชั้น ภายในห้องตรวจวัดชั้นในประกอบด้วย ช่องสำหรับใส่ภาชนะสารละลาย แหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจวัดความยาวคลื่นแสงในย่านที่มองเห็นได้ (400-700 นาโนเมตร) มีติดตั้งตัวประมวลผลขนาดเล็กขนาด 32 บิต ทำหน้าที่รับความยาวแสงที่อ่านได้ มาประมวลผลกับอัลกอริทึมของธาตุอาหารของดินแต่ละชนิด สมการสอบเทียบที่ได้สร้างไว้ และแสดงผลผ่านจอแสดงผล ออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถสั่งการได้ด้วยการเลือกคำสั่งที่ปรากฏบนหน้าจอชนิดนี้ได้ และส่วนประกอบสุดท้ายคือแหล่งจ่ายไฟชนิด Low Noise เพื่อรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่เสมอ 2) การพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับตรวจปริมาณธาตุอาหารในดิน โดยหลักการของการพัฒนาอัลกอริทึมซึ่งได้สมการเปรียบเทียบของอินทรีย์วัตถุที่สกัดได้ ค่าความถูกต้องของค่าความเข้มข้น SOM เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงที่อ่านค่าได้จากวิธีการมาตรฐาน โดยมีค่าความเข้มข้นสามารถเกาะระดับหรืออยู่ในแนวเดียวกันกับค่าอ้างอิงตลอดทั้งช่วงของข้อมูล โดยมีความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error; MAE) ไม่เกิน 0.02 % ของความเข้มข้น และค่าความถูกต้องของค่าความเข้มข้น pH โดยมีความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error; MAE) ไม่เกิน 0.31

กิตติกรรมประกาศ

คณะนักวิจัยโครงการ การพัฒนาชุดวิเคราะห์ดินแบบพกพาสำหรับอินทรีย์วัตถุและ pH ของดิน แนวทางเลือกในการลดการปล่อยก๊าซจากการปล่อยปุ๋ยเคมี ได้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงด้วยดี ได้รับความร่วมมือจากคณะผู้วิจัยและได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (N25A650469) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สวทช. (MOU-CO-2562-8821-TH) และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) (มจ.1-66-03-006)

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ แนวคิดและช่วยตรวจแก้ไขในส่วนที่บกพร่องต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการวิจัย ติดตามผลรายงานความก้าวหน้า จนกระทั่งเป็นโครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้และเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลพื้นฐานของการปลูกพืช ซึ่งทำให้โครงการวิจัยในครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ครบถ้วน

ขอขอบคุณคณะผู้วิจัย นักศึกษาและท่านอื่น ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและเสนอแนวคิดต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Ditzler, C., J. A. Tugel. 2002. Soil quality field tools: Experiences of USDA-NCRS Soil Quality Institute. *Agronomy Journal*, 94: 33-37
- Mandal U., S. Yadav, K. Sharma, V. Ramesh, K. Venkanna. 2011. Estimating permanganate-oxidizable active carbon as quick indicator for assessing soil quality under different land-use system of rainfed Alfisols. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81: 927-931.
- Reijneveld A., A. Termorshuizen, H. Vedder, O. Oenema. 2014. Strategy for Innovation in Soil Tests Illustrated for P Tests. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45: 498-515
- Seybold C., M. Hubbs, D. Tyler. 2002. On-Farm Tests Indicate Effects of Long-Term Tillage Systems on Soil Quality. *Journal of Sustainable Agriculture*, 19: 61-73.
- Stiles, C. A., D. R. Hammer, G. M. Johnson, R. Ferguson, J. Galbraith, T. O'Geen, J. Arriaga, J. Shaw, A. Falen, P. McDaniel, R. Miles. 2011. Validation Testing of a Portable Kit for Measuring an Active Soil Carbon Fraction. *Soil Science Society of America Journal*, 75: 2330-2340.
- Zabowski D., N. Whitney, J. Gurung, J. Hatten. 2011. Total Soil Carbon in the Coarse Fraction and at Depth. *Forest Science*, 57: 11-18.

พฤติกรรมการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยของเกษตรกร ในจังหวัดเพชรบูรณ์ Behavior of Production for Safe Agricultural Products of Farmers in Phetchabun Province

รัตนากร แสนทำพล^{1*} และธรรมศาสตร์ จันทรัตน์¹

Rattanakorn Saenthumpol^{1*} and Thammasart Chantarat¹

¹สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
เพชรบูรณ์ 67000

¹Program of Agriculture, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University,
Phetchabun 67000

*Corresponding author E-mail: rattanakorn.sae@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ของเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ในจังหวัดเพชรบูรณ์ และ 2) ศึกษาพฤติกรรมด้านการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ กลุ่มตัวอย่างคือ เกษตรกรที่ผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 200 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 60.00 มีอายุเฉลี่ยที่ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 40.00 ระดับการศึกษา จบระดับการศึกษาปริญญาตรีมากที่สุดถึง ร้อยละ 46.00 อาชีพหลักของเกษตรกรส่วนใหญ่คือ การทำเกษตรกรรมมากถึง ร้อยละ 79.00 และเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกร เช่น กลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแปลงใหญ่ กลุ่มออมทรัพย์ กลุ่มกองทุนหมู่บ้าน กลุ่มลูกค้า.ก.ส. กลุ่ม YSF (Young Smart Farmer) กลุ่ม Smart Farmer มีรายได้ต่อเดือนตั้งแต่ 5,000-30,000 บาท รูปแบบของฟาร์มส่วนใหญ่เป็นการทำเกษตรแบบอินทรีย์ ร้อยละ 52.00 และแปลงเกษตรกรยังไม่มียุทธศาสตร์ทางการเกษตร คิดเป็นร้อยละ 63.00 ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า เกษตรกรมีความเข้าใจทางด้านการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและอาหารปลอดภัย อยู่ในระดับปานกลาง มากถึงร้อยละ 52.00

คำสำคัญ : สินค้าเกษตรปลอดภัย, จังหวัดเพชรบูรณ์, การปลูกผักปลอดภัย, เกษตรกรที่เหมาะสม

Abstract

This research aimed to study 1) basic personal data, economy and society of farmers produce safe agricultural products in Phetchabun province; 2) To study behavior of producing safe agricultural products of farmers in Phetchabun province. This research is survey research. The samples are 200 farmers producing safe agricultural products, Muang district, Phetchabun province. Data were collected using a structured questionnaire. The statistics used for data analysis were frequency percentage, mean, standard deviation. The results show that general information of farmers in Phetchabun Province, most of them is female 60 percent with an average age of 31-40 years, 40 percent, education level graduated with a bachelor's degree, up to 46 percent, the main occupation of most farmers in Phetchabun province have a career in agriculture as much as 79 percent and the member of farmers groups such as community

enterprise groups, big group savings group, village fund group, BAAC customer groups, YSF Group (Young Smart Farmer), Smart Farmer group. Which monthly income ranging from 5,000-30,000 baht. Most of the farms are organic farming, 52 percent. and the farmer do not have an agricultural standardization system representing 63 percent of farmers in Phetchabun province, it was found that farmers had an understanding of the production of safe agricultural products and safe food. In the moderate level, up to 52 percent

Keywords : Agricultural products, Phetchabun province, safe vegetable production, good agricultural practice

บทนำ

ปัจจุบันแนวโน้มผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับการรักษาสุขภาพ ทานอาหารปลอดภัย พืชผักปลอดสารพิษมากขึ้น ในขณะที่พืชผัก ผลไม้ที่วางขายในปัจจุบันส่วนใหญ่ ยังมีสารเคมีตกค้างอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเกินค่ามาตรฐานจากที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดไว้ (ศูนย์วิชาการคุ้มครองผู้บริโภคด้านสุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563) เนื่องจากเกษตรกรมักจะคำนึงถึงการเพิ่มปริมาณผลผลิต คุณภาพภายนอกของผลผลิต และช่วงราคาที่จะได้รับมากกว่าปัจจัยอื่น ๆ จึงทำให้เกษตรกรใช้สารเคมีในปริมาณที่มากและหลากหลายชนิด เพื่อให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ จึงส่งผลทำให้เกษตรกรมีความต้องการปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสารเคมีทางการเกษตร จากรายงานของ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, (2562) รายงานว่าในรอบ 11 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2551 –พ.ศ. 2561) ประเทศไทยได้นำเข้าวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดแมลง และสารป้องกันกำจัดโรคพืช ปริมาณรวม 1,663,780 ตัน มูลค่ารวม 246,715 ล้านบาท ซึ่งแนวโน้มมีปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งเกษตรกรไทยยังนิยมใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการทำเกษตร โดยมีความเชื่อว่ามีต้นทุนต่ำที่สุด สะดวกสบายที่สุด แต่ในทางกลับกันมีข้อมูลจาก สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ในช่วง 10 เดือนของปีงบประมาณ 2562 (1 ต.ค. 2561 – 17 ก.ค. 2562) มีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลต่าง ๆ ทั่วประเทศ ในจำนวนนี้เป็นผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาโดยมีสาเหตุจากการได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 3,067 ราย เสียชีวิต 407 ราย เบิกจ่ายค่ารักษากว่า 14.64 ล้านบาท (ศูนย์ข้อมูลและข่าวสืบสวนเพื่อสิทธิพลเมือง, 2563)

ดังนั้นสภาพการณ์ผลิตพืชอาหารทางการเกษตรของประเทศไทย เริ่มตระหนักถึงความสำคัญในการผลิตพืชอาหารปลอดภัยสำหรับการบริโภคในประเทศและการส่งออก เนื่องจากปัญหาด้านสุขภาพของประชากรในประเทศที่เพิ่มสูงขึ้น และข้อจำกัดทางด้านการค้าระหว่างประเทศเกี่ยวกับการส่งผลิตผลทางการเกษตรไปจำหน่ายยังประเทศต่างๆ ที่มีข้อบังคับว่าด้วยสินค้าทางการเกษตรที่จะนำเข้าสู่ประเทศนั้นๆ ต้องผ่านมาตรฐานการรับรองที่เป็นสากล (ยุทธศาสตร์การพัฒนารัฐจังหวัดเพชรบูรณ์, 2566) การปนเปื้อนสารเคมีและจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ได้แก่ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในระหว่างขั้นตอนการเพาะปลูก และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ปนเปื้อนในผลิตผลทางการเกษตรทั้งในระหว่างการผลิต การเก็บเกี่ยวและการขนส่ง นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนของสารปฏิชีวนะตกค้างในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำและปศุสัตว์ โดยสาเหตุที่ทำให้เกษตรกรผลิตสินค้าเกษตรไม่ปลอดภัย ได้แก่ เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้และทักษะในการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย, เกษตรกรขาดแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย และเกษตรกรขาดความเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิต ผู้ค้า และผู้บริโภค ทำให้ตลาดสินค้าเกษตรปลอดภัยในประเทศไทยมีจำกัด โดยแผนพัฒนาจังหวัดเพชรบูรณ์ 5 ปี (พ.ศ. 2566-2570) ซึ่งพันธกิจของจังหวัดเพชรบูรณ์จะมุ่งมั่นส่งเสริมเกษตรปลอดภัยและสร้างสรรค์มูลค่าเพิ่มสินค้าเกษตร พัฒนาและยกระดับการท่องเที่ยวทุกมิติ พร้อมยกระดับคุณภาพชีวิตและเสริมสร้างความ

มั่นคงของสังคม รวมทั้งรักษาความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และยกระดับขีดความสามารถทางเศรษฐกิจและการบริการภาครัฐเพื่อมุ่งไปสู่การเป็นเมืองแห่งความสุขของคนอยู่และผู้มาเยือน และยุทธศาสตร์ของจังหวัดเพชรบูรณ์ทางด้านเกษตร คือการพัฒนาเกษตรปลอดภัย และเกษตรมูลค่าสูง (ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดเพชรบูรณ์, 2566)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ของเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ในจังหวัดเพชรบูรณ์ และเพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยคำนึงถึงกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยทางการเกษตร และพัฒนาต่อยอดผลผลิตทางการเกษตรในชุมชน สู่ระบบอาหารปลอดภัย ระบบการผลิตและมาตรฐานที่ปลอดภัย และความมุ่งมั่นในการทำการเกษตรปลอดภัยหรือเกษตรอินทรีย์

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย จังหวัดเพชรบูรณ์ ใช้วิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ได้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักผลไม้ปลอดภัย และผู้ผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 200 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบสอบถาม โดยมีลักษณะคำถามปลายปิด (Closed-end question) และ ปลายเปิด (Open-end question) โดยมีการตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหา (content validity) แบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร และพฤติกรรมด้านการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ของกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย จำนวน 200 ราย โดยสอบถามลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม และพฤติกรรมด้านการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ของกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งให้เกษตรกรพิจารณาเลือกคำตอบในแต่ละข้อคำถามแบบ 2 ตัวเลือก คือ ข้อคำถามนั้นถูกต้อง และข้อคำถามนั้นไม่ถูกต้อง (true-false) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งการสอบถามและทดสอบเป็นข้อมูลในระดับปฐมภูมิ (Primary Data)

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสอบถามและทดสอบความรู้ของเกษตรกร โดยวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และความรู้เกี่ยวกับการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ของกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม ที่ผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ของกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ในการตอบแบบสอบถามพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 60.00 ในขณะที่งานทดลองของ พัชรินทร์ และเบญจพรรณ (2560) รายงาน

ว่า เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดีตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสมส่วนมากเป็นเพศชาย อายุของเกษตรกรมีอายุเฉลี่ยที่ 38.12 (อยู่ในช่วง 31-40 ปี) คิดเป็นร้อยละ 40.00 เนื่องจากเป็นกลุ่มเกษตรกรรุ่นใหม่ที่สานต่ออาชีพทางการเกษตรของครอบครัว ซึ่งขัดแย้งกับผลการสัมภาษณ์ด้านพื้นฐานทั่วไปของ ดุษฎี (2558) กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดภัย อำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ส่วนใหญ่มีอายุ 41-50 ปี จัดเป็นวัยที่มีประสบการณ์การเกษตรมาอย่างยาวนานและมีความรู้ความเชี่ยวชาญในการปลูกผักแบบเกษตรดีที่เหมาะสม แต่มีความต่างกันในเรื่องของการตลาด แหล่งรับซื้อ และเรื่องความรู้ความเข้าใจในการปลูกผักแบบเกษตรดีที่เหมาะสม ระดับการศึกษา เกษตรกรส่วนใหญ่จบระดับการศึกษาปริญญาตรีมากที่สุดถึง ร้อยละ 46.00 อาชีพหลักส่วนใหญ่เกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีอาชีพเกษตรกรรมมากถึง ร้อยละ 79.00 เกษตรกรส่วนใหญ่จะมีประสบการณ์ในการทำการเกษตร เฉลี่ยประมาณ 16.93 ปี และเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกร เช่น กลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแปลงใหญ่ กลุ่มออมทรัพย์ กลุ่มกองทุนหมู่บ้าน กลุ่มลูกค้าธ.ก.ส. กลุ่ม YSF (Young Smart Farmer) กลุ่ม Smart Farmer ซึ่งการจัดตั้งในรูปแบบกลุ่ม จะมีจุดมุ่งหมายในการทำการเกษตรที่มีเป้าหมายเดียวกัน คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน มีรายได้ต่อเดือนตั้งแต่ 5,000-30,000 บาท เกษตรกรมีการทำการเกษตรบนพื้นที่ของตนเอง ร้อยละ 87.00 และเป็นพื้นที่ส่วนรวมร้อยละ 13.00 ส่วนรูปแบบของการทำเกษตรส่วนใหญ่จะทำการเกษตรแบบอินทรีย์มากที่สุด (Organic Farm) คือ ไม่ใช้สารเคมีใดๆ ร้อยละ 52.00 ในส่วนการทำการเกษตรปลอดภัยตามมาตรฐาน (GAP) ร้อยละ 15 และทำการเกษตรแบบใช้สารเคมีอย่างเดียว ร้อยละ 3.00 ผลดังแสดง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละของข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลของเกษตรกร (n=200)

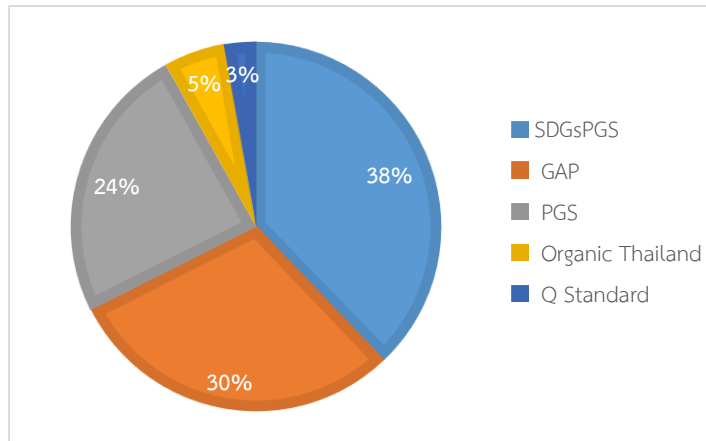
ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ	\bar{X}	S. D
เพศ				
ชาย	80	40.00	0.40	0.25
หญิง	120	60.00	0.60	0.34
อายุ				
25-30	22	11.00	0.11	0.45
31-40	80	40.00	0.40	0.35
41-50	72	36.00	0.36	0.45
> 50	26	13.00	0.13	0.25
ระดับการศึกษา				
ประถมศึกษา	16	8.00	0.08	0.25
มัธยมศึกษา	54	27.00	0.27	0.50
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	20	10.00	0.10	0.25
ปริญญาตรี	92	46.00	0.46	0.45
ปริญญาโท	18	9.00	0.09	0.25
อาชีพหลัก				
รับจ้างทั่วไป	6	3.00	0.03	0.25
ค้าขาย	26	13.00	0.13	0.25
พนักงานเอกชน	2	1.00	0.01	0.25
เกษตรกร	158	79.00	0.79	0.50
อื่นๆ	16	8.00	0.08	0.25

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ	\bar{X}	S. D
รายได้ (บาท)				
< 5,000	6	3.00	0.03	0.25
5,000-7,000	50	25.00	0.25	0.45
7,001-10,000	50	25.00	0.25	0.45
10,001-30,000	60	30.00	0.30	0.45
30,001-50,000	26	13.00	0.13	0.25
> 50,001	8	4.00	0.04	0.25
รูปแบบของการทำการเกษตร				
เกษตรแบบอินทรีย์	104	52.00	0.52	0.51
เกษตรแบบผสมผสาน	60	30.00	0.30	0.45
เกษตรปลอดภัย (GAP)	30	15.00	0.15	0.45
เกษตรแบบใช้สารเคมีอย่างเดียว	6	3.00	0.03	0.25
มาตรฐานทางการเกษตร				
ยังไม่ได้รับมาตรฐาน	126	63.00	0.63	0.51
ได้รับมาตรฐานแล้ว	74	37.00	0.37	0.51

จากผลการศึกษาข้อมูลโดยภาพรวมของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่จะทำการเกษตรแบบระบบอินทรีย์ (Organic Farm) คือ ไม่ใช้สารเคมีใดๆ มากถึงร้อยละ 52.00 เนื่องจากมีการทำเกษตรกรรมสืบทอดรุ่นพ่อแม่กันมาตั้งแต่ในอดีต และเกษตรกรรุ่นใหม่เล็งเห็นความสำคัญของปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ แต่เกษตรกรยังไม่ได้ยื่นขอการรับรองมาตรฐาน เพราะยังไม่ค่อยทราบถึงผลดีของมาตรฐานการผลิตพืช ซึ่งจากผลการวิจัย พบว่าแปลงปลูกของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ส่วนใหญ่ยังไม่มีมาตรฐานทางการเกษตร คิดเป็นร้อยละ 63.00 และมีมาตรฐานแปลงปลูกเพียงร้อยละ 37.00 เท่านั้น

ส่วนแปลงปลูกของเกษตรกรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรระบบอินทรีย์ ได้แก่ มาตรฐาน SDGsPGS มีจำนวนร้อยละ 38.00 มาตรฐาน Organic Thailand ร้อยละ 5.00 และมาตรฐาน Q ร้อยละ 3 ตามลำดับ ผลดังแสดง ตารางที่ 1 แปลงปลูกของเกษตรกรตามระบบมาตรฐาน GAP ที่ยังมีการใช้สารเคมีร้อยละ 15.00 เป็นการทำการเกษตรแบบผสมผสาน คือมีการใช้สารเคมีร่วมด้วยการใช้สารชีวภัณฑ์ มีเหตุผลเนื่องจาก ง่ายต่อการจัดการเรื่องโรคและแมลง และเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดี มีคุณภาพ เป็นต้น ทั้งนี้หากเกษตรกรปฏิบัติตามข้อกำหนดของระบบ GAP จะช่วยลดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรได้ และจะได้รับการรับรองแหล่งผลิตพืชตามระบบการจัดการคุณภาพ GAP อย่างไรก็ตามพบว่า เกษตรกรที่ขอรับรอง GAP ยังคงใช้สารเคมีอย่างแพร่หลาย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้เกษตรกร ใช้สารเคมีเหล่านี้ให้ เกิดความปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค รวมทั้งต่อสิ่งแวดล้อม โดยอาจสนับสนุนให้เกษตรกรใช้เทคโนโลยีกำจัดศัตรู พืชแบบผสมผสาน หรือส่งเสริมการใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแทนการใช้สารเคมี (จารุพงศ์ และ คณะ, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วิจิตร และ คณะ (2562) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการผลิตผักแบบผสมผสานโดยใช้สารเคมีและสารชีวภาพร่วมกัน (ร้อยละ 57.14) รองลงมาคือ ใช้สารเคมี และผลิตแบบอินทรีย์ (ร้อยละ 29.11 และ 13.75 ตามลำดับ) การพบสารพิษตกค้างในพืชอาหารปริมาณสูง ส่วนใหญ่เกิดจากการขาดการควบคุม การผลิตทางการเกษตรที่ดีเกษตรกรยังไม่สามารถนำหลัก GAP ไปใช้ในการปฏิบัติจริงได้ เนื่องจากยังขาดความรู้ด้านเทคโนโลยีการเพาะปลูกที่ถูกต้อง โดยเฉพาะความจำเป็นในการใช้ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่

เหมาะสมต่อชนิดพืชและการระบาดของศัตรูพืช และจากผลการศึกษาของ ละอองดาว และ ธวัชชัย (2547) ได้กล่าวไว้ว่าประเทศไทยมีนโยบายในปี 2547 ให้เป็นปีแห่งความปลอดภัยด้านอาหาร (Food Safety Year) เพื่อเน้นการมีสุขอนามัย คุณภาพชีวิตที่ดี และลดผลกระทบจากมาตรการกีดกันสินค้าทางการเกษตรจากต่างประเทศ ทำให้ผู้ผลิต ผู้ประกอบการสินค้าเกษตร และผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญ โดยเฉพาะในเรื่องความปลอดภัยของผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยมีเป้าหมายชัดเจนว่า อาหารที่ผลิตต้องเป็นอาหารที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย



2. ข้อมูลด้านพฤติกรรมการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์

พฤติกรรมการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยของผู้ผลิต มาตรฐานทางการเกษตรและอาหารปลอดภัยพบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรรู้จัก หรือเคยได้ยินถึงระบบการปลูกแบบ GAP คิดเป็นร้อยละ 54.00 ไม่เคยได้ยินระบบนี้มาก่อน ร้อยละ 46 โดยมีความเข้าใจว่าระบบการปลูกผักแบบ GAP ผักที่ได้เป็นผักปลอดสารพิษ ไม่มีการใช้สารเคมีในแปลงปลูก ในทางกลับกันเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับหรือผ่านการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการเพาะปลูกผักแบบภายใต้มาตรฐานการผลิตพืช เช่น GAP, SDGsPGS, PGS, Organic Thailand และมาตรฐาน Q เป็นต้น จากหน่วยงานต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 62.00 สำหรับพื้นที่เพาะปลูกพืช เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่ที่เคยมีการใช้สารเคมีมาก่อน ใช้นานมากกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 53.00 เกษตรกรบางส่วนจึงมีการเริ่มปรับปรุงบำรุงดิน โดยใช้สารชีวภัณฑ์ ปุ๋ยหมักชีวภาพ คิดเป็นร้อยละ 56.25 ซึ่งการใช้สารเคมีทางการเกษตรมาเป็นเวลานานและในปัจจุบันก็ยังคงใช้อยู่มากถึงร้อยละ 47.50 ทำให้ส่งผลต่อสุขภาพของเกษตรกรในส่วนของการบินที่ข้อมูลการปฏิบัติการทางการเกษตร เกษตรกรไม่มีการบันทึกข้อมูลใด ๆ รวมถึงการจดบันทึกบัญชีครัวเรือนด้วย คิดเป็นร้อยละ 56.00 จะมีเพียงบางรายที่มีการจดบันทึกบ้าง ร้อยละ 37.00 สำหรับผลิตผลที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวจะมีการนำไปขายเองที่ตลาด ร้อยละ 75.00 มีน้อยรายที่ปลูกเพื่อบริโภคเองในครัวเรือน ร้อยละ 25.00 เนื่องจากผลิตผลไม่มากนัก จึงไม่มีปัญหาเรื่องแหล่งที่เก็บผลผลิต ซึ่งในด้านการประเมินความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย ส่วนใหญ่เกษตรกรอยู่ในระดับปานกลาง มากถึงร้อยละ 52.00 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2 เนื่องจากอาจจะมีการเข้าถึงในส่วนของภาครัฐยังไม่ทั่วถึง มีการถ่ายทอดความรู้ให้เกษตรกรไม่ต่อเนื่องสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ห่างไกล โดยสามารถเทียบเคียงกับการศึกษาของ ศุทธิดา (2559) ได้ศึกษาความรู้และการปฏิบัติตามแนวเกษตรกรที่ดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกผักในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกผักในอำเภอแมริม มีความรู้ตามแนวเกษตรกรที่ดีเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง และสอดคล้องกับ สิริรัตน์ (2546) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติเกี่ยวกับการเกษตรทฤษฎีใหม่ของเกษตรกร จังหวัดลำพูน พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีใหม่อยู่ในระดับปานกลาง และสอดคล้องกับ พุฒิสรรค์ (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการในการ

ส่งเสริมปลูกไม้ผลในระบบอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจต่อการส่งเสริมการปลูกไม้ผลในระบบอินทรีย์อยู่ในระดับมาก ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ พัชรินทร์ และทัตพงศ์ (2559) ได้ศึกษาระดับความรู้การผลิตผักตามมาตรฐาน GAP ในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เกษตรกรมีความรู้ระดับสูง ด้วยร้อยละความถูกต้องของความรู้ โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกผักต้องเป็นพื้นที่ไม่มีวัตถุอันตรายและ จุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อนในผลผลิตได้ และจากการศึกษาของ กนกพร และคณิต (2562) พบว่าสภาพการณ์ชุมชนอาหารปลอดภัยของระบบการเกษตรที่สนับสนุนโดยชุมชน และพัฒนารูปแบบชุมชนอาหารปลอดภัยของระบบการเกษตรไทยในพื้นที่ภาคกลางในปัจจุบัน เกษตรกรไทยยังต้องการองค์ความรู้ เทคโนโลยีเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการเกษตรของตนเอง ซึ่งต้องได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานรัฐ ซึ่งทั้งนี้เกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับเรื่องอาหารปลอดภัย มาตรฐานอาหาร เพื่อนำไปสู่การผลิตผลผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัยได้นั้น ต้องได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ เพื่อให้ทันต่อสถานการณ์และเพื่อชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของเกษตรกร

ตารางที่ 2 ร้อยละของพฤติกรรมการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยของเกษตรกร (n=200)

ระดับความเข้าใจ	จำนวน	ร้อยละ	\bar{X}	S. D
1. ระยะเวลาในการใช้สารเคมีทางการเกษตร				
< 1 ปี	2	1.00	0.03	0.25
1-5 ปี	26	13.00	0.13	0.25
6-10 ปี	12	6.00	0.01	0.25
11-15 ปี	43	21.50	0.35	0.46
15-20 ปี	11	5.50	0.03	0.25
> 20 ปี	106	53.00	0.45	0.51
2. ความถี่ในการใช้สารเคมีทางการเกษตร				
ทุกวัน	-	-	-	-
1-2 ครั้ง/เดือน	65	32.50	0.32	0.46
3-4 ครั้ง/เดือน	30	15.00	0.13	0.25
> 5 ครั้ง/เดือน	-	-	-	-
ไม่ใช้	105	52.50	0.45	0.51
3. รู้จักมาตรฐานทางการเกษตรที่ดี (GAP) หรือไม่				
รู้จัก	108	54.00	0.68	0.51
ไม่รู้จัก	92	46.00	0.45	0.52
4. เคยอบรมมาตรฐานทางการเกษตรหรือไม่				
เคย	76	38.00	0.38	0.46
ไม่เคย	124	62.00	0.68	0.51
5. มีการบันทึกข้อมูลการปฏิบัติการทางการเกษตร				
บันทึก	112	56.00	0.68	0.52
ไม่บันทึก	88	44.00	0.46	0.51
6. ความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย				
น้อยมาก	6	3.00	0.03	0.25

ระดับความเข้าใจ	จำนวน	ร้อยละ	\bar{X}	S. D
น้อย	48	24.00	0.20	0.35
ปานกลาง	104	52.00	0.52	0.46
มาก	32	16.00	0.13	0.35
มากที่สุด	10	5.00	0.03	0.25

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และพฤติกรรมทางด้านการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งพบว่า เกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ส่วนใหญ่จะทำการเกษตรแบบระบบเกษตรอินทรีย์ คือ ไม่ใช้สารเคมีใดๆในกระบวนการผลิต แต่ยังคงขาดการรับรองมาตรฐานแปลงปลูกให้เป็นไปตามมาตรฐานการผลิตพืชที่กำหนด โดยพฤติกรรมการผลิตสินค้าเกษตรตามมาตรฐานทางการเกษตรและอาหารปลอดภัยของเกษตรกรนั้น พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกร มีข้อมูล หรือเคยได้ยินถึงมาตรฐานรับรองระบบการปลูกในมาตรฐานต่างๆ แต่ยังคงขาดการอบรมให้ได้ทักษะ องค์ความรู้ และขั้นตอนการผลิตภายใต้มาตรฐานการผลิตพืช เช่น GAP, SDGsPGS, PGS, Organic Thailand และ มาตรฐาน Q นั้น เพื่อพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรให้ได้คุณภาพ มีความปลอดภัย และคำนึงถึงความปลอดภัยต่อเกษตรกรผู้ผลิต และผู้บริโภค ดังนั้นจึงควรได้รับการพัฒนาองค์ความรู้ ผ่านกระบวนการอบรม จากหน่วยงานภาครัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้ามาสนับสนุนขับเคลื่อน หรือส่งเสริมองค์ความรู้ สู่การผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยในอนาคตต่อไป โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะจากการวิจัยดังนี้

1. เกษตรกรควรได้รับความรู้ความเข้าใจด้านการผลิตพืชตามมาตรฐานแปลงปลูก จากหน่วยงานภาครัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ในการขับเคลื่อนกระบวนการสร้างองค์ความรู้ ความเข้าใจ ทางด้านวิชาการ ระบบการวางแผนการผลิต อบรมเชิงปฏิบัติการขั้นตอนตามมาตรฐานต่างๆ สามารถเพิ่มทักษะในการผลิตให้เหมาะสมกับชนิดของพืช ตลอดจนมีองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการแหล่งน้ำ การจัดการดิน สำหรับการเพาะปลูก การใช้สารเคมีหรือชีวภัณฑ์ในการควบคุมศัตรูพืช เพื่อเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน

2. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาข้อมูลในเรื่องของการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรและการขนส่ง เพื่อลดการสูญเสียของผลผลิต รวมทั้ง มีการใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มาพัฒนาโดยคำนึงถึงกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย และพัฒนาต่อยอดผลผลิตทางการเกษตรในชุมชน สู่ระบบอาหารปลอดภัย ระบบการผลิตและมาตรฐานที่ปลอดภัย และความมุ่งมั่นในการทำการเกษตรปลอดภัยหรือเกษตรอินทรีย์ สร้างความมั่นคงทางด้านอาหาร สู่ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน ในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัย คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ และนักศึกษาสาขาเกษตรศาสตร์ที่ให้ความร่วมมือในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กองยุทธศาสตร์และงบประมาณ. 2566. ประกาศองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ เรื่อง แผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ. 2566-2570) ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (เพิ่มเติม) ครั้งที่ 6/2566.
กนกพร ตันวิวัฒน์ และ คณิต เขียววิชัย. 2562. รูปแบบชุมชนอาหารปลอดภัยของระบบการเกษตรที่สนับสนุนโดยชุมชนในพื้นที่ภาคกลาง. เศรษฐศาสตร์การเมืองบูรพา. 7(2): 85-100.

- จารุพงศ์ ประสพสุข, ปริญญา สุขสุพรรณ และ วัชรพร ศรีสว่างวงศ์. 2557. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ เพื่อการรับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี สำหรับพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบน. แก่นเกษตร. 42: 430 – 439.
- จุฬาลักษณ์ ตลับนาค, เพลินพิศ ยะสินธุ์ และ อำนาจ สวัสดิ์นะที. 2563. การประเมินความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรที่ดีเหมาะสม ของเกษตรกรผู้ปลูกผัก ตำบลบ้านเข็ญ อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท. เกษตรพระวรุณ. 18(1): 104-110.
- ดุขฎี พรหมทัต. 2558. พฤติกรรมการผลิตผักปลอดภัยของเกษตรกร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิจัย สหวิทยาการไทย. 10(3): 9-16.
- พัชรินทร์ สุภาพันธุ์ และทัตพงศ์ อวิโรธนานนท์. 2559. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวิธีการจำหน่ายผลผลิตผักของเกษตรกร ที่มีการยอมรับเทคโนโลยีการเกษตรที่ดีเหมาะสม ในจังหวัดเชียงใหม่. รายงานผลการวิจัย. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 89-99.
- พัชรินทร์ สุภาพันธุ์ และเบญจพรรณ เอกะสิงห์. 2560. การจัดการห่วงโซ่อุปทานด้วยตัวแบบ SCOR ของผักสดที่ผ่านมาตรฐานการรับรองตามการผลิตทางการเกษตรที่ดีเหมาะสมในจังหวัดเชียงใหม่. ปาริชาติ. 30(1): 95-119.
- พุดิสรรค์ เครือคำ. 2561. ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมปลูกไม้ผลในระบบอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว จังหวัดเชียงใหม่. เกษตรพระวรุณ. 15(1): 85-93.
- ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดเพชรบูรณ์. 2566. แผนพัฒนาจังหวัด 5 ปี (2566-2570). สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดเพชรบูรณ์.
- ละอองดาว แสงหล้า และธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2547. การพัฒนาถั่วเหลืองไทยให้เป็นอาหารปลอดภัย. พัฒนบริหารศาสตร์. 45(2): 175-192.
- วิจิตรา เหลียวตระกูล, วชิรญา เหลียวตระกูล, วรณภา วงศ์แสงธรรม และรวีวรรณ เต็มขันธ์. 2562. พฤติกรรมการผลิตผักและทัศนคติในการผลิตผักปลอดภัยของเกษตรกรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. แก่นเกษตร. 47(5): 1045-1056.
- ศุทธิดา มิ่งสกุล. 2559. ความรู้และการปฏิบัติตามแนวเกษตรที่ดีเหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกผักในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. วิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. 11(2): 323-334.
- ศูนย์ข้อมูลและข่าวสืบสวนเพื่อสิทธิพลเมือง. 2563. 11 ปีไทยนำเข้าสารเคมีเกษตร 1.66 ล้านตัน 2.46 แสนล้านบาท เจ็บป่วยเฉลี่ยปีละ 4 พันราย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.tcijthai.com/news/2019/10/scoop/9456>. ค้นเมื่อ 11 มกราคม 2566.
- ศูนย์วิชาการคุ้มครองผู้บริโภคด้านสุขภาพ (คคส.). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2563. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักผลไม้ไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.thaihealthconsumer.org/news> ค้นเมื่อ 11 มกราคม 2566
- สิริรัตน์ พิษิตพร. 2546. ความรู้และการปฏิบัติเกี่ยวกับการเกษตรทฤษฎีใหม่ของเกษตรกร จังหวัดลำพูน. การค้นคว้าอิสระ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/CMU.res.2003.344. ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุดิบรายทางการเกษตรปี 2551-2561. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th/view/1/ปัจจัยการผลิต/TH-TH>. ค้นเมื่อ 23 เมษายน 2565

การศึกษาการสร้างแบบจำลองแนะนำพืชด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ Decision Tree-Based Plant Recommendation Study

กฤษณา แสงดี^{1*}, วิระ ศรีมาลา², คัมภีร์ อีระเวช² และนกรินทร์ทิพย์ พุทธิสิทธิ์¹

Kritsana Sangdee^{1*}, Wira Srimala², Kumpee Teeravech² and Nakarintip Putthasit¹

¹ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

² มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี 41 ม.5 ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี 22000

¹ Information and Communication Technology Center, Department of Agriculture, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

² Rambhai Barni Rajabhat University 41 Moo 5, Tachang, Mueang Chanthaburi District, Chanthaburi 22000

*Corresponding author E-mail: Kritsana.t@doa.in.th

บทคัดย่อ

การเลือกพืชให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ช่วยให้การทำการเกษตรประสบความสำเร็จได้ง่าย เป็นการเริ่มต้นปลูกพืชที่ดี เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยสร้างความมั่นใจในการทำการเกษตร โดยการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ การดูแลรักษาความเหมาะสมของพื้นที่และสภาพแวดล้อม ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่างกัน การนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยในการจัดการ ดูแลรักษาพืช ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องมาช่วยในการแนะนำพืช โดยการเรียนรู้จากข้อมูลงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตร คำแนะนำพันธุ์พืชที่เหมาะสมในพื้นที่ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา ข้อมูลดิน พันธุ์พืช ได้ข้อมูลจำนวน 34,360 ข้อมูล มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตของพืช และสร้างตัวแบบด้วยโปรแกรม R โดยมีตัวแปรนำเข้า 10 ตัวแปร ได้แก่ ข้อมูลดิน (ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การระบายน้ำของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เนื้อดิน) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน ความยาวแสงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม) ตัวแปรคลาส ได้แก่ พืช (ทุเรียน ลองกอง มะม่วง มังคุด ส้มโอ เงาะ) พบว่า ต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพในการให้คำแนะนำพืช มีค่าความถูกต้องร้อยละ 72

คำสำคัญ : พืช ต้นไม้ตัดสินใจ

Abstract

Plant selection is the foundation for starting a good crop. By analyzing various factors, taking care of them according to experience and expertise, the suitability of the area and the environment, the quality of the yield will vary. The use of artificial intelligence technology to help manage and care for plants using machine learning techniques to help recommend plants. By learning from research data from the Department of Agriculture and recommendations for suitable plant varieties in the area, factors related to plant growth, meteorological data, soil data, and plant varieties, we obtained 34,360 data. Analyze the data by decision tree technique to find the factors involved in plant growth and build a model with R program. With 10 input variables, including soil data (soil fertility, soil drainage, soil acidity, soil texture), climate data (maximum average temperature, minimum average temperature, average daily rainfall, sunlight length, relative humidity, wind speed), class variable including plants (durian, longkong, mango, mangosteen, orange, rambutan). It was found that the decision tree is effective in providing plant recommendations, with an accuracy of 72%.

Keywords : plant, decision tree

บทนำ

ภาคการเกษตรเป็นหนึ่งในภาคธุรกิจหลักที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย อีกทั้งอาชีพเกษตรกรยังเป็นฐานปริมิตของจำนวนประชากรทั้งประเทศ ดังนั้น การส่งเสริมและผลักดันความสามารถทางการแข่งขันด้านการเกษตร จึงเป็นตัวช่วยสำคัญในการกระตุ้นกลไกการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและส่งเสริมศักยภาพของเกษตรกรไทย และเพื่อสนับสนุนนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่นำเทคโนโลยีมาใช้อย่างหลากหลาย รวมถึงภาคการเกษตร การนำปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligence : AI ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการสร้างความสามารถให้แก่เครื่องจักรและคอมพิวเตอร์ ด้วยอัลกอริทึมและกลุ่มเครื่องมือทางสถิติ ในการสร้างซอฟต์แวร์ทรงปัญญาที่สามารถเลียนแบบความสามารถของมนุษย์ที่ซับซ้อนได้มาช่วยในการพัฒนาระบบคำแนะนำที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยนำการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning : ML) มาช่วยในการตัดสินใจเลือกข้อมูลที่ตรงกับพื้นที่ เป็นเครื่องมือการทำงานที่มีหลายรูปแบบและมีการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm) ให้เครื่องได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนพื้นฐานสำคัญคือการเรียนรู้หลายๆ ครั้งจนกว่าจะได้โมเดลที่เหมาะสม ในการสร้างโมเดลแต่ละครั้งต้องมีตัวข้อมูลนำเข้า (Input) ซึ่งต้องเป็นข้อมูลที่ดีที่จะทำให้ได้โมเดลที่ดีมีคุณภาพ และให้ผลลัพธ์ (Output) ที่มีประสิทธิภาพ (อสมมา, 2561) การเรียนรู้ของเครื่องนั้นมี 3 รูปแบบ คือ 1) การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised) เครื่องจะเรียนรู้ข้อมูลจากการนำเข้าของมนุษย์ 2) การเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอน (Unsupervised) เครื่องจะเรียนรู้และทำนายผลได้จากการจำแนกและสร้างแพทเทิร์นจากข้อมูลที่ได้รับ และ 3) การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Reinforcement learning) เป็นการเรียนรู้ซึ่งกำหนดการกระทำของระบบจากสิ่งที่สังเกตได้ คือ เรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว มีการนำไปใช้ในภาคการเกษตร เช่น การจำแนกอาการขาดธาตุอาหาร การตรวจวินิจฉัยโรคแมลง การใช้การวิเคราะห์การสุกของมะม่วง การคัดเกรดสับปะรด งานวิจัยนี้ได้้นำการเรียนรู้แบบ supervised ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจมาใช้ในการศึกษาสร้างแบบจำลอง ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสร้างโมเดลตัดสินใจ เนื่องจากโมเดลที่ได้สามารถแปลความหมายเป็นกฎการตัดสินใจและเข้าใจได้ง่าย เหมาะสำหรับลักษณะข้อมูลที่คำตอบไม่ใช่ตัวเลข ดังเช่น อำนวยพร และ กายรัฐ (2558) ได้พัฒนาระบบเชี่ยวชาญการปลูกข้าวในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยเลือกใช้เครื่องมือต้นไม้ตัดสินใจ อัลกอริทึม C4.5 มีความแม่นยำ 93.18% หรือ ปรีชา และคณะ (2559) ใช้ข้อมูลปัจจัยการผลิตมันสำปะหลังของจังหวัดกำแพงเพชรในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน Viviliya B and Validhehi V (2019) ใช้ machine learning ในการออกแบบระบบการให้คำแนะนำการปลูกพืช เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกร

จากความหลากหลายของพืชแต่ละชนิด ความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ การดูแลที่ต่างกัน ดังนั้น การศึกษาการสร้างแบบจำลองแนะนำพืชด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อได้โมเดลแนะนำพืชเบื้องต้น สามารถนำไปพัฒนาพืชอื่น ตลอดจนจนถึงพันธุ์พืชและชุดข้อมูลอื่นที่เป็นข้อความ เพิ่มขีดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ลดการซ้ำซ้อน เพิ่มความถูกต้องและเป็นปัจจุบันของข้อมูล เพิ่มโอกาสในการนำไปต่อยอดและใช้การวางแผนการผลิตในอนาคต รวมทั้งนำไปพัฒนาระบบพร้อมใช้งานต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการในปี 2565 จากการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เอกสาร นักวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านของกรมวิชาการเกษตรในศูนย์วิจัยจังหวัดเชียงใหม่ พิษณุโลก ขอนแก่น อุบลราชธานี

ชัยนาท จันทบุรี สุราษฎร์ธานี สงขลา และศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ นำมาเตรียมข้อมูล ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (ภาพที่ 1) ดังนี้

1. กำหนดตัวแปร

รวบรวมข้อมูลคำอธิบายกลุ่มชุดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน) ข้อมูลอนุกรมวิธานรายวัน ระหว่างปี 2560-2564 (กรมอนุกรมวิธาน) ข้อมูลพันธุ์พืช (กรมวิชาการเกษตร) ข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช 6 ชนิด ได้แก่ ทุเรียน ลองกอง มะม่วง มังคุด ส้มโอ เงาะ จาก Crop requirement และคำแนะนำจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 34,360 ข้อมูล

2. การเตรียมข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ ก่อนนำไปวิเคราะห์และแนะนำพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) Data Integration เป็นการรวมข้อมูลที่หลากหลายรูปแบบให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน 2) Data Cleaning เป็นการจัดการข้อมูลที่ไม่ต้องการออก 3) Data Transformation การจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่นำไปใช้ในการประมวลผลได้ โดยจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ csv 4) Data Reduction การผสมข้อมูลที่รวบรวมได้มาจากหลายแหล่ง ลดรูปข้อมูล (กำหนดขนาดตัวอย่าง) สกัดคำอธิบายข้อมูล เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล

3. วิเคราะห์โมเดลแนะนำพืช โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องจักรเข้ามาช่วย ทำการเลือกประเภท Supervised Learning เป็นชุดข้อมูลที่ทราบคำตอบอยู่แล้ว เป็นเทคนิคหนึ่งในการจำแนกประเภทและการพยากรณ์ ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อความจึงเลือกใช้ Decision Tree ทำการแบ่งข้อมูลตัวอย่าง ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ชุดข้อมูลฝึก (Training Datasets) 2) ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Datasets) ทำการทดสอบโมเดล ด้วยการวัดข้อผิดพลาดชนิด unbiased error แล้วหาประสิทธิภาพของโมเดลที่พัฒนาขึ้น โดยการหาค่าความถูกต้องแม่นยำ

4. คำนวณความถูกต้องของการทำนาย

ความถูกต้อง (Accuracy) หมายถึง ค่าที่ได้จากการทำนายในแต่ละครั้งเข้าใกล้ค่าที่แท้จริงมากน้อยเพียงใด

$$\% \text{ ความถูกต้อง} = 100 - \% \text{ ความคลาดเคลื่อน}$$

การตรวจสอบหาความสอดคล้องของชุดข้อมูลฝึก และข้อมูลทดสอบ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโคเฮน (Cohen's kappa) ดังสมการที่ (1) (Carletta, 1996)

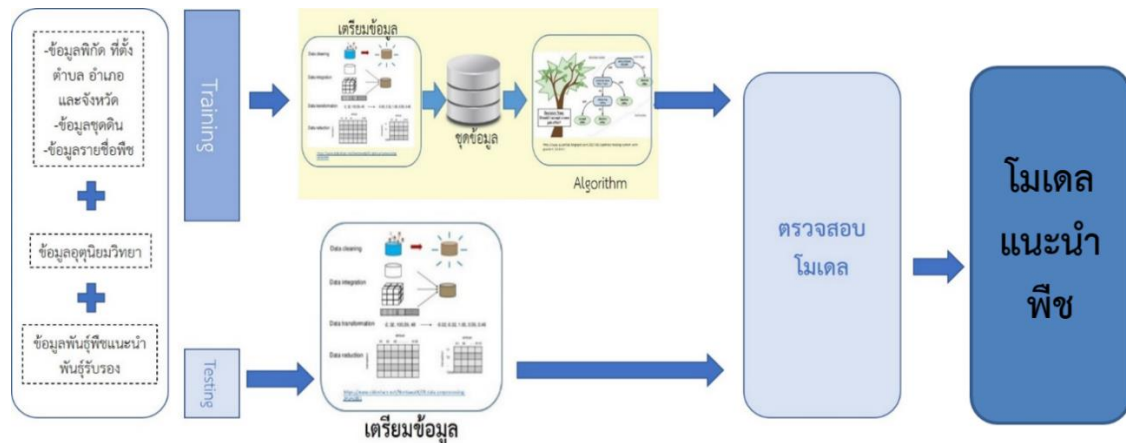
$$K = \frac{P(A) - P(E)}{1 - P(E)} \quad (1)$$

โดยกำหนดให้ P(A) คือ ความน่าจะเป็นความสอดคล้องของข้อมูลการจำแนก

P(E) คือ ความน่าจะเป็นความสอดคล้องของข้อมูลอ้างอิง

โดยที่ K แบ่งได้ 3 ช่วง ประกอบด้วย

- 1) $K > 0.8$ มีความสอดคล้องกันมาก
- 2) $0.67 < K < 0.8$ มีความสอดคล้องปานกลาง
- 3) $K < 0.67$ มีความสอดคล้องกันต่ำ



ภาพที่ 1 ขอบเขตการวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลแนะนำพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์เนื้อหาข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม ได้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกปลูกพืชที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่พร้อมคำแนะนำในการปลูก ดูแลรักษา เพื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ จำนวน 10 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ความยาวแสงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การระบายน้ำของดิน ความเป็นกรดต่างของดิน ดังตารางที่ 1 จากกลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) จำนวน 27,488 ข้อมูล

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์แนะนำพืชที่ใช้ในการวิเคราะห์

ชื่อเดิม	ความหมาย	หน่วย	ชื่อใหม่
Plant	พืช	-	Y
Avg_Tmax	อุณหภูมิสูงสุด	เซลเซียส	X1
Avg_Tmin	อุณหภูมิต่ำสุด	เซลเซียส	X2
Avg_Rain	ปริมาณน้ำฝน	มิลลิเมตรต่อวัน	X3
Avg_sun	ความยาวแสงอาทิตย์	ชั่วโมง	X4
Avg_Rh	ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	X5
Avg_wind	ความเร็วลม	เมตรต่อวินาที	X6
Texture_S	เนื้อดิน	-	X7
Fertlity_S	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	-	X8
Soil_Drain	การระบายน้ำของดิน	-	X9
Soil_Ph	pH ของดิน	-	X10

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

1	Plant	Soil_Ph	Soil_Fer	MASL	Soil_Text	Tmax	Tmin	Rh	Rain(sum)	Wind
2	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
3	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
4	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
5	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
6	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
7	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
8	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
9	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
10	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
11	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
12	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
13	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
14	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
15	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
16	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
17	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
18	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
19	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
20	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
21	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404
22	Durian	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย	ต่ำ		9.3 ดินร่วนปนดินเหนียว	32.60278552	23.73398329	78.12054795	3872.6	13.64345404

ภาพที่ 2 การเตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์

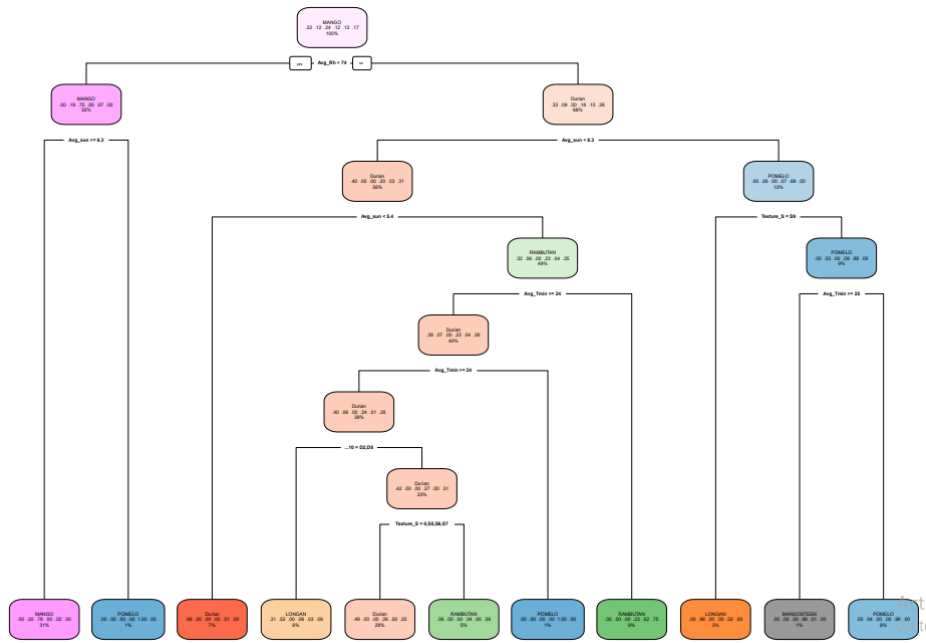
ตารางที่ 2 จำนวนข้อมูลหลังจากแยกคุณลักษณะ

คุณลักษณะเฉพาะ	จำนวนข้อมูล
จำนวนของคลาส (พีช)	6
จำนวนข้อมูลทั้งหมด	34,360
จำนวนตัวอย่างขั้นต่ำต่อคลาส	3200
จำนวนตัวอย่างสูงสุดต่อคลาส	6400
จำนวนปัจจัย	10

ตารางที่ 3 ผลการสอบความถูกต้องของการแนะนำพีช

พีช	ทุเรียน (n= 5,974)	ลำไย (n= 3,200)	มะม่วง (n= 6,400)	มังคุด (n= 3,200)	ส้มโอ (n= 3,200)	เงาะ (n= 4,620)
Balanced Accuracy	0.7793	0.80129	0.8905	0.93619	0.9798	0.80285

การแนะนำพีชด้วยการพัฒนาโมเดลโดยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ จากตัวแปรพีช 6 ชนิด ได้แก่ ทุเรียน ลองกอง มะม่วง มังคุด ส้มโอ เงาะ ได้แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจดังภาพที่ 3 และโมเดลมีค่าความถูกต้อง ร้อยละ 72 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.65 มีความสอดคล้องของข้อมูลปานกลาง



ภาพที่ 3 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจแนะนำพืช

จากโมเดลที่ได้ยังคงต้องมีการนำเข้าข้อมูลในการพัฒนาให้โมเดลมีค่าความถูกต้องมากขึ้น ในการพัฒนาระบบที่สามารถเข้าถึงผู้ใช้งานได้ง่าย โดยการนำกฎพื้นฐานมาใช้ในการพัฒนาระบบต่อไป เมื่อมีข้อมูลชุดใหม่เข้ามา โมเดลจะใช้กฎพื้นฐานในการจัดกลุ่มว่าอยู่ในสภาพแวดล้อมกลุ่มใด ผลลัพธ์จะได้พืชที่แนะนำในสภาพพื้นที่นั้น ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างคำอธิบายกฎพื้นฐานที่ได้

กฎพื้นฐาน	คำอธิบาย	คำตอบ
If (Mango = Avg_Rh < 74) AND (Mango = Avg_sun >= 6.3)	ถ้าสภาพแวดล้อมในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยน้อยกว่า 74 และมีความยาวแสงแดดเฉลี่ย มากกว่าหรือเท่ากับ 6.3	Mango
If (Mango = Avg_Rh < 74) AND (Mango = Avg_sun < 6.3)	ถ้าสภาพแวดล้อมในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยน้อยกว่า 74 และมีความยาวแสงแดดเฉลี่ย น้อยกว่า 6.3	Pomelo

วิจารณ์ผล

การตัดสินใจเลือกปลูกพืชขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ การเข้าถึงองค์ความรู้ ประสบการณ์และความชำนาญของเกษตรกร จากการศึกษาโดยเลือกใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้องสูง เป็นหนึ่งในเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัจจัยที่หลากหลายสู่คำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งาน (Viviliya B and Validhehi V, 2019) การศึกษาครั้งนี้ ศึกษาในพืชสวน 6 ชนิด ได้แก่ ทูเรียน ลองกอง มะม่วง มังคุด ส้มโอเงาะ ได้รวบรวมปัจจัยการผลิตที่ช่วยส่งเสริมการผลิตพืชให้มีคุณภาพ ลดต้นทุนการผลิต เช่น เนื้อดิน การระบายน้ำของดิน ในแต่ละพื้นที่ต่างกัน สามารถแนะนำพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ได้เบื้องต้น ลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็น (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2559) จากการนำเข้าปัจจัยยังคงต้องมีการเพิ่มข้อมูลนำเข้าและปรับปรุงปัจจัยเพิ่มหรือ

ลดตามความเหมาะสมในการปลูกพืช ซึ่งพันธุ์พืชแนะนำและพันธุ์พืชรับรองของกรมวิชาการเกษตรสามารถช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลของโมเดลมีประสิทธิภาพและเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ใช้ได้มากขึ้น สอดคล้องกับ ชัดชัย และ ชนัญญาญจน์ (2564) เลือกใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจในการสร้างโมเดลเลือกปลูกพืชสวนเศรษฐกิจในจังหวัด อุบลราชธานี หรือการตัดสินใจแนะนำพืชสำหรับสวนชุมชนโดยใช้อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจสามารถแนะนำพืชที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและดินของสวนชุมชนได้อย่างแม่นยำ ซึ่งพืชบางชนิดยังไม่สามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมในการเลือกได้ เนื่องจากข้อมูลเรียนรู้ของเครื่องมีจำนวนน้อยเกินไปหรือมีจำนวนข้อมูลไม่สม่ำเสมอทำให้โมเดลไม่สามารถวิเคราะห์ได้ จึงต้องมีการนำเข้าข้อมูลภาคสนามเพิ่มขึ้น

สรุปผล

การสร้างแบบจำลองแนะนำพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ โดยใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตของพืช แต่ละชนิด ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การระบายน้ำของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เนื้อดิน อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน ความยาวแสงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม เป็นตัวแปร เมื่อนำไปสร้างแบบจำลองแนะนำพืชด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (ทุเรียน ลองกอง มะม่วง มังคุด ส้มโอ เงาะ) มีค่าความถูกต้องร้อยละ 72 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.65 มีความสอดคล้องของข้อมูลปานกลาง เป็นกฎพื้นฐานในการศึกษาพืชอื่น และสามารถนำไปพัฒนาระบบแนะนำพันธุ์พืชเพื่อเข้าถึงผู้ใช้งานได้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และนักวิจัยของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 สถาบันวิจัยพืชสวน สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดิน รวมทั้งเกษตรกรที่ให้การสนับสนุนข้อมูล คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ชัดชัย แก้วตา และ ชนัญญาญจน์ แสงประสาน. 2564. การเลือกพืชสวนเศรษฐกิจเพื่อการเพาะปลูกที่เหมาะสม ในจังหวัดอุบลราชธานีโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 26: 593-609.
- ปรีชา ลิมตระกูล, วิภา เจริญภักดิ์, และ วิทยา พรพัชรพงศ์. 2559. การพัฒนาตัวแบบการพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศิลปากร. 24: 105-116.
- อำนวยการ ภมร และ กายรัฐ เจริญราษฎร์. 2558. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการปลูกข้าว ในจังหวัดชัยนาท. ปริญญาโทบริหารวิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Carletta, J. 1996. Assessing agreement on classification tasks: the kappa static. *Computation Linguistics*. 22: 249-254.
- Viviliyq B. & Validhehi V. 2019. The Design of Hybrid Crop Recommendation System using Machine Learning Algorithms. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*. 9: 4305-4311.

การคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม Sorting Pineapple Fruit Using Artificial Neural Network

นกรินทร์ทิพย์ พุทธิสิทธิ์^{1*} กฤษณา แสงดี¹ และวิระ ศรีมาลา²

Nakarintip Putthasit^{1*}, Kritsana Sangdee¹ and Wira Srimala²

¹ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

² มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี 41 ม.5 ต.ท่าช้าง อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000

¹ Information and Communication Technology Center, Department of Agriculture, Latyao, Chatuchak, Bangkok 10900

² Rambhai Barni Rajabhat University 41 Moo 5 Thachang, Mueang Chanthaburi District, Chanthaburi 22000

*Corresponding author E-mail: nakarintip@gmail.com

บทคัดย่อ

การคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อศึกษาวิเคราะห์และสร้างโมเดลการคัดแยกระดับการสุกจากสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ดำเนินการในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยรวบรวมข้อมูลลักษณะทางกายภาพ และข้อมูลภาพกลุ่มตัวอย่างสับปะรด พันธุ์ปัตตาเวีย แบ่งระดับสีเปลือกสับปะรดเป็น 4 ชุดข้อมูล ดังนี้ ระดับ 0, 1, 2 และ 3 จำนวนรูปทั้งหมด 46,000 รูป โดยนำภาพมาวิเคราะห์และสร้างโมเดลจำแนกภาพโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกแบบคอนโวลูชัน ผลการศึกษาพบว่า โครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันมีประสิทธิภาพสูงสามารถคัดแยกระดับการสุกจากสีเปลือกผลสับปะรดได้ ความถูกต้องเท่ากับ 91.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีประสิทธิภาพความถูกต้องอยู่ในระดับดี สามารถนำโมเดลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันการคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรดต่อไป

คำสำคัญ : สับปะรด โครงข่ายประสาทเทียม การประมวลผลภาพ ปัญญาวิเคราะห์เชิงลึก

Abstract

The study on the separation of pineapple skin color using artificial neural networks aims to research, analyze, and develop a model to classify the ripeness levels of pineapples based on their skin color, employing artificial neural networks. Conducted in Prachuap Khiri Khan Province, this study involved the collection of physical characteristics and image data from Pattavia pineapple samples. The data was categorized into four groups based on the skin color indicating different ripeness levels: 0, 1, 2, and 3. In total, 46,000 images were analyzed to develop an image classification model using deep convolutional neural networks. The results of the study showed that convolutional neural networks are highly effective in distinguishing the ripeness levels of pineapples based on their skin color, with an accuracy of 91.2 percent. This high level of accuracy demonstrates the efficacy of the model. The developed model can be further applied in creating applications for sorting pineapple skin color in the future.

Keywords : Pineapple, Artificial Neural Network, Image processing, Deep learning

บทนำ

สับปะรดเป็นผลไม้เศรษฐกิจเขตร้อนที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย และเป็นผู้นำในการผลิตและส่งออกสับปะรดผลสด ผลิตภัณฑ์สับปะรดที่มีคุณภาพตามมาตรฐานเป็นอันดับสองของโลก สับปะรดพันธุ์ที่นิยมนำมาแปรรูป ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวีย (Smooth Cayenne) แหล่งเพาะปลูกหลักอยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ราชบุรี และกาญจนบุรี

ปัจจุบันอุตสาหกรรมสับปะรดแปรรูปยังประสบปัญหาราคาส่งผลผลิตตกต่ำในฤดูกาลที่ออกผลพร้อมกันจำนวนมากเกินกว่าที่อุตสาหกรรมแปรรูปจะสามารถรับซื้อได้ ส่งผลให้เกษตรกรแบกรับภาระขาดทุนและสูญเสียผลผลิตสับปะรดในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก จากคุณภาพผลผลิตไม่ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ รวมทั้งความผันแปรสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกมีผลต่อคุณภาพผลผลิตสับปะรดในความสุข ส่งผลกระทบต่อผลผลิตส่วนใหญ่ที่ส่งเข้าโรงอุตสาหกรรม เนื่องจากโรงงานเป็นผู้กำหนดราคาจากปัจจัยหลายอย่างที่ใช้ในการพิจารณาปรับราคา รวมทั้งปัจจัยดัชนีการเก็บเกี่ยวจากลักษณะภายนอกที่สังเกตได้ง่าย โดยเฉพาะการเปลี่ยนสีเปลือกผลสับปะรดนำมาใช้กำหนดคุณภาพภายนอกตามตารางที่ 1 เพื่อให้ตรงมาตรฐานโรงงานและลดปริมาณการสูญเสียอย่างมีประสิทธิภาพให้กับผลผลิตสับปะรดที่เข้าสู่โรงงานอีกวิธีหนึ่ง (จารุพันธ์, 2526)

ตารางที่ 1 ดัชนีเก็บเกี่ยวผลสับปะรดโดยใช้สีเปลือก (บริษัท โดลไทยแลนด์ จำกัด, ม.ป.ป.)

เบอร์	ลักษณะสีเปลือกผล
0	สับปะรดที่มีเปลือกตาสีเขียวทั้งหมด
1	สับปะรดที่มีเปลือกตาเหลืองไม่เกิน 20% ของผล (ไม่เกิน 2 ตา)
2	สับปะรดที่มีเปลือกตาเหลือง อยู่ระหว่าง 20% - 40% ของผล (ไม่เกิน 2 ตา)
3	สับปะรดที่มีเปลือกตาเหลือง อยู่ระหว่าง 40% - 55% ของผล (4-6 ตา)
4	สับปะรดที่มีเปลือกตาเหลือง ไม่น้อยกว่า 55% แต่ไม่เกิน 90% ของผล (7-9 ตา)
5	สับปะรดที่มีเปลือกตาสีเหลืองมากกว่า 90% แต่มีสีส้มไม่น้อยกว่า 20% ของผล
6	สับปะรดที่มีเปลือกตาสีส้มแดงประมาณ 20 - 100%
7	เปลือกน้ำตาลอมแดง แสดงอาการเน่า (อายุมากกว่า 165 วัน)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) ได้ถูกนำมาใช้ในการจัดหมวดหมู่ (Classification) และจำแนกภาพให้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับมนุษย์ มีลักษณะเด่นในขั้นตอนการฝึกสอน (Train) ที่สามารถคัดเลือกคุณลักษณะและทำซ้ำจนกว่าจะได้คุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์มากที่สุด ต่างจาก Machine Learning แบบเดิม ซึ่งมนุษย์กำหนดคุณลักษณะ (Features) ให้กับเครื่องเพื่อฝึกสอน หากภาพมีความซับซ้อนยากต่อการกำหนดลักษณะจะทำให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ไม่ดี ผลที่ได้มีประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งประสิทธิภาพในการทำนายของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันขึ้นอยู่กับจำนวนภาพที่ใช้ในการฝึกสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ จำเป็นต้องใช้ภาพจำนวนมากในการฝึกสอน ดังนั้น การกำหนดจำนวนภาพและลักษณะของภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suwanee et al. (2006) ซึ่งทำการทดลองการคัดเกรดสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อจำแนกประเภทสับปะรดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ตัวอย่างสับปะรดจำนวน 149 ตัวอย่าง จำแนกตามคุณภาพของสับปะรด ได้แก่ ไม่สุก, สุกเต็มที่, สุก, สุกบางส่วน ผลการทดลองพบว่าคุณภาพไม่สุก สุก และสุกเกินไป ความแม่นยำในการจำแนกประเภทมากกว่า 83% ทั้งสามคลาส เช่นเดียวกับ Adisak et al. (2018) ได้ศึกษาการใช้ CNN-PPS M หาความหวานของสับปะรดจากรูปภาพโดยใช้รูปภาพ

สับปะรดจำนวน 4,860 รูป มีความแม่นยำจากการฝึกสอนและการทดสอบ เท่ากับ 72.38 และ 78.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Nazulan et al. (2020) ออกแบบวิธีการตรวจสอบตัวแปรความหวานในขั้นตอนการตรวจจับและจำแนกผลไม้จากการเรียนรู้ของการประมวลผลภาพ โดยตรวจสอบสีและรูปร่างของผิวแดงโม และจัดระดับตามระดับความหวานโดยใช้วิธีการจัดกลุ่ม K-means พบว่าแดงโมแต่ละลูกจะถูกจัดกลุ่มเป็นเกรด A (ระดับความหวานสูง) เกรด B (ระดับความหวานปานกลาง) และเกรด C (ระดับความหวานต่ำ) ตามผลการตรวจจับสีและรูปร่าง และค่าความแม่นยำสูงถึง 84.62 เปอร์เซ็นต์

การคัดแยกกระต๊อบการสุกจากสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียมอาจจะช่วยสร้างมาตรฐานการวัดความสุกจากสีเปลือกสับปะรด และความมั่นใจให้กับเกษตรกรว่าสับปะรดที่เกษตรกรผู้ปลูกที่ส่งเข้าโรงงานแปรรูปสับปะรด เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มักอาศัยภูมิปัญญาท้องถิ่นในการวัดความสุกด้วยวิธีเคาะผลสับปะรด เพื่อฟังเสียงความหนาแน่นซึ่งเป็นการวิเคราะห์ค่าความสุกที่ใช้กันมาอย่างยาวนาน ขึ้นอยู่กับความชำนาญและประสบการณ์ในการฟังเสียง ดังนั้น การนำเครื่องมือหรือนวัตกรรมมาช่วยจำแนกคุณลักษณะภาพที่มีความซับซ้อน เพื่อกำหนดมาตรฐานการวัดค่าความสุกของสับปะรดที่สามารถนำไปปรับใช้ได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ราคาไม่สูง และเกษตรกรมีส่วนร่วมในการนำผลการพัฒนานวัตกรรมไปใช้ได้จริงในมาตรฐานเดียวกัน

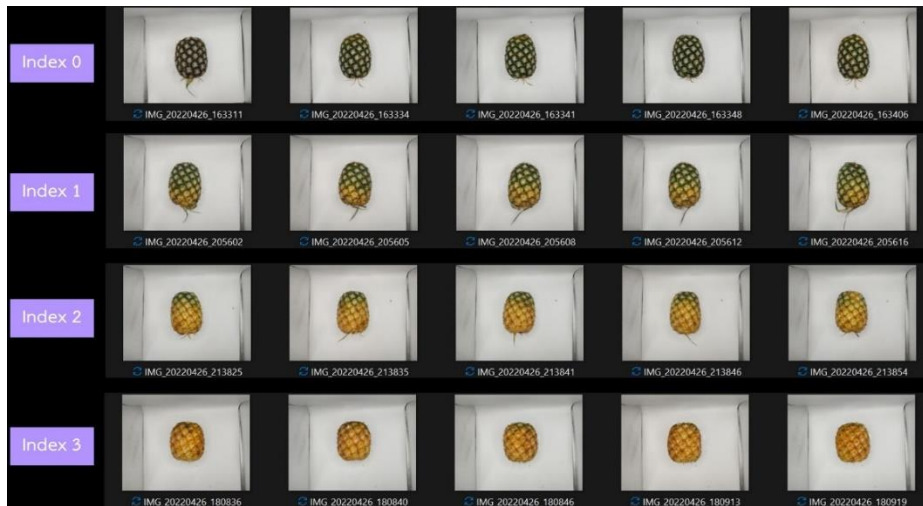
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูล รวบรวมผลผลิตสับปะรด พันธุ์ปัตตาเวีย ในพื้นที่อำเภอปรานบุรี สามร้อยยอด กุยบุรี และเมืองประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยรวบรวมข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนัก ผล ความยาวเส้นรอบผล และความยาวผล และข้อมูลภาพถ่ายกลุ่มตัวอย่างสับปะรด ภายใต้กล่องสำหรับควบคุมสภาพแวดล้อม (Photography Tent Box) ขนาด 40x40 เซนติเมตร พื้นหลังสีขาว ประกอบด้วยหลอดไฟ LED105B1 ขนาด 18 วัตต์ เพื่อให้ได้ภาพที่มีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด กล้องโทรศัพท์มือถือ (12 MP, f/2.2, 1.25 μm , dual pixel PDAF) โหมดการถ่ายภาพแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) ระยะห่างจากสับปะรดประมาณ 25 เซนติเมตร บันทึกภาพนามสกุล JPEG ความละเอียด 4000x3000 พิกเซล ขนาด 4.3 MB จำนวน 46,000 รูป จากนั้นนำภาพถ่ายกลุ่มตัวอย่างสับปะรดที่บันทึกไว้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และจำแนกระดับความสุกเพื่อนำไปใช้ประมวลผลภาพ

ลักษณะสีเปลือกสับปะรดแบ่งระดับความสุกเป็น 4 ระดับ (ตารางที่ 2) คือ ระดับ 0, 1, 2 และ 3 โดยอ้างอิงสีเปลือกผลสับปะรดจากตารางที่ 1 ซึ่งเป็นมาตรฐานสีเปลือกของอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรด คุณลักษณะทางเคมีวัดปริมาณความหวานด้วยเครื่อง Brix Refractometer เป็นเครื่องวัดความหวานผลไม้สำหรับตรวจสอบความหวานหรือปริมาณน้ำตาลในผลิตผลทางการเกษตร และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้กระดาษลิตมัสในการตรวจสอบ

ตารางที่ 2 ลักษณะสีเปลือกสับปะรดแบ่งตามระดับความสุก 4 ระดับ

ระดับความสุก	ลักษณะสีเปลือกผล
0	เปลือกตาสีเขียวทั้งหมด
1	เปลือกตาเหลือง ไม่เกิน 20% ของผล (ไม่เกิน 2 ตา)
2	เปลือกตาเหลือง ไม่น้อยกว่า 55% แต่ไม่เกิน 90% ของผล (ไม่เกิน 7 - 9 ตา)
3	เปลือกตาเหลือง ไม่น้อยกว่า 90% แต่มีสีส้มไม่น้อยกว่า 20% ของผล



รูปที่ 1 ความแตกต่างของลักษณะสีเปลือกสับปะรดตามระดับความสุกในระดับต่างๆ

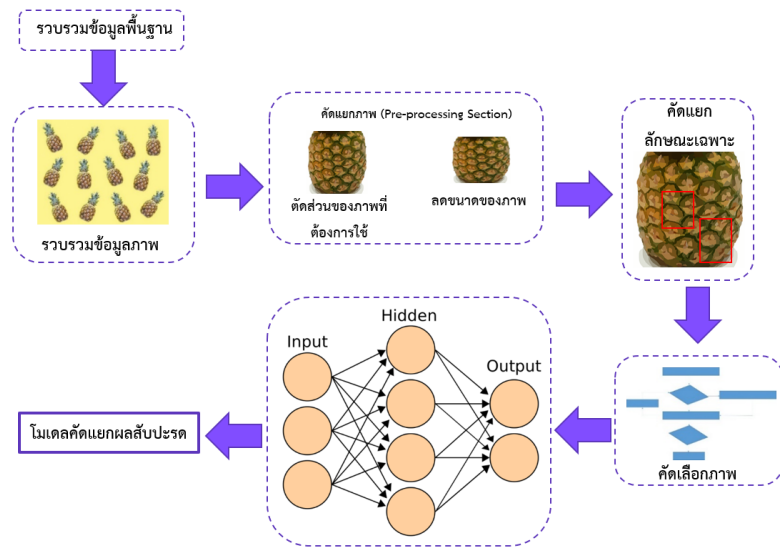
2. การเตรียมข้อมูลภาพ ลดขนาดภาพให้มีขนาด 512x512 พิกเซล ซึ่งเป็นขนาดที่สามารถเห็นจุดสีได้เพียงพอ จากนั้นทำการปรับปรุงภาพด้วยการแยกส่วนข้อมูลภาพ โดยขอบเขตพื้นที่และขอบภาพจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด เมื่อหาเส้นรอบภาพของวัตถุภาพในภาพได้แล้วปรับลดความคมชัดและความเข้มที่รอยต่อของขอบเขตพื้นที่ ภาพที่ได้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน สามารถลดสัญญาณรบกวนทำให้สามารถลดขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลของค่าสีพารามิเตอร์ที่ได้เสร็จสิ้น ข้อมูลเหล่านี้ไม่สามารถถูกนำมาใช้งานในการประมวลผลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมได้ทันทีเนื่องจากรูปแบบค่าพารามิเตอร์ของ RGB ไม่อยู่ในขอบเขตที่เหมาะสมกับค่าการทำงานของนิวรอลเน็ตเวิร์ค

สำหรับกระบวนการประมวลผลภาพ ทำการแปลงภาพให้เป็นไบนารี (Binary Image) ก่อนนำไปใช้งาน เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลภาพได้ งานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการแปลงภาพโดยใช้ค่าเทรชโฮลด์ (Threshold)

$$f_T = [i, j] = \begin{cases} 1 & \text{if } i, j > \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

เมื่อ $f_T = [i, j]$ = ค่าระดับความสว่างที่ตำแหน่ง (i, j)
 T = ค่าเทรชโฮลด์

3. การสร้างโมเดลการคัดแยกสีเปลือกสับปะรด แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การเรียนรู้ (Training) และการทดสอบ (Testing) สำหรับขั้นตอนการสร้างการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายกลุ่มตัวอย่างสับปะรด พันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งจัดกลุ่มระดับความสุกเป็นระดับ 0, 1, 2 และ 3 จากการจำแนกโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านสับปะรด แบ่งสัดส่วนข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Dataset) และสำหรับทดสอบ (Testing Dataset) เท่ากับ 70/30 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 2 ขั้นตอนการสกัดคุณสมบัติเฉพาะของสับประรดด้วย Convolution neuron network (CNN)

4. การประเมินผลโมเดล ใช้การวัดความสามารถของโมเดลจากตารางข้อมูลการประเมินผลลัพธ์การทำนาย (Confusion Matrix) ในการแก้ปัญหาการจำแนก (Classification) ด้วยค่าความถูกต้อง (Accuracy) ได้ดังสมการ (1) เป็นค่าความถูกต้องที่ได้จากนำชุดข้อมูลทดสอบเข้ากับโมเดล ดังนี้

		Predicted Values	
		Positive	Negative
Actual Values	Positive	TP	FN
	Negative	FP	TN

$$Accuracy = \frac{(TP+TN) \times 100}{(TP+TN+FP+FN)} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (3)$$

$$F1 \text{ Score} = \frac{2 \times (Precision \times Recall)}{(Precision + Recall)} \quad (4)$$

โดยที่





True Positive (TP) คือ สิ่งที่ไม่เดลทำนายว่า “จริง” และมีค่าเป็น “จริง”
 True Negative (TN) คือ สิ่งที่ไม่เดลทำนายว่า “ไม่จริง” และมีค่า “ไม่จริง”
 False Positive (FP) คือ สิ่งที่ไม่เดลทำนายว่า “จริง” แต่มีค่าเป็น “ไม่จริง”
 False Negative (FN) คือ สิ่งที่ไม่เดลทำนายว่า “ไม่จริง” แต่มีค่าเป็น “จริง”

ผลการวิจัย

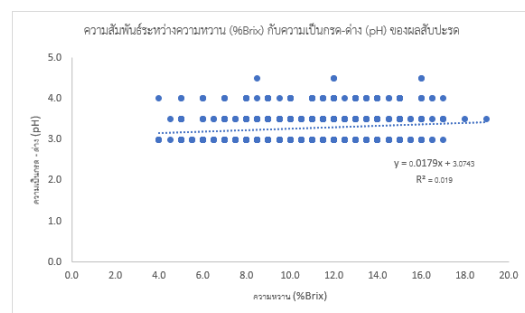
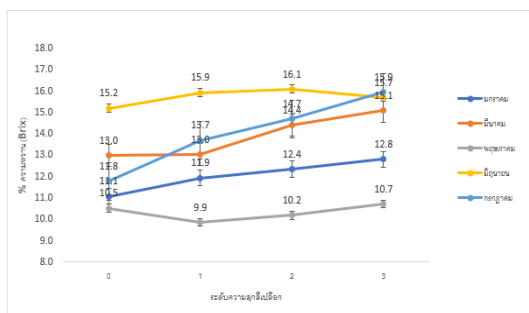
1. การวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลการคัดเลือกสีเปลือกผลสับปะรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

ลักษณะของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่ใช้คัดเลือกคุณภาพผลผลิต พบสีเปลือกสับปะรดมีสีเขียวเข้มทั้งผลที่ระดับ 0 แต่เมื่อระดับเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระดับ 1 - 3 เริ่มมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น ตามระดับจนกระทั่งมีสีเหลืองทั้งผล การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกเกิดจากรงควัตถุ (Pigments) ที่อยู่บริเวณเปลือก โดยคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) จะสลายหรือเปลี่ยนสภาพไปทำให้สีเขียวลดลง และแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) พัฒนาเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามระดับการสุก ซึ่งทำให้ลักษณะภายนอกของผลสับปะรด เมื่อเริ่มสุก (นับจากวันออกดอกใช้เวลา 150 - 160 วัน) สีเปลือกจะเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองจากทางด้านล่างขึ้นมายังส่วนบนของผล เนื้อผลมีสีเหลืองอ่อน นุ่มและชุ่มน้ำ ขนาด (เส้นรอบผล ความสูง) และน้ำหนักของผลสับปะรด พบน้ำหนักผลอยู่ในช่วง 0.9 - 1.0 กิโลกรัม ขนาดผลมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยในทุกระดับความสุก 4 - 4.5 นิ้ว

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพผลสับปะรดกับสีเปลือกสับปะรดตามระดับความสุกในระดับต่างๆ

ระดับความสุก	ลักษณะสีเปลือก	ความหวาน (°Brix)	น้ำหนัก (Kg.)	ความยาวเส้นรอบรูป (cm.)	ความยาวผล (cm.)
Index 0		2.0 - 18.0 (mean = 10.2)	0.94	14.5 - 48.5 (mean = 35.3)	4.0 - 21.0 (mean = 12.9)
Index 1		4.0 - 19.0 (mean = 11.4)	0.96	24 - 49.0 (mean = 36.1)	7.0 - 23.5 (mean = 12.9)
Index 2		3.0 - 19.5 (mean = 13.0)	1.02	26.7 - 52.5 (mean = 36.4)	9.0 - 24.0 (mean = 13.5)
Index 3		6.0 - 19.0 (mean = 13.1)	1.01	28.3 - 48.5 (mean = 36.7)	8.0 - 23.4 (mean = 13.3)

คุณลักษณะทางเคมีของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่ใช้คัดเลือกคุณภาพผลผลิต เปอร์เซ็นต์ความหวานอยู่ในช่วง 4.0 - 19.0 °Brix แสดงถึงระดับความสุกของเนื้อสับปะรดภายในผล โดยดูจากสีเนื้อของสับปะรดในระดับ 0 จะมีสีเหลืองอ่อน หรือสีเหลืองซีด จนกระทั่งถึงระดับ 3 จะมีสีเหลืองเข้มสดใส เพราะสีในเนื้อสับปะรดมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามลำดับ หรือสัมผัสจากกลิ่นหอม ลักษณะตาห้งและแบนราบ กลีบเลี้ยงเปลี่ยนจากสีเขียวเข้มเป็นสีส้มหรือน้ำตาลอมแดง และเริ่มแสดงการเหี่ยว ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 3.0 - 4.0



รูปที่ 3 (a.) ระดับความสุกสีเปลือกสับปะรดกับเปอร์เซ็นต์ความหวาน (°Brix)

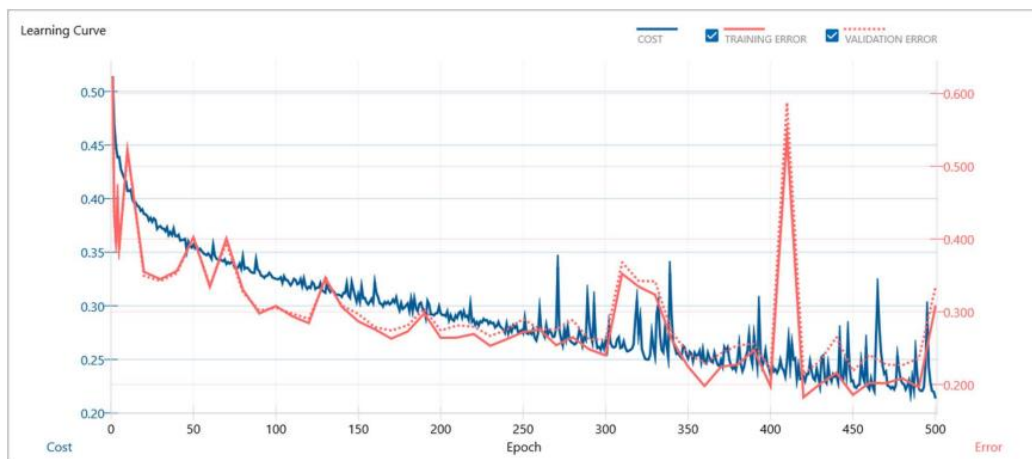
(b.) ความสัมพันธ์ระดับความสุกสีเปลือกสับปะรดกับความเป็นกรด-ด่าง (pH)

เมื่อเปรียบเทียบระดับความสุกสีเปลือกสับปะรดกับเปอร์เซ็นต์ความหวาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.41 แสดงว่าความสัมพันธ์สีเปลือกกับเปอร์เซ็นต์ความหวานน้อยมากดังรูปที่ 3 (a) และค่าความเป็นกรด - ต่าง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความหวานในสับปะรด แม้เปอร์เซ็นต์ความหวานจะเพิ่มขึ้นหากนำความสัมพันธ์ของลักษณะทางด้านกายภาพและคุณลักษณะทางเคมี ควรนำมาใช้พิจารณาการเก็บเกี่ยวร่วมกัน เพื่อให้ได้ผลผลิตสับปะรดตามความต้องการผู้ซื้อและผู้ขาย

2. การสร้างโมเดลการคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรด พัฒนาขึ้นจาก Open-source library ของ SONY Neural Network Library (nnabla) ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน กำหนดจำนวนภาพชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ (Training data set) และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing data set) เป็น 70:30 ใช้ภาพในการเรียนรู้จำนวน 36,872 ภาพ และภาพทดสอบจำนวน 9,219 ภาพ โดยฝึกเรียนรู้จำนวน 500 รอบ ได้ผลลัพธ์การคัดแยกสีเปลือก 4 ระดับ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมของโมเดลการคัดแยกสีเปลือกผลสับปะรด



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์จำนวนรอบการเรียนรู้ (Epochs) กับการแสดงค่าผิดพลาด ERROR

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการเรียนรู้ (Epochs) กับค่าผิดพลาด (Error) ในช่วงแรกของการฝึกพบว่า ค่าผิดพลาดของข้อมูลฝึก (Training Error) และข้อมูลตรวจสอบ (Validation Error) ลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้ที่ดีของโมเดล และในขณะที่จำนวนรอบการฝึกเพิ่มขึ้น ค่าผิดพลาดของข้อมูลฝึกยังคงลดลงแสดงว่าโมเดลฝึกได้ดีขึ้น แต่ข้อมูลตรวจสอบเริ่มมีความผันผวนและเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจบ่งบอกถึงการเกิดปัญหาการฝึกที่เรียกว่า Overfit ได้ และในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่าง Cost กับค่าผิดพลาดพบว่า cost ลดลงเมื่อโมเดลฝึกได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของข้อผิดพลาดในข้อมูลฝึก ซึ่งตรงกับจุดต่ำสุดในรอบที่ 420 มีค่าข้อผิดพลาดเท่ากับ 0.200 จากนั้นกราฟจะแกว่งตัวสูงและมีแนวโน้มที่จะเกิดการ Overfit

3. การประเมินผลโมเดลการคัดแยกสีเปลือกผลสับปรด ประสิทธิภาพของโมเดลการคัดแยกสีเปลือกผลสับปรดมีค่า Precision, Recall และ F1-Score

		Predicted Values				
		Index 0	Index 1	Index 2	Index 3	Recall
Actual Values	Index 0	4706	115	33	1	0.9693
	Index 1	164	720	155	5	0.6896
	Index 2	20	65	1252	130	0.8534
	Index 3	1	6	117	1729	0.9330
Precision		0.9621	0.7947	0.8041	0.9270	
F-Measures		0.9656	0.7384	0.8280	0.9299	
Precision Average				0.8720		
Recall Average				0.8613		
F-Measures Average				0.8655		

รูปที่ 6 การประเมินผลผลลัพธ์การทำนาย (Confusion Matrix) และค่าประสิทธิภาพจากการทดสอบโมเดล

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพความถูกต้องของโมเดลการคัดแยกสีเปลือกผลสับปรด

ระดับสีเปลือก	ความแม่นยำของโมเดล			
	Precision	Recall	Accuracy	F1-Score
0	0.9621	0.9693	0.9638	0.9656
1	0.7947	0.6896	0.9447	0.7384
2	0.8041	0.8534	0.9436	0.8289
3	0.9270	0.9330	0.9718	0.9299
ค่าเฉลี่ย	0.8720	0.8613	0.9560	0.8655

4. การนำโมเดลการคัดแยกสีเปลือกผลสับปรดไปใช้ประโยชน์ จากค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของโมเดลเท่ากับ 91.2 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพความถูกต้องอยู่ในระดับดี สามารถนำโมเดลที่ได้ในงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันการคัดแยกสีเปลือกผลสับปรดต่อไป

วิจารณ์ผล

การนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ผลการสร้างโมเดลมีความถูกต้อง เท่ากับ 91.2% แสดงถึงประสิทธิภาพในการสร้างแบบจำลองเพื่อคัดแยกสีเปลือกผลสับประรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nopparut et al. (2020) แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้วิธี Deep Learning ด้วยอัลกอริธึม CNN มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลประเภทที่ไม่ได้มีโครงสร้างเป็นรูปแบบเฉพาะตัว (Unstructured Data) อย่างเช่น รูปภาพ (Image) สามารถสกัดคุณลักษณะเด่นจากรูปภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในส่วนของเก็บตัวอย่างชุดข้อมูลภาพสีเปลือกของสับประรดต้องมีความหลากหลาย คุณภาพเพียงพอ เพื่อให้สามารถนำผลที่ได้ไปใช้ในการฝึกสอน เป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อความถูกต้องโดยรวมของโมเดล ซึ่งอาทิตย์ และคณะ (2562) ได้กล่าวไว้เช่นเดียวกันถึง รายละเอียดในการสกัดลักษณะเด่นเป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อความแม่นยำโดยรวมของระบบ สภาพแวดล้อมจริงในนาข้าวทำให้มีความซับซ้อนในองค์ประกอบของภาพ จำนวนตัวอย่างภาพจำเป็นต้องมากเพียงพอต่อการเรียนรู้ในสภาวะแวดล้อมต่างๆ อย่างครบถ้วน เพราะในสภาพแวดล้อมจริงของแปลงสับประรดมีองค์ประกอบภาพที่มีปัจจัยในเรื่องสี (ใบ ผล) และแสง ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้เก็บกลุ่มตัวอย่างภาพสับประรดผ่านกล้องโทรศัพท์มือถือ ภายใต้อุปกรณ์ควบคุมแสง หากมีการนำใช้งานในสภาพแวดล้อมจริงโดยไม่มีพื้นหลัง อุปกรณ์ถ่ายภาพ และมุมในการถ่ายภาพที่ต่างกัน อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น ควรเพิ่มกลุ่มตัวอย่างภาพในการจำแนกช่วยเพิ่มความถูกต้องในการเรียนรู้ หรืออาจใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ ด้วยการสร้างภาพเทียมจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการจำแนกภาพแม่นยำสูงขึ้นจาก 84.79 เป็น 87.57% (Pimpa, 2019) และเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Hussain et al. (2018) ที่ได้ทำการทดลองเทคนิคการเพิ่มภาพด้วยการกลับด้านของภาพได้ค่าความแม่นยำ 84% ซึ่งเทคนิคการสร้างภาพเทียมแบบต่างๆ เช่น การปรับสีของภาพ การหมุนภาพ การย่อ ขยายภาพหรือการกลับด้านของภาพ เป็นประโยชน์กับงานที่มีจำนวนรูปภาพอย่างจำกัด หรือหารูปภาพเพิ่มได้ยาก และต้องการลดค่าใช้จ่ายและเวลาจากการเก็บภาพตัวอย่างจำนวนมาก

คุณลักษณะทางเคมีของผลสับประรดพันธุ์ปัตตาเวียที่ใช้คัดแยกคุณภาพผลผลิต ควรมีการเพิ่มการศึกษา เช่นเดียวกับ ชมทิพ และคณะ (2559) ในการวัดความหวานของสับประรดโดยการประมวลผลภาพดิจิทัล โดยเก็บตัวอย่างการตัดชิ้นเนื้อของสับประรดด้วยการถ่ายภาพ แล้วประมวลผลภาพด้วยสี RGB นำมาหาค่าความหวานด้วยเครื่องมือ Refractometer และเก็บไว้เป็นฐานข้อมูล จะได้เพิ่มข้อมูลในเรื่องระดับความสุกสีเปลือกสับประรดกับเปอร์เซ็นต์ความหวาน แม้วิธีนี้ไม่สะดวกต่อผู้ใช้งาน และเกษตรกร เนื่องจากต้องผ่าออกมาให้เป็นชิ้นๆ แล้วจึงถ่ายภาพออกมาเพื่อวัดค่าความหวาน เก็บเป็นฐานข้อมูลด้วยอีกทางหนึ่ง

สรุปผล

การคัดแยกสีเปลือกผลสับประรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อวิเคราะห์และสร้างโมเดลการคัดแยก ระดับการสุกจากสีเปลือกผลสับประรดด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ในสับประรด พันธุ์ปัตตาเวีย (โรงงาน) โมเดลมีความถูกต้องร้อยละ 91.2 การใช้เครื่องมือหรือนวัตกรรมที่ช่วยจำแนกคุณลักษณะภาพที่มีความซับซ้อน เพื่อกำหนดมาตรฐานการวัดค่าความสุกของสับประรดที่สามารถนำไปปรับใช้ได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ราคาไม่สูง และเกษตรกรมีส่วนร่วมในการนำผลการพัฒนานวัตกรรมไปใช้ได้จริงในมาตรฐานเดียวกัน สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นโมบายแอปพลิเคชันช่วยคัดแยกผลผลิตสับประรดให้แก่เกษตรกร เจ้าหน้าที่ และผู้สนใจปลูกสับประรดพันธุ์ปัตตาเวียเบื้องต้นได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565-2566 และขอขอบคุณคณะกรรมการที่ปรึกษาทางวิชาการศูนย์เทคโนโลยีและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ข้อเสนอแนะ ปรับแก้ งานวิจัยนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เกี่ยวข้อง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มสารสนเทศการเกษตร ที่ให้ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- จารุพันธ์ ทองแถม. 2526. สับปะรดและอุตสาหกรรมสับปะรดในประเทศไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ชมทิพ พรพนมชัย, อนพัทธ์ เจ และกรกฤศ สุปายนันท์. 2559. การวัดความหวานของสับปะรดโดยการประมวลผล ภาพดิจิทัล. Proceeding of 2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC 2016). ICSEC conference, 2016: 638-646.
- บริษัทโตไทยแลนด์ จำกัด. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. คู่มือการปลูกสับปะรด. โรงพิมพ์ นสพ. หัวหินสาร. ประจวบคีรีขันธ์. 36.
- อาทิตย์ ศรีแก้ว และเชาวลิต คิตฎก. 2562. ระบบเชิงปัญญาประดิษฐ์ในการวิจัยการคาดการณ์การระบาดของศัตรูข้าว. วารสารวิชาการข้าว 10(2): 89-100.
- Adisak Sangsongfa, Nopadol Am-Dee and Payung Meesad. 2020. Prediction of Pineapple Sweetness from Images Using Convolutional Neural Network. EAI Endorsed Transactions on Context-aware Systems and Applications. 7(21): 1-7.
- Liang-Chieh Chen, George Papandreou, Iasonas Kokkinos, Kevin Murphy and Alan L. Yuille. 2016. DeepLab: Semantic Image Segmentation with Deep Convolutional Nets, Atrous Convolution, and Fully Connected CRFs. Available <https://arxiv.org/abs/1606.00915> Accessed November 17, 2023
- Nopparut Pattansarn and Nattavut Sriwiboon. 2020. Image Processing for Classifying the Quality of the Chok-Anan Mango by Simulating the Human Vision using Deep Learning. Journal of Information Science and Technology. 10(1): 24-29.
- Pimpa Cheewaparakobkit. 2019. Improving the Performance of an Image Classification with Convolutional Neural Network Model by Using Image Augmentations Technique. TNI Journal of Engineering and Technology Vol.7(1): 55-64.
- Suwanee Boonmung, Boonorm Chomtee and Kannachai Kanlayasiri. 2006. Evaluation of Artificial Neural Networks for pineapple grading. Journal of Texture Studied. 37(5):568-579.
- Wan Nurul Suraya Wan Nazulan, Ani Liza Asnawi, Huda Adibah Mohd Ramli, A.Z. Jusoh, S. Noorjannah Ibrahim and N.F.M. Azmin. 2020 IEEE Conference on Big Data and Analytics (ICBDA), Kota Kinabalu, Malaysia, 2020. 79-83.
- Zeshan Hussain, Francisco Gimenez, Darvin Yi and Daniel Rubin. 2018. Differential Data Augmentation Techniques for Medical Imaging Classification Tasks. AMIA Annual Symposium Proceedings Archive. 979-984.

ผลของความเค็มที่มีต่อการเลี้ยงปลานิลแปลงเพศระบบไบโอฟลอค
Effects of salinity on growth performance of Nile tilapia in a biofloc
system. (*Oreochromis niloticus*)

ปวีณ์นุช ทองกลาง¹ และจุฑามาศ ทะแกลัวพันธ์^{1*}

Paveenut Thongklang¹ and Chuthamat Thaklaewphan^{1*}

¹สาขาวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 76000

¹ Department of Aquaculture, Faculty of Agricultural Technology, Phetchaburi Rajabhat University 76000

*Corresponding author E-mail: chuthamat@mail.pbru.ac.th, runchoo@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคซึ่งมีความเค็มแตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ชุดการทดลองๆ ชุดละ 3 ซ้ำ ใช้ความเค็มในการเลี้ยง 10, 20 และ 30 ส่วนในพัน โดยใช้เกลือทะเลละลายน้ำและชุดควบคุมเลี้ยงในน้ำจืด (0 ส่วนในพัน) ปลอยปลานิลขนาดเฉลี่ย 6.5 ± 0.36 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 4.6 ± 0.72 กรัม 15 ตัวในถังขนาด 200 ลิตร จำนวน 180 ตัว ที่ความหนาแน่น 75 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารวันละ 2 มื้อ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อสังเกตผลการเจริญเติบโตและอัตราการรอด ตลอดจนคุณภาพน้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซากของปลานิลในทุกชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 16.33 ± 5.00 กรัม ความยาวเฉลี่ย 9.79 ± 1.42 เซนติเมตร แต่มีแนวโน้มอัตราการรอดของชุดการทดลองที่ 2 สูงกว่าชุดการทดลองอื่น โดยมีอัตราการรอด 91.11-100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดัชนีน้ำหนักตับ (HSI) ของปลานิลที่เลี้ยงในความเค็ม 20 ส่วนในพัน มีค่าต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ($p < 0.05$) ดังนั้น แม้ความเค็มจากการใช้เกลือทะเลในระบบเลี้ยงจะไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาด้านผลผลิตและคุณภาพน้ำก็พบว่า การเลี้ยงปลานิลแปลงเพศด้วยระบบไบโอฟลอคในน้ำที่มีความเค็ม 10 ส่วนในพัน มีคุณภาพน้ำที่เหมาะสม และปลาที่มีอัตราการรอดสูงสุด

คำสำคัญ : ปลานิลแปลงเพศ, น้ำเค็ม, ระบบไบโอฟลอค

Abstract

The aims of this study were to evaluate the growth performance and survival rate of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) culturing in biofloc system with difference salinity. The experiment was conducted in 200 L. fiber glass tanks with 15 fishes, average length 6.5 ± 0.36 cm. and average weight 4.6 ± 0.72 g over a period of 6 weeks, carried out in 180 fishes stocked at a density 75 m^{-2} . Four treatments with 3 replicates each were used in completely randomized design. The experimental design consisted of brine from sea salt with salinities 10, 20 and 30 ppt as treatments and freshwater as control, They were fed with commercial feed to satiation twice a day. The result showed no significant difference ($p \leq 0.05$) in growth performance, survival rate and carcass percentage. There were average weight of 16.33 ± 5.00 g. and average length 9.79 ± 1.42 cm., but a trend in the survival rate of the treatment 2 was highest. Survival rate were 91-100% in all the salinities tested ($p \geq 0.05$). Hepatosomatic index (HSI) of tilapia reared at salinities 20 ppt

was lowest ($p < 0.05$). Although the saline does not affect on the growth rate and survival of tilapia in biofloc system, a saline media 10 ppt was found to be the best for Nile tilapia culture based on the overall production performance and water quality parameters.

Keywords : Nile tilapia , Saline , biofloc system

บทนำ

ในปัจจุบันมีการเลี้ยงปลานิลแบบหนาแน่นแบบผสมผสานร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เทคโนโลยีไบโอฟลอคถูกนำมาประยุกต์เข้ากับการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานในลักษณะนี้เช่นเดียวกันเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ซึ่งนอกจากจะเป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ระดับความหนาแน่นสูงเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น การเลี้ยงสัตว์น้ำลักษณะดังกล่าวหากไม่นำเทคโนโลยีไบโอฟลอคเข้ามาร่วมด้วยก็จะต้องใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติในปริมาณมากจึงประสบปัญหาด้านคุณภาพน้ำจากการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งไม่ผ่านการบำบัดทำให้เกิดมลภาวะตามมา การสะสมของแอมโมเนีย และไนโตรที่่เกิดจากการขับถ่ายของสัตว์น้ำและการย่อยสลายของอาหารสัตว์น้ำที่เหลือจากการบริโภค ถ้ามีปริมาณสูงมากกว่า 1.0 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตรจะส่งผลเสียต่อสัตว์น้ำ เช่น ก่อให้เกิดความเครียด ลดความสามารถของระบบภูมิคุ้มกัน หรือลดความสามารถในการขนถ่ายออกซิเจนของเม็ดเลือด จึงมีการศึกษาการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานในระดับความหนาแน่นสูงให้มีการเจริญเติบโตดีผลผลิตสูงโดยการใช้จุลินทรีย์ในการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นโปรตีนต่อสัตว์น้ำแทนเรียกว่าระบบไบโอฟลอค ซึ่งในปัจจุบันระบบเลี้ยงสัตว์น้ำแบบไบโอฟลอคได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะสามารถบำบัดสารอินทรีย์ไนโตรเจนและโปรตีนจากอาหารสัตว์น้ำได้ในเวลาเดียวกัน การบำบัดแอมโมเนียในระบบไบโอฟลอค เกิดจากการกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำโดยเติมสารอินทรีย์คาร์บอนและให้อากาศอย่างเพียงพอ แบคทีเรียจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและตรงแอมโมเนียเข้าสู่เซลล์เพื่อนำไปสร้างโปรตีนต่อไปเมื่อแบคทีเรียในน้ำเพิ่มปริมาณมากขึ้นจะรวมกันเป็นกลุ่มตะกอนชีวภาพขนาดใหญ่เรียกว่า ตะกอนไบโอฟลอคซึ่งสัตว์น้ำสามารถบริโภคเป็นอาหารได้และทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านอาหารในทางทฤษฎีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรที่และไนเตรทในระบบไบโอฟลอคควรมีค่าค่อนข้างคงที่และอยู่ในระดับต่ำเนื่องจากการนำไนโตรเจนเข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรีย(พรรณทภรณ์ , 2556) พื้นที่การเลี้ยงสัตว์น้ำตามแนวชายฝั่งรอบอ่าวไทยก็นับได้ว่าเป็นพื้นที่ที่ีความเหมาะสมต่อการผลิตปลานิล แต่จะพบว่าในบางฤดูกาลมีการรุกของน้ำเค็มทำให้พื้นที่ดังกล่าวกลายเป็นน้ำกร่อยถึงน้ำเค็ม แต่ปลานิลมีความสามารถในการปรับตัวได้ดีทนต่อความเค็มได้ในกรณีที่ระดับความเค็มค่อยๆมีการเปลี่ยนแปลง โดยสุทธิพงศ์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาการเลี้ยงกุ้งขาวร่วมกับปลานิลด้วยระบบไบโอฟลอคในการเลี้ยงระบบปิดที่ความเค็ม 18 ส่วนในพัน พบว่าให้ผลการเจริญเติบโตของปลาและกุ้งไม่แตกต่างกันกับการเลี้ยงในน้ำจืด แต่มีผลต่ออัตราการรอดที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ งานวิจัยเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบไบโอฟลอคส่วนใหญ่เป็นการทดลองในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ซึ่งการเลี้ยงปลานิลในเขตน้ำกร่อยถึงน้ำเค็มด้วยระบบไบโอฟลอคยังไม่มีข้อมูลที่แน่ชัด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดการเลี้ยงปลานิลแปลงเพศในระบบไบโอฟลอคในน้ำที่มีค่าความเค็มแตกต่างกันเพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดและคุณภาพน้ำสำหรับการเลี้ยงในเขตพื้นที่ชายฝั่งซึ่งอาจมีการรุกของน้ำเค็มในบางฤดูกาลและเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลในเขตน้ำกร่อยอีกด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมลูกพันธุ์ปลาและการเตรียมน้ำ

- แหล่งลูกพันธุ์ปลานิลสายพันธุ์ Super Black[®] จากฟาร์มเพาะพันธุ์ปลาของบริษัท มานิตย์ เจเตติกส์ จำกัด หลังจากซื้อลูกพันธุ์ปลานิลมาแล้วก็นำมาพักไว้ในถังขนาด 500 ลิตร ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพลูกพันธุ์ปลานิลให้เหมาะสมกับคุณภาพน้ำก่อนการทดลอง

- เตรียมน้ำที่ใช้ในการทดลองในถังขนาด 1,500 ลิตร จำนวน 4 ถัง ในการเตรียมน้ำสำหรับชุดการทดลองที่ 1 น้ำที่มีความเค็ม 0 ส่วนในพัน (น้ำจืด 1,000 ลิตร) ชุดการทดลองที่ 2 น้ำที่มีความเค็ม 10 ส่วนในพัน (ผสมเกลือดำ 20 กิโลกรัมในน้ำจืด 1,000 ลิตร) ชุดการทดลองที่ 3 น้ำที่มีความเค็ม 20 ส่วนในพัน (ผสมเกลือดำ 40 กิโลกรัมในน้ำจืด 1,000 ลิตร) ชุดการทดลองที่ 4 น้ำที่มีความเค็ม 30 ส่วนในพัน (ผสมเกลือดำ 60 กิโลกรัมในน้ำจืด 1,000 ลิตร)

2. เตรียมถังขนาด 200 ลิตร จำนวน 12 ถัง เติมน้ำ 120 ลิตร นำลูกพันธุ์ปลานิลขนาดเฉลี่ย 6.5 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 4.6 กรัม ใส่ลงเลี้ยงในถัง จำนวน 15 ตัวต่อถัง เติมอากาศในถังทดลอง โดยใช้หัวทราย 2 หัวต่อถัง

3.ให้อาหารปลานิลวันละ 2 มื้อต่อวัน ให้อาหารปลาแบบกินจนอิ่ม (Satiation) ในช่วงเช้าเวลา 8.00 น. และเย็นเวลา 16.00 น. ใส่น้ำหมักชีวภาพอีเอ็ม 5 มิลลิลิตร วันละ 1 ครั้ง

4. วัดคุณภาพน้ำด้วยชุดทดสอบ (test kit) ทุกๆ สัปดาห์ ทำการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง วัดค่าแอมโมเนีย วัดอุณหภูมิ น้ำ การเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกครั้งที่วัดความเค็มด้วยเครื่องวัดความเค็ม (Salinometer) และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 80 เปอร์เซ็นต์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

5. ติดตามการเจริญเติบโตของปลานิลโดยชั่งน้ำหนัก วัดความยาว นับจำนวนปลาที่ตายเพื่อคำนวณหาอัตราการรอดทุกๆ สัปดาห์

6. ติดตามการเจริญเติบโตโดยการชั่งน้ำหนัก วัดความยาว ตรวจวัดคุณภาพน้ำ ทำการนับจำนวนปลาที่เหลือรอดแล้วนำไปคำนวณหาอัตราการรอด รวมระยะเวลาในการเลี้ยง 6 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป โปรแกรม R ทั้งนี้ งานวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (คกส.) ของทางสถาบันแล้วก่อนดำเนินการทดลอง

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราแลกเนื้อของปลานิล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการเปรียบเทียบน้ำหนักของปลานิลในแต่ละชุด การทดลองพบว่า น้ำหนักสุดท้ายและความยาวสุดท้ายของปลานิลในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 16.33 ± 5.00 กรัม ความยาวเฉลี่ย 9.79 ± 1.42 เซนติเมตร อัตราแลกเนื้อของปลานิลที่เลี้ยงในระดับความเค็ม 0, 10, 20 และ 30 ส่วนในพัน มีค่า 0.42, 0.40, 0.42 และ 0.43 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตและอัตราแลกเปลี่ยนของปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอค ที่มีความเค็มต่างกัน

ชุดการทดลอง	น้ำหนักสุดท้าย ^{ns} (กรัม)	ความยาวสุดท้าย ^{ns} (เซนติเมตร)	อัตราแลกเปลี่ยน ^{ns}
ชุดการทดลองที่ 1	15.97 ±4.85 ^a	9.80 ±1.16 ^a	0.42 ^a
ชุดการทดลองที่ 2	16.18 ±4.57 ^a	10.50 ±2.12 ^a	0.40 ^a
ชุดการทดลองที่ 3	16.43 ±5.66 ^a	9.47 ±1.32 ^a	0.42 ^a
ชุดการทดลองที่ 4	16.78 ±4.92 ^a	9.39 ±1.09 ^a	0.43 ^a

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

2. อัตราการรอดของปลานิล

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการเปรียบเทียบอัตราการรอดและเปอร์เซ็นต์ซากของปลานิลในแต่ละชุดการทดลอง พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีแนวโน้มอัตราการรอดของชุดการทดลองที่ 2 สูงกว่าชุดการทดลองอื่น โดยชุดการทดลองที่ 1, 3 และ 4 มีอัตราการรอด 97.78, 91.11 และ 95.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ผลค่าดัชนีน้ำหนักตัวมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ชุดการทดลองที่ 3 ความเค็ม 20 ส่วนในพัน มีผลทำให้ค่าดัชนีน้ำหนักตัวต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น มีค่า 2.07 ± 0.66 เปอร์เซ็นต์ (ดังตารางที่ 2) โดยชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 4 มีอัตราการรอด 2.58, 2.44 และ 2.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 อัตราการรอด เปอร์เซ็นต์ซากและดัชนีน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์)ของปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคที่มีความเค็มแตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์ซาก (เปอร์เซ็นต์)	ดัชนีน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์)
ชุดการทดลองที่ 1	97.78 ^a	64.27 ± 4.47 ^a	2.58 ± 0.24 ^a
ชุดการทดลองที่ 2	100.00 ^a	64.13 ± 1.95 ^a	2.44 ± 0.07 ^a
ชุดการทดลองที่ 3	91.11 ^a	64.42 ± 2.13 ^a	2.07 ± 0.66 ^b
ชุดการทดลองที่ 4	95.55 ^a	63.70 ± 3.82 ^a	2.58 ± 0.22 ^a
P-Value	0.20 ^{ns}	0.994 ^{ns}	0.019*

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

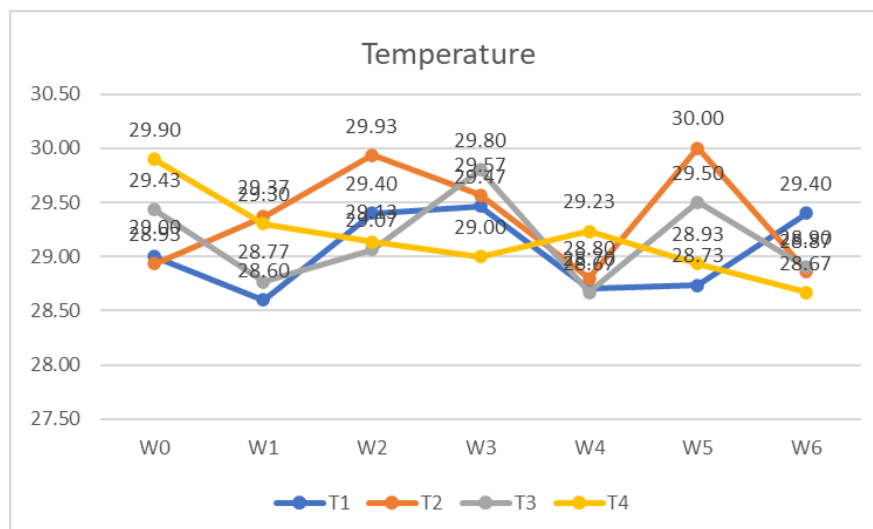
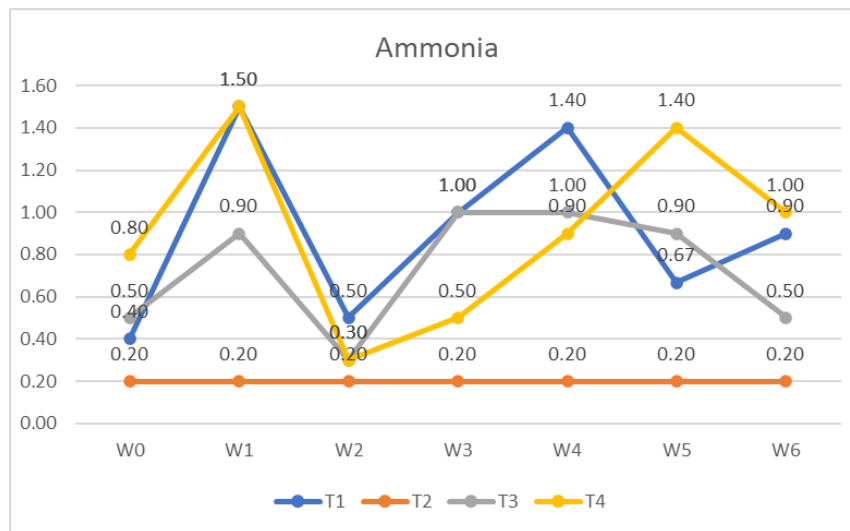
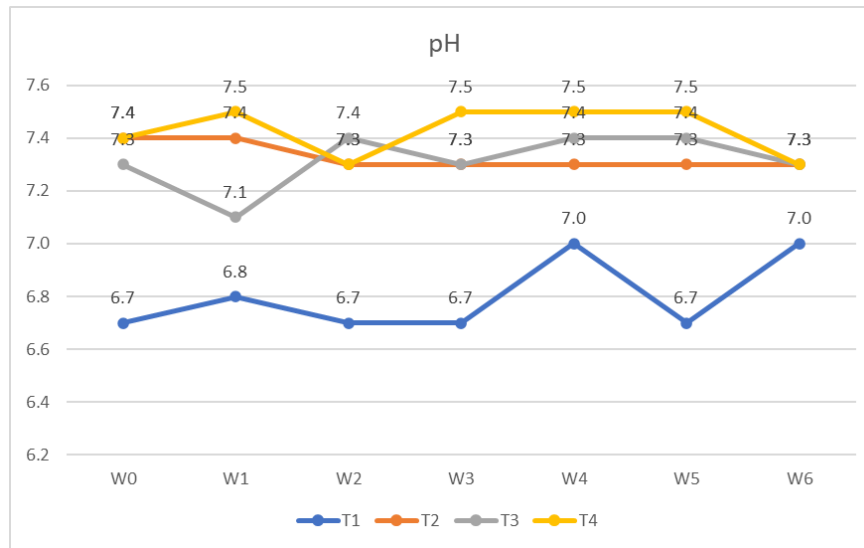
3 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิล พบว่าคุณสมบัติของน้ำทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ปกติและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิล (ดังแสดงในตารางที่ 3) อุณหภูมิเฉลี่ย 29.18 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

7.22 แอมโมเนียเฉลี่ย 0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่พบว่าค่าแอมโมเนียของชุดการทดลองที่ 2 มีค่าต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น เฉลี่ย 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำการเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ

คุณภาพน้ำ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าความเป็นกรด เป็นด่าง (pH)	แอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร)
ชุดการทดลองที่ 1	29.04	6.8	0.91
ชุดการทดลองที่ 2	29.35	7.33	0.20
ชุดการทดลองที่ 3	29.16	7.31	0.73
ชุดการทดลองที่ 4	29.17	7.43	0.91



ภาพที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) แอมโมเนีย(Ammonia mg NH³ L⁻¹) และอุณหภูมิ(Temperature °C) ของน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงปลาในระบบไบโอฟลอคที่ระดับความเค็มต่างกัน

วิจารณ์ผล

การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลานิลเมื่อเลี้ยงในน้ำที่มีความเค็มแตกต่างกันย่อมส่งถึงสรีรวิทยาของปลา ทั้งระบบออสโมเรกูเรชัน และการรักษาสมดุลแร่ธาตุของร่างกายปลานิลเมื่ออยู่ในน้ำที่มีความเข้มข้นของแร่ธาตุสูง อาจแสดงออกมาในลักษณะเกล็ดของปลาที่หนาขึ้นเนื่องจากการสะสมแร่ธาตุในระหว่างชั้นของเกล็ดชั้นบนทำให้การทำหน้าที่ของคอลลาเจนดีขึ้น (Kittiphattanabawon et al. , 2019) ปลาจึงมีเกล็ดหนาแข็งทำหน้าที่ป้องกันผิวหนังของปลาได้ดี นอกจากนี้การกักเก็บแร่ธาตุไว้ในร่างกายยังส่งผลให้เนื้อปลามีรสชาติที่ดีขึ้นเนื้อมีความหวาน (Ikoma et al. , 2003) Thomas et al. (2021) ใช้น้ำบาดาลเค็มในการเลี้ยงปลานิลร่วมกับการปลูกผักโขมในระบบบอควาโพนิค 9 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ให้ผลผลิตดีที่สุด เมื่อเทียบกับน้ำจืด น้ำบาดาลเค็ม 3 และ 6 กรัมต่อลิตร สอดคล้องกับ Kang'ombe, and Joseph (2008). ที่พบว่าปลานิลที่เลี้ยงในน้ำความเค็ม 10 ส่วนในพัน มีการเจริญเติบโตดีกว่า 5 และ 15 ส่วนในพัน และ Iqbal et al. , (2012) เลี้ยงปลานิลในความเค็ม 4 ส่วนในพัน ให้ผลการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่ดีกว่าการเลี้ยงในน้ำจืด

แม้ว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองอัตราการรอดและเปอร์เซ็นต์ซากของปลานิลในแต่ละชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อเลี้ยงในน้ำที่มีความเค็ม 0-30 ส่วนในพัน แต่มีแนวโน้มอัตราการรอดของปลานิลเมื่อเลี้ยงที่ความเค็ม 10 ส่วนในพัน ดีกว่าชุดการทดลองอื่น ในขณะที่ผลค่าดัชนีน้ำหนักตัวมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ปลานิลที่เลี้ยงที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน มีผลทำให้ค่าดัชนีน้ำหนักตัวต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอาจเป็นเพราะปลาต้องใช้พลังงานในการรักษาสมดุลของเกลือแร่และการสร้างเอนไซม์และระบบต่างๆ ในร่างกาย Basukia and Rejekia, (2015) เลี้ยงปลานิลแดงในน้ำเค็มที่ระดับความเค็ม 15 ส่วนในพัน มีอัตราการรอดดีเท่ากับการเลี้ยงในน้ำจืดและอัตราการรอดจะผันแปรกับค่าความเค็มที่สูงขึ้น และเมื่อเลี้ยงปลาที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีอัตราการรอดต่ำที่สุด ทั้งนี้การเลี้ยงปลานิลแดงที่ระดับความเค็ม 15 ส่วนในพัน ให้ผลผลิตสูงที่สุดในอินโดนีเซีย อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการรอดของปลานิลประกอบไปด้วยหลายปัจจัย Lemarie et al. (2004) พบว่าสายพันธุ์มีผลต่อความทนต่อความเค็มโดยพบว่าลูกผสมระหว่างปลานิลกับปลาหมอเทศมีความทนทานต่อความเค็มได้สูง แต่ขนาดของปลากลับไม่มีผล Prunet and Bornancin. (1989) พบว่าความทนเค็มได้ในช่วงกว้างของปลานิลนั้นขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเหงือกในการแลกเปลี่ยนเกลือแร่ ระบบออสโมเรกูเรชัน ฮอโมนจากต่อมไร้ท่อ เอนไซม์ Na^+ , K^+ -ATPase และสิ่งแวดล้อม

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่า ปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคซึ่งมีค่าความเค็มแตกต่างกัน โดยใช้เกลือทะเลเป็นสารปรับความเค็มของน้ำ แม้ความเค็มจากการใช้เกลือทะเลในระบบเลี้ยงจะไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคแตกต่างกัน แต่มีผลต่ออัตราการรอดและคุณภาพน้ำ โดยการเลี้ยงปลานิลแปลงเพศด้วยระบบไบโอฟลอคในน้ำที่มีความเค็ม 10 ส่วนในพัน มีคุณภาพน้ำที่เหมาะสม ค่าแอมโมเนียต่ำและปลา มีอัตราการรอดสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกิจกรรมการสนับสนุนทุนเผยแพร่เทคโนโลยีจาก โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีของศูนย์ AIC เพชรบุรี ปี 2565 และได้รับความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการทำวิจัยจากคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2549. คู่มือการผลิตปลานิลแปลงเพศ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุดรธานี. แหล่งข้อมูล:
https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20190613163125_1_file.pdf. ค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2566.
- จดหมายข่าวงานวิจัยและบริการวิชาการแม่โจ้. 2563. แหล่งข้อมูล: <https://kb.mju.ac.th/assets/img/articleFile/256312089a4ec8f71a4942289abda444040fbbea.pdf>. ค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2566.
- พรรณทอรณ์ สิทธิ์กลางกู. 2556. ประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ไนโตรเจนของตะกอน ชีวภาพจากระบบเลี้ยงสัตว์น้ำแบบไบโอฟล็อก. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำอุดรดิติตต์. 2562. ประวัติความเป็นมาของปลานิล. แหล่งข้อมูล:
https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_blog2/1220/64289/2315?fb_comment_id=2397342593704698_3614606805311598. ค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2566.
- Basukia, F. and S. Rejekia. 2015. Analysis on the Survival Rate and Growth of Larasati Tilapia (*Oreochromis niloticus*) F5 seed in Saline Media Procedia. Environmental Sciences 23: 142 – 147.
- Ikoma, T., H. Kobayashi, J. Tanaka, D. Walsh and S. Mann. 2003. Physical properties of Type I collagen extracted from fish scales of *Pagrus major* and *Oreochromis niloticus*. International Journal of Biological Macromolecules. 32: 199-204.
- Iqbal, K. J. , N. A. Qureshi , M. Ashraf, M. H. U. Rehman, N. Khan, A. Javid, F. Abbas, M. M. H. Mushtaq, F. Rasool and H. Majeed. 2012. Effect of different salinity levels on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) . The Journal of Animal & Plant Sciences. 22, 4: 919-922
- Kang'ombe, J. and A. B. Joseph (2008). Effect of salinity on growth, feed utilization, and survival of *Tilapia rendalli* under laboratory conditions. Journal of Applied Aquaculture. 20, 4: 256- 271.
- Kittiphattanabawon, P., C. Sriket , H. Kishimura , and S. Benjakul. 2019. Characteristics of acid and pepsin solubilized collagens from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) scale. Emirates Journal of Food and Agriculture. 31, 2: 95-101.
- Lemarie, G. , J. F. Baroillerb , F. Clotac , J. Lazardc and A. Dosdat. 2004. A simple test to estimate the salinity resistance of fish with specific application to *O. niloticus* and *S. melanotheron*. Aquaculture. 240 (2004): 575 – 587.
- Prunet , P. and M. Bornancin. 1989. Physiology of salinity tolerance in tilapia : an update of basic and applied aspects. Aquatic Living Resources. 2: 91-97.
- Thomas, R., A. K. Verma, H. Krishna, S. Prakash, A. Kumar and R. M. Peter. 2021. Effect of salinity on growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and spinach (*Spinacia oleracea*) in aquaponic system using inland saline groundwater. Aquaculture research. 52, 12: 6288-6298.

ผลของไซโตไคนินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิตของมะเขือเทศราชินี EFFECTS OF CYTOKININ ON GROWTH AND QUALITY OF YIELD OF CHERRY TOMATO

ปรียาพันธ์ ปรสาทกลาง^{1*} และกัลยา กองเงิน¹

Prattyapan Prasatklang^{1*} and Kanlaya Kongngern¹

¹ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University 40002

Corresponding author E-mail: Paezz.you@gmail.com

บทคัดย่อ

มะเขือเทศราชินี เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และมีการบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของไซโตไคนินที่มีผลช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตในมะเขือเทศราชินี ศึกษาโดยการตัดยอดและไม่ตัดยอดต้นมะเขือเทศอายุ 3 สัปดาห์ โดยทั้ง 2 กลุ่ม การทดลองได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยไซโตไคนินความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิกรัม/ลิตร ทุก ๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าจำนวนช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อดอก และจำนวนผลมีค่าสูงสุดในกลุ่มที่ตัดยอด และได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความสูง น้ำหนักแห้งและจำนวนกิ่งในกิ่งที่ได้รับไซโตไคนินมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับไซโตไคนิน ผลการศึกษาบางส่วนชี้ได้ว่า ไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและจำนวนผลผลิต ตามลำดับ

คำสำคัญ : มะเขือเทศราชินี, ไซโตไคนิน, การเพิ่มผลผลิต, การฉีดพ่นทางใบ

Abstract

Cherry tomato is widely cultivated and consumed in many countries around the world. The aim of this study was to determine the optimal concentration of cytokinin that promotes growth and yield. The study was done by cutting and not cutting the tops of 3-week-old tomato plants. Both experimental groups were sprayed foliar with various concentrations of cytokinin (0, 1, 2, 3, 4 and 5 mg/L) every week for 10 weeks. The results showed that inflorescences, number of flowers per inflorescence and number of fruits in the cutting the top group and spray with cytokinin at a concentration of 2 mg/L were the highest. Also, plant height, dry matter content and number of branches were higher than those of the control group. Thus, our data reveals that cutting the tops including with exogenous cytokinin of 2 mg/L was optimal concentrations to promote growth and yield, respectively in cherry tomato.

Keywords : cherry tomato, cytokinin, yield, foliar application

บทนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและมีการบริโภคผลสดอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีสารอาหารมากมายที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ เช่น วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี วิตามินเค แคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก มีส่วนช่วยในการบำรุงผิว สายตา

และป้องกันการแข็งตัวของหลอดเลือด รวมทั้งยังมีสารจำพวกไลโคปีน แคโรทีนอยด์ และเบตาแคโรทีน เป็นต้น (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดสุรินทร์, 2563) ที่สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคเรื้อรัง เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดัน เป็นต้น (Agarwal & Rao, 2000) นอกจากนี้มะเขือเทศสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปของมะเขือเทศยังเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ การบริโภคมะเขือเทศสดในประเทศไทย มีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้มะเขือเทศเป็นสินค้าส่งออกที่สามารถทำรายได้ให้กับประเทศหลายล้านบาทต่อปี

ปัจจุบันมะเขือเทศราชินี (*Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme*) ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากมีผลขนาดเล็ก รสหวานอมเปรี้ยว เมล็ดน้อย มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและสามารถนำไปบริโภคโดยตรงแทนผลไม้ชนิดอื่นได้ ทำให้เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทย มีการส่งออกมะเขือเทศในปริมาณ 9,816.9 ตัน คิดเป็นมูลค่า 374.5 ล้านบาท (สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2564) และพบว่ามะเขือเทศราชินีสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศสูงกว่ามะเขือเทศชนิดอื่น อย่างไรก็ตาม ผลผลิตในแต่ละปียังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค แนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของมะเขือเทศได้ คือการนำองค์ความรู้ทางด้านสรีรวิทยาของพืชมาช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว เช่น การใช้ไซโตไคนิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชที่ควบคุมกระบวนการสำคัญต่าง ๆ ทางด้านสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืช (C'ardenas-Aquino, 2022) มีคุณสมบัติในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ มาใช้ในการลดบทบาทของตายอดและช่วยในการเจริญของตาข้าง การให้ไซโตไคนินจะช่วยกระตุ้นกลุ่มเซลล์ที่ปลายกิ่งให้มีการแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็ว กลุ่มเซลล์นี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอกได้ ทางการเกษตรจะทำการตัดยอดเพื่อให้เกิดการเจริญของตาข้างและนำไปสู่การเจริญของตาดอก ทำให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น (เกสร แก้วบัว, 2561) แต่ด้วยจำนวนการเพาะปลูกที่มีมาก อาจทำให้สิ้นเปลืองแรงงาน ใช้เวลานาน และเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายให้แก่เกษตรกร อักบารีและคณะ (Akbari et al., 2018) ได้ศึกษาผลของการตัดยอดและการใช้จิบเบอเรลลินและไซโตไคนิน จากภายนอกต่อลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของหนุ่หวาน พบว่าการตัดยอดร่วมกับการใช้ไซโตไคนินฉีดพ่นทางใบสามารถเพิ่มผลผลิตในหนุ่หวานได้ดีที่สุด

ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของไซโตไคนินที่มีต่อผลผลิตในมะเขือเทศ เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมะเขือเทศให้สูงขึ้น และช่วยส่งเสริมให้มะเขือเทศของเกษตรกรในประเทศเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตและได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปลอดภัย อีกทั้งสามารถวางแผนการผลิตมะเขือเทศบริโภคสด โดยมีผลผลิตออกมาสู่ตลาดได้อย่างต่อเนื่องตลอดปี และมีคุณภาพ ตรงต่อความต้องการของตลาด ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้ที่สูงขึ้นอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วัสดุและวิธีการ

การปลูกและการดูแลรักษามะเขือเทศราชินี

การทดลองนี้ดำเนินการในโรงเรือน คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 3-5 วัน จนเห็นรากแรกเกิด จากนั้นนำไปเพาะลงในถาดหลุมดำที่มีพีทมอส หลังเพาะเมล็ดเป็นเวลา 20 วัน จึงย้ายปลูกลงในกระถางที่มีอัตราส่วนระหว่าง ดินถุงสำเร็จรูปที่ประกอบไปด้วยกาบมะพร้าวสับ ขุยมะพร้าว ใบก้ามปูกับดินทั่วไปที่ขุดจากพื้นดิน 1:1 เพื่อให้ได้ดินที่มีลักษณะโปร่ง ไม่อึดน้ำมากเกินไปและไม่ส่งผลต่อระบบรากของพืช โดยปลูกลงมะเขือเทศจำนวน 3 ต้น/กระถาง จากนั้น นำไปวางในโรงเรือนที่สภาวะอุณหภูมิปกติ มีแสงแดดอ่อน ๆ ตลอดทั้งวัน โดยมีความเข้มแสง และ

อุณหภูมิที่ไม่สูงจนเกินไป ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจะอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส ทำการให้น้ำ 1 ครั้งต่อวัน ช่วงเย็น (16.00-17.00 น.) รวมทั้งให้ปุ๋ย (25-5-5) 1 ครั้ง/สัปดาห์

การศึกษาผลของการฉีดพ่นทางใบด้วยไซโตไคนินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในมะเขือเทศราชินี

เมื่อต้นมะเขือเทศ มีอายุครบ 5 สัปดาห์ หรือ 35 วัน ทำการฉีดพ่นด้วย 6-benzylaminopurine (6-BA) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มควบคุมที่ไม่ตัดยอด 2) กลุ่มควบคุมที่ตัดยอด 3) กลุ่มที่ไม่ตัดยอด และฉีดพ่น 6-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และ 4) กลุ่มที่ตัดยอดและฉีดพ่น 6-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยความเข้มข้นของ 6-BA ที่ใช้คือ (1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทำการทดลองความเข้มข้นละ 3 ต้น จำนวน 3 ซ้ำ รวมเป็น 108 ต้น โดยฉีดพ่นทางใบด้วยสารละลายที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในปริมาณ 10 มิลลิลิตร/กระถาง ในช่วงเช้า (9.00-10.00 น.) และทำการฉีดพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จนถึงก่อนระยะออกดอก

การวัดความสูงของต้นมะเขือเทศ

วัดความสูงของต้นมะเขือเทศ โดยวิธีการของ Trong et al. (2020) โดยวัดความสูงของต้นมะเขือเทศที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย 6-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในระยะห้าใบ วัดความสูงตั้งแต่โคนถึงปลายยอด จากนั้นทำเครื่องหมายในระยะออกดอกวัดจากตำแหน่งเครื่องหมายจนถึงปลายยอดและวัดหลังระยะการเก็บเกี่ยว

การวัดน้ำหนักแห้งต่อต้น

วัดน้ำหนักแห้งของต้นมะเขือเทศ โดยวิธีการของ Trong et al. (2020) โดยทำการเก็บตัวอย่างต้นมะเขือเทศที่ได้รับการฉีดพ่นด้วย 6-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ระยะห้าใบ ระยะออกดอก และหลังระยะเก็บเกี่ยวผลมาชั่งน้ำหนักสด (B) ต่อมานำใส่เตาอบเพื่อทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกว่าจะได้น้ำหนักที่ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นน้ำหนักแห้งของต้นมะเขือเทศ (b) จากนั้นคำนวณน้ำหนักแห้งต่อต้นโดยใช้สูตร

$$X = \frac{b}{B} \times 100$$

โดยที่ X คือ น้ำหนักแห้งต่อต้น (%), B คือ น้ำหนักสดของพืช และ b คือ น้ำหนักแห้งของพืช

การเก็บข้อมูลการแตกกิ่งของต้นมะเขือเทศ

เก็บข้อมูลจำนวนการแตกกิ่งของมะเขือเทศที่ฉีดพ่นด้วย 6-BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ทุก 2 สัปดาห์ ตั้งแต่ระยะห้าใบจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

การเก็บข้อมูลจำนวนช่อดอกต่อต้น จำนวนดอกต่อช่อดอก และจำนวนผลต่อต้นของมะเขือเทศ

เมื่อถึงระยะออกดอก ทำการเก็บข้อมูลโดยการนับจำนวนช่อดอกต่อต้น จำนวนดอกต่อช่อดอก และเมื่อถึงระยะออกผล ทำการเก็บข้อมูลจำนวนผลของมะเขือเทศ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

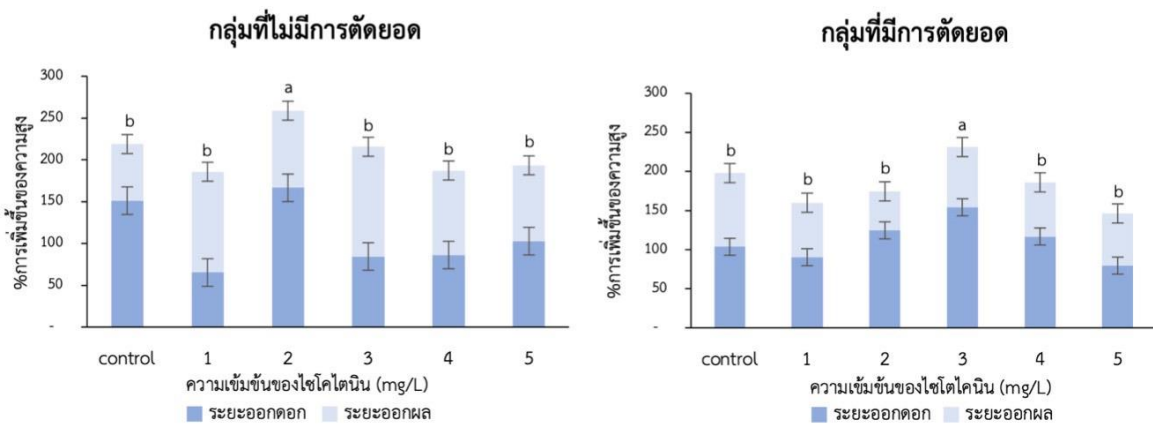
วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของการเจริญเติบโต และผลผลิตในมะเขือเทศที่ได้รับไซโตไคนินด้วยวิธี two-way ANOVA ด้วยโปรแกรม SPSS (Statistics Package for Social Sciences)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาไซโตไคนินต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศราชินี

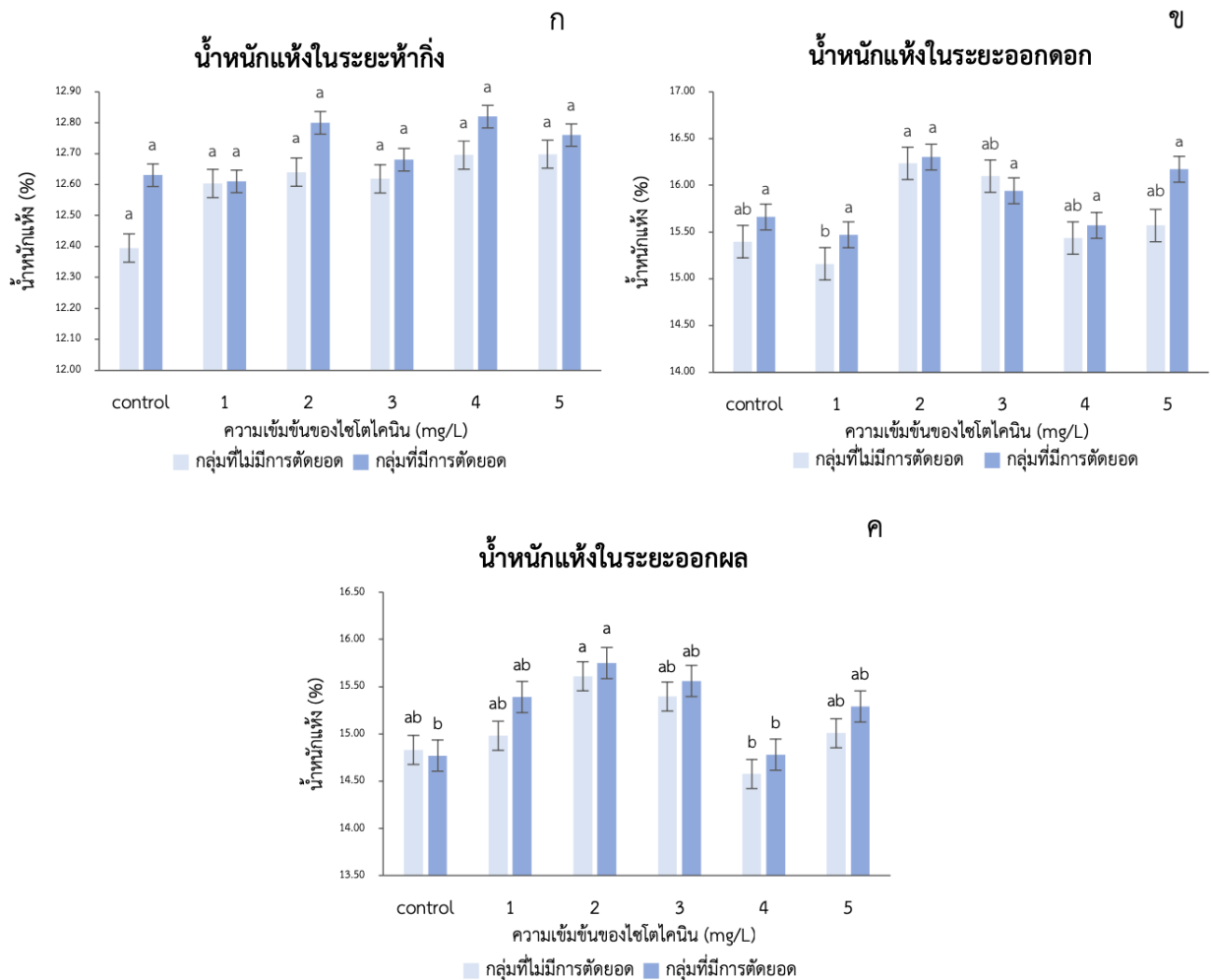
ผลของไซโตไคนินต่อความสูงของมะเขือเทศราชินี เป็นตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช พบว่ามะเขือเทศราชินีกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดและกลุ่มที่มีการตัดยอดที่ได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอด ที่ความ

เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของความสูงมากที่สุดและกลุ่มที่มีการตัดยอดที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของความสูงมากที่สุด (ภาพที่ 1) สามารถตีความได้ว่า ความเข้มข้นของไซโตไคนินที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความสูงในต้นมะเขือเทศราชินีแตกต่างกัน



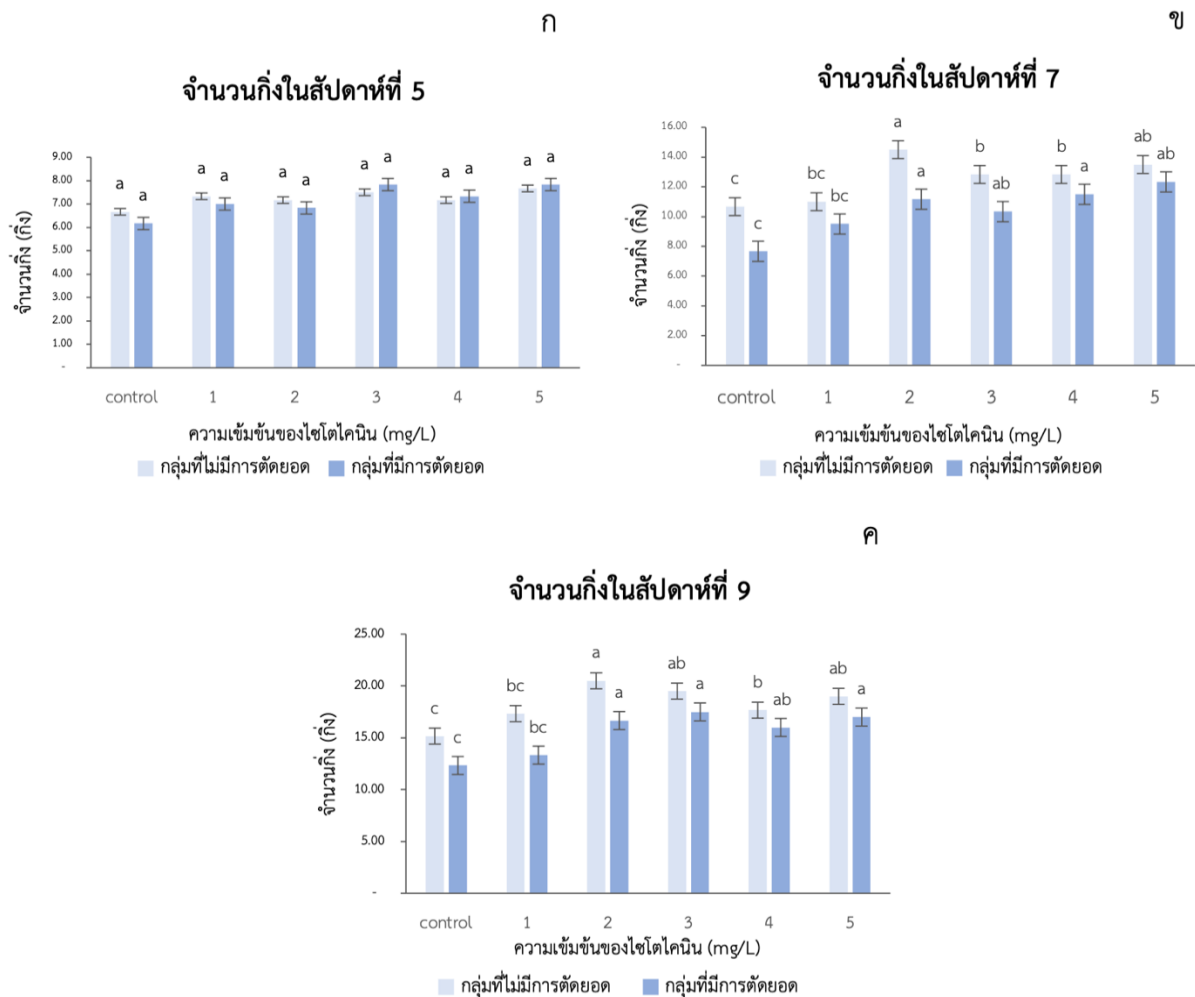
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของความสูงของต้นมะเขือเทศราชินีที่ได้รับและไม่ได้รับการตัดยอดเมื่อได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ทุก 1 สัปดาห์ จนถึงก่อนระยะออกดอก [ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$); ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SE)]

ผลของไซโตไคนินต่อน้ำหนักแห้งของมะเขือเทศราชินี พบว่า มะเขือเทศราชินีกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดและกลุ่มที่มีการตัดยอดที่ได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งในระยะห่ากึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่มีการตัดยอดและได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้น้ำหนักแห้งมากที่สุด ซึ่งในระยะออกดอกและระยะออกผลส่งผลให้น้ำหนักแห้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่มีการตัดยอดและได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้น้ำหนักแห้งมากที่สุด (ภาพที่ 2) สามารถตีความได้ว่า ความเข้มข้นของไซโตไคนินที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นมะเขือเทศราชินีแตกต่างกัน



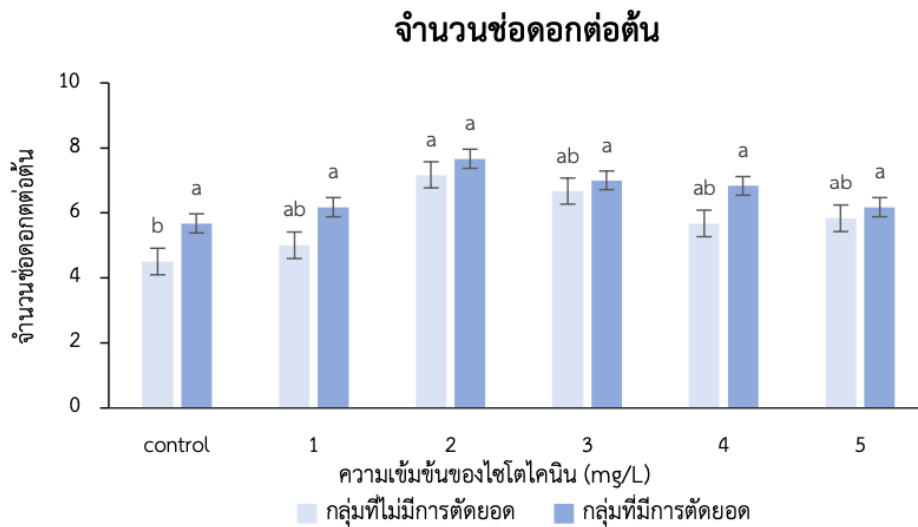
ภาพที่ 2 น้ำหนักแห้งของต้นมะเขือเทศราชินีอายุ 3 สัปดาห์ ที่ได้รับและไม่ได้รับการตัดยอดเมื่อได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ทุก 1 สัปดาห์ จนถึงก่อนระยงออกดอก (ก) ระยงห้ำกึ่ง (ข) ระยงออกดอก และ (ค) ระยงออกผล [ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดง ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$); ส่วนแฉ่งเบงเบนมาตรฐาน ($\text{mean} \pm \text{SE}$)]

ผลของไซโตไคนินต่อจำนวนกิ่งของมะเขือเทศ พบว่า จำนวนกิ่งไม่ได้รับอิทธิพลร่วมจากการไม่ตัดยอดหรือตัดยอดและระดับความเข้มข้น แต่ได้รับอิทธิพลจากความเข้มข้นและระยงที่แตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดจำนวนกิ่งที่แตกต่างกัน ซึ่งมะเขือเทศราชินีกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดและกลุ่มที่มีการตัดยอดที่ได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลต่อจำนวนกิ่งในสัปดาห์ที่ 5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ส่งผลต่อจำนวนกิ่งในสัปดาห์ที่ 7 และ 9 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดและได้รับไซโตไคนิน ที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลต่อจำนวนกิ่งมากที่สุด โดยที่การไม่ตัดยอดและการตัดยอดส่งผลต่อจำนวนกิ่งในระยงออกดอกและระยงออกผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 3) สามารถตีความได้ว่า การตัดยอดและความเข้มข้นของไซโตไคนินที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีจำนวนกิ่งที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศอีกด้วย



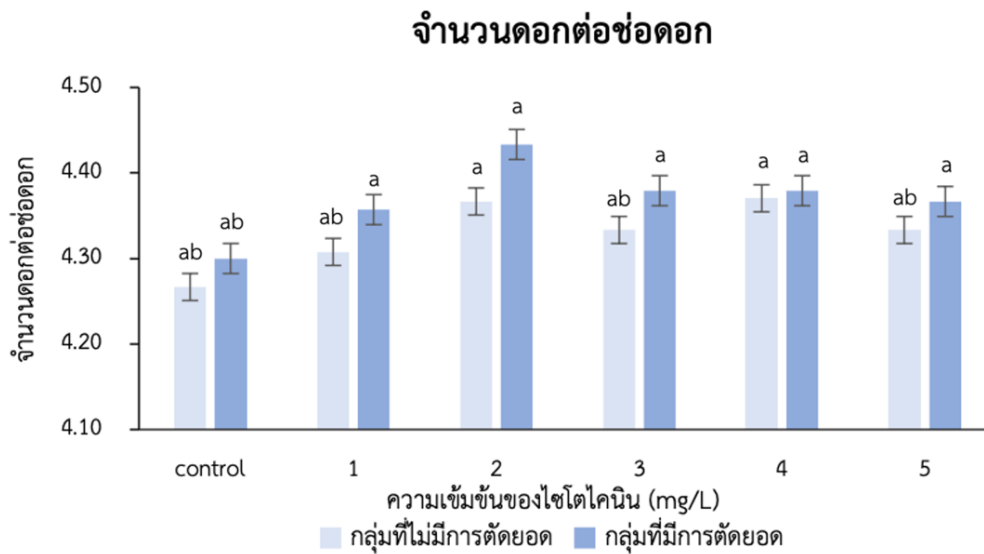
ภาพที่ 3 จำนวนกิ่งของต้นมะเขือเทศราชินีอายุ 3 สัปดาห์ ที่ได้รับและไม่ได้รับการตัดยอดเมื่อได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ทุก 1 สัปดาห์ จนถึงก่อนระยะออกดอก (ก) สัปดาห์ที่ 5 (ข) สัปดาห์ที่ 7 และ (ค) สัปดาห์ที่ 9 [ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$); ส่วนหม้อยิงเบนมาตรฐาน ($\text{mean} \pm \text{SE}$)]

ผลของไซโตไคนินต่อจำนวนช่อดอกของมะเขือเทศราชินี พบว่า กลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดและกลุ่มที่มีการตัดยอด ส่งผลต่อจำนวนช่อดอกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดที่ได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลต่อจำนวนช่อดอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่มีการตัดยอดที่ได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลต่อจำนวนช่อดอกไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่มีการตัดยอดและได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีจำนวนช่อดอกมากที่สุด (ภาพที่ 4) สามารถตีความได้ว่า การไม่ตัดยอดหรือตัดยอดไม่ส่งผลต่อจำนวนช่อดอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความเข้มข้นของไซโตไคนินที่ต่างกันส่งผลต่อจำนวนช่อดอกแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในมะเขือเทศราชินี



ภาพที่ 4 จำนวนช่อดอกของต้นมะเขือเทศราชินีอายุ 3 สัปดาห์ ที่ได้รับและไม่ได้รับการตัดยอดเมื่อได้รับ การฉีดพ่นทางใบด้วยไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ทุก 1 สัปดาห์ จนถึงก่อนระยะออกดอก [ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$); ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\text{mean} \pm \text{SE}$)]

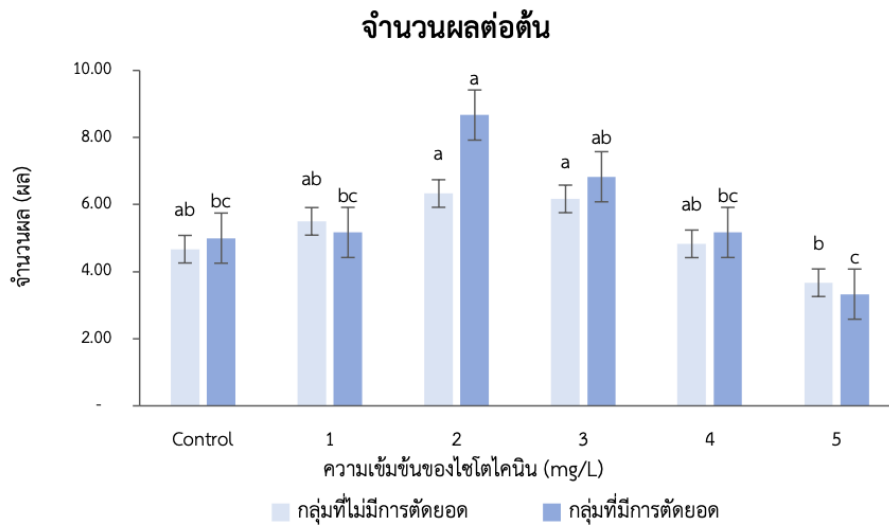
ผลของไซโตไคนินต่อจำนวนดอกต่อช่อดอกของมะเขือเทศราชินี พบว่า กลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดและกลุ่มที่มีการตัดยอดส่งผลต่อจำนวนดอกต่อช่อดอกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดที่ได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลต่อจำนวนดอกต่อช่อดอกมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่มีการตัดยอดที่ได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลต่อจำนวนดอกต่อช่อดอกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่มีการตัดยอดที่ได้รับไซโตไคนิน ที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีจำนวนดอกต่อช่อดอกมากที่สุด (ภาพที่ 5) สามารถตีความได้ว่า การไม่ตัดยอดหรือตัดยอดไม่ส่งผลต่อจำนวนดอกต่อช่อดอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและความเข้มข้นของไซโตไคนิน ที่แตกต่างกันส่งผลต่อจำนวนดอกต่อช่อดอกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในมะเขือเทศราชินี



ภาพที่ 5 จำนวนดอกต่อช่อดอกของต้นมะเขือเทศราชินีอายุ 3 สัปดาห์ ที่ได้รับและไม่ได้รับการตัดยอด เมื่อได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ทุก 1 สัปดาห์ จนถึงก่อนระยะออกดอก [ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$); ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SE)]

ผลการศึกษาไซโตไคนินต่อจำนวนผลผลิตของมะเขือเทศราชินี

ผลของไซโตไคนินต่อจำนวนผลของมะเขือเทศราชินี พบว่า กลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดและกลุ่มที่มีการตัดยอด ส่งผลต่อจำนวนผลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดและกลุ่มที่มีการตัดยอดที่ได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลต่อจำนวนผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่มีการตัดยอดและได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีจำนวนผลมากที่สุด (ภาพที่ 6) สามารถตีความได้ว่าการไม่ตัดยอดหรือตัดยอดไม่ส่งผลต่อจำนวนผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความเข้มข้นของไซโตไคนินที่แตกต่างกันส่งผลต่อจำนวนผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในมะเขือเทศราชินี



ภาพที่ 6 จำนวนผลของต้นมะเขือเทศราชินีอายุ 3 สัปดาห์ ที่ได้รับและไม่ได้รับการตัดยอดเมื่อได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ทุก 1 สัปดาห์ จนถึงก่อนระยะออกดอก [ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$); ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\text{mean} \pm \text{SE}$)]

วิจารณ์ผล

ผลของไซโตไคนินต่อความสูง น้ำหนักแห้ง จำนวนกิ่ง จำนวนช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อดอก และจำนวนผลเป็นตัวอย่างที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต เนื่องจากไซโตไคนิน มีคุณสมบัติกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการเจริญของตาข้าง (Cline, 2006) อีกทั้งการตัดยอดยังช่วยส่งเสริมการแตกกิ่ง เนื่องจากบริเวณปลายยอดมีการสร้างฮอร์โมนออกซิน ซึ่งมีคุณสมบัติข่มตาข้าง เมื่อทำการตัดยอด จึงเพิ่มโอกาสในการเกิดตาข้างและช่อดอก จึงนำไปสู่จำนวนผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทรงและคณะ (Trong et al., 2020) ศึกษาผลของไซโตไคนิน ต่อสรีรวิทยาและชีวเคมีในมะเขือเทศบางพันธุ์ พบว่า ความสูง น้ำหนักแห้ง ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ของมะเขือเทศที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยไซโตไคนินมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ถ้าได้รับไซโตไคนิน ความเข้มข้นสูงเกินไปอาจมีผลไปยับยั้งการยืดยาวของเซลล์และการสร้างรากได้ (Daengsawat, 2001)

สรุปผล

การศึกษาผลของไซโตไคนินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในมะเขือเทศราชินี พบว่า ความสูงและน้ำหนักแห้งในกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอดและกลุ่มที่มีการตัดยอดร่วมกับได้รับไซโตไคนินในความเข้มข้นที่เหมาะสมจะส่งผลให้มีความสูงและน้ำหนักแห้งสูงกว่าชุดควบคุม และจำนวนกิ่งในกลุ่มที่ไม่มีการตัดยอด ส่งผลให้มีความสูงกว่าในกลุ่มที่มีการตัดยอด อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่มีการตัดยอดและได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้จำนวนช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อดอก และจำนวนผลมีค่าสูงกว่าในกลุ่มที่มีการตัดยอดและได้รับไซโตไคนินที่ความเข้มข้นอื่น ผลจากการศึกษาข้างต้นได้ว่า ไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและจำนวนผลผลิต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา กองเงิน อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และตรวจสอบแก้ไขด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย งานวิจัยนี้จะสำเร็จไม่ได้เลย หากขาดการสนับสนุนจากคณาจารย์ทุกท่าน และบุคลากรในสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- เกสร แก้วบัว, และภานุพล หงส์ภักดี. (2561). ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการเจริญเติบโตของแก่นตะวันเพื่อผลิตเป็นไม้ดอกไม้กระถาง. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 19*. (น. 495-504). คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. 2564. สถานการณ์สินค้าเกษตร สถานการณ์การผลิตพืช 2564/65 มะเขือเทศ. แหล่งข้อมูล:<http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2565/23potato.pdf>. ค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2565.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดสุรินทร์. 2563. มะเขือเทศ สรรพคุณและประโยชน์ของมะเขือเทศ. แหล่งข้อมูล: https://www.opsmoac.go.th/surin-local_wisdom-preview-422891791839. ค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2565.
- Agarwal, S. and Rao, A.V. (2000) Tomato Lycopene and Its Role in Human Health and Chronic Diseases. *Canadian Medical Association Journal*, 163, 739-744.
- Akbari, M., Ghobadi, M. E., Ghobadi, M., Honarmand, S. J., and Saeidi, M. (2018). Effect of decapitation and exogenous application of gibberellic acid (GA3) and cytokinin (CK) on some physiology characteristic of stevia. *Cellular and molecular biology*, 64(2), 50-56.
- C´ardenas-Aquino, M., Sarria-Guzm´an, Y., and Mart´inez-Antonio, A. (2022). Review: Isoprenoid and aromatic cytokinins in shoot branching. *Plant Science*, 2022(319), 1-14.
- Cline, M. G., Thangavelu, M., and Kim, D. (2006). A possible role of cytokinin in mediating long-distance nitrogen signaling in the promotion of sylleptic in hybrid poplar. *Journal of plant physiology*, 163(6), 684-688.
- Daengsawat, C. (2001). *Plant physiology*. (2nd ed.). Bangkok: Development of education.
- Trong, L. V., Thinh, B. B., Hung, N., Huyen, L. T., and Phuong, H. T. (2020). Effects of cytokinin on physiological and biochemical indicators of some tomato varieties (*Solanum lycopersicum* L.) cultivated in Vietnam. *Pakistan journal of biological sciences*, 23(11), 1462-1472. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2020.1462.1472>

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และสีเมล็ดข้าวเหนียวดำหลังระยะ ออกรวง

Effect of nitrogen fertilizers on growth, yield and grain color in purple sticky rice after heading stage

ประทีป อูปแก้ว^{1*} ทิชฎยา เสมอเงิน² วิฑูร ชาวสุข² และปริญญพร หนูอุไร²

Prateep Oupkaew^{1*}, Tistaya Semangoen², Witoon Khawsuk² and Parinyaporn Nuurai²

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว 254 หมู่ 4 ต. วัฒนานคร อ. วัฒนานคร จ. สระแก้ว 27260

² คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลพทาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

¹ Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo Campus, 254 M. 4, Watthananakhon Sub-district, Watthananakhon District, Sakaeo Province, 27160

² Faculty of Allied Health Sciences, Burapha University, 169 Longhaad Bangsaen Road, Saensuk, Mueang, ChonBuri Province, 20131

*Corresponding author E-mail: prateep_o@buu.ac.th

บทคัดย่อ

ข้าวเหนียวดำเป็นข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองและพบได้ในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เมล็ดข้าวเหนียวดำมีสารแอนโทไซยานินเป็นโปรตีนที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ข้าวที่มีเมล็ดสีดำจะมีสารแอนโทไซยานินสูง ดังนั้นการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในดินมีผลต่อเพิ่มสีในเมล็ดข้าว ซึ่งการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และสีของเมล็ดข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวง โดยเปรียบเทียบระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 0 30 60 90 และ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ผลการศึกษาพบว่าปุ๋ยไนโตรเจนหลังระยะออกรวงไม่มีความแตกต่างในการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวง อย่างไรก็ตามปุ๋ยไนโตรเจนมีผลค่าสีแดงในเมล็ดข้าวเปลือก ส่วนเมล็ดข้าวกล้องมีผลต่อค่าความสว่าง ค่าสีแดงและค่าโครมา

คำสำคัญ : ข้าวเหนียวดำ, ไนโตรเจน, ระยะออกรวง

Abstract

Purple sticky rice is a native species and is found in all regions in Thailand. The anthocyanin content in the grain of purple sticky rice. This is a protein that contains nitrogen as an element. The black color rice had the high of anthocyanin. The nitrogen fertilizer in the soil affects the accumulation of anthocyanin in the grain. The study evaluated grain yield, yield components, growth and color in the rice grain under five levels of Nitrogen fertilizer rates at 0 30 60 90 and 120 kg N/rai. The results showed that the nitrogen fertilizer rates after heading stage weren't differed on growth, yield components and yield. However, the nitrogen fertilizers rates was effect the red color on the paddy rice. Thus, the brown rice was differed in bright, red and chroma colors. But the cross section of the brown rice was differed in bright and yellow colors.

Keywords : Purple sticky rice, nitrogen, heading stage

บทนำ

ข้าวเหนียวดำพบได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย ใช้ชื่อพันธุ์เก่าเวียงสา เหนียวดำก้านา ก้านาน ก้าตอยมูเซอ ก้าอมก้อย และก้าตอยสะเก็ด (เปรมกมล, 2553) ก้าลูกเขย เหนียวดำน้อย เหนียวดำดับหมู และเหนียวดำมะเกลือ เหนียวดำพวง เหนียวดำไร่ (อัญชลี และคณะ, 2550) เหนียวดำช่อไม้ไผ่ เหนียวดำหมอ เหนียวดำต้นดำใบดำ และเหนียวแดงกรมแดง (นิธิศ และคณะ, 2553) ข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองเป็นข้าวพันธุ์หนึ่งที่ยินยมปลูก ภาษาพื้นเมืองภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เปรมกมล, 2553) เรียกว่า ข้าวเหนียวก้า ส่วนภาคกลาง และภาคใต้เรียกว่า ข้าวเหนียวดำ (นิธิศ และคณะ, 2553) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองจะมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เมล็ดข้าวเหนียวดำประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดหรือกลีบ และส่วนเนื้อผลหรือข้าวกล้อง ข้าวกล้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ จมูกข้าวหรือคัพภะเยื่อหุ้มเมล็ดหรือรำข้าว และเนื้อเมล็ดข้าวสาร โดยเยื่อหุ้มเมล็ดมีสารสีหรือรงควัตถุปนอยู่ (มันทนา และ ไมตรี, 2555) คือสารแอนโทไซยานินส่วนใหญ่ ได้แก่ cyanidin-3-glucoside peonidin-3-glucoside และ cyanidin-3-O-rutinoside มักพบในระยะเจริญของข้าวเหนียวก้าตอยสะเก็ด (Kitsada, 2009)

ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช โดยเฉพาะในข้าวถ้าปริมาณไนโตรเจนต่ำการเจริญเติบโตช้าทำให้ลำต้นแคระแกรนส่งผลกระทบต่อผลผลิตลดลง แต่ถ้าปริมาณไนโตรเจนสูงส่งผลให้ต้นข้าวออกดอกเร็ว ผลผลิตสูงแต่คุณภาพต่ำ (อรพิน และ ผ่องพรรณ, 2545) ซึ่งไนโตรเจนอยู่ในองค์ประกอบต่างๆ ของพืช เช่น กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก นิวคลีโอไทด์ และคลอโรฟิลล์ เป็นต้น (Dobermann and Fairhurst, 2000) โดยเฉพาะกรดอะมิโนที่มีไนโตรเจนอยู่ที่หมู่อะมิโน (amino group) (ยงยุทธ, 2552) และทำหน้าที่ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน โดยพืชจะสร้างกรดอะมิโนที่จำเป็นจากองค์ประกอบพื้นฐานคือ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน และ ไนโตรเจน เป็นต้น เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนปริมาณที่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อกรดอะมิโนเพื่อนำไปสร้างโปรตีนในพืชทำให้ได้ผลผลิตสูง (สรารุช และคณะ, 2546) โดยไนโตรเจนในโปรตีนมีไนโตรเจน 20 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ และรวมถึงสารประกอบโมเลกุลเชิงซ้อนอื่นๆ นอกจากนี้ไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของรงควัตถุหรือสารสีในใบของพืช คือ คลอโรฟิลล์ (Dobermann and Fairhurst, 2000) ดังนั้นไนโตรเจนจึงมีความสำคัญต่อพืช ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนน้อยเกินไป พืชจะมีลักษณะต้นเตี้ยแคระแกรน ใบเล็กผิดปกติ และมีสีเหลืองซีดจากการขาดคลอโรฟิลล์โดยเฉพาะใบแก่ และปริมาณผลผลิตต่ำหรือไม่ได้ผลผลิต ในทางกลับกันเมื่อพืชได้รับไนโตรเจนปริมาณมากเกินไป พืชจะมีขนาดใบเพิ่มขึ้นใบมีสีเขียวเข้ม มีอาการเหี่ยวใบ และออกดอกช้าลง (Dobermann and Fairhurst, 2000) จากการศึกษาของ อรพิน และ ผ่องพรรณ (2545) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของข้าวเจ้าหอมพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ระยะเจริญเติบโต ระยะออกดอกและระยะเก็บเกี่ยว พบว่าถ้าไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในทุกระยะจะส่งผลให้การเจริญเติบโต และผลผลิตต่ำ แต่เมื่อใส่อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมในระยะออกรวงทำให้อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตสูงขึ้น ถ้าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปจะส่งผลให้ลักษณะเมล็ดข้าวลีบ จำนวนใบเพิ่มขึ้นผิดปกติมีสีเขียวเข้ม และผลผลิตต่ำ แบบเดียวกับข้าวที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จากการศึกษาของ วรณภา และคณะ (2556) ศึกษาระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลต่อสีในเยื่อหุ้มเมล็ดและผลผลิตของข้าวเหนียวก้าตอยสะเก็ด และข้าวเหนียวก้า CMU122 4 ระยะ คือ 0 30 60 และ 90 วันหลังปลูก พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 70 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อดิน 1 กิโลกรัมที่อายุ 30 วันหลังปลูกส่งผลให้ผลผลิตต่ำ สีบนเยื่อหุ้มเมล็ดจาง และสารแอนโทไซยานินมีปริมาณต่ำ แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 210 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อดิน 1 กิโลกรัมที่อายุมากกว่า 30 วันหลังปลูกส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้น สีบนเยื่อหุ้มเมล็ดเข้มขึ้น และสารแอนโทไซยานินมีปริมาณสูง ดังนั้นการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อสีเยื่อหุ้มเมล็ด การศึกษานี้เปรียบเทียบกับผลการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหลังจากข้าวออกรวงในข้าวเหนียวเหนียวพื้นเมืองต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและสีเยื่อหุ้มเมล็ด

วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองนี้ทำการศึกษาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนในระดับต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และสีเมล็ดข้าวหลังระยะออกรวงของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดสระแก้ว ดำเนินการทดลอง ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว ตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำซ้ำจำนวน 5 ซ้ำ โดยศึกษาอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับ คือ 0 30 60 90 และ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ เพาะเมล็ดข้าวจะอายุ 14 วัน ย้ายปักดำในกระถางสี่เหลี่ยมทรงกรวยเส้นผ่าศูนย์กลางของกระถาง 27 เซนติเมตร ความสูงของกระถาง 29 เซนติเมตร ใส่ดินลงกระถางให้มีความสูง 20 เซนติเมตรจากก้นของกระถาง เติมน้ำสูงเหนือดินในกระถางประมาณ 5 เซนติเมตร และควบคุมระดับน้ำให้สม่ำเสมอ ตั้งแต่วันปลูกถึง 20 วันหลังข้าวออกรวงจะงดการให้น้ำ ทุกกระถางจะใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ที่ข้าวอายุ 1 เดือน ส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ใช้ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 ใส่หลังจากข้าวออกรวง

การบันทึกข้อมูลประเมินความสูง ความยาวของรวง (วัดจากคอรวงถึงปลายรวงข้อสุดท้าย) จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิต (น้ำหนักเมล็ดต่อกอที่ความชื้นเมล็ด 14 เปอร์เซ็นต์) และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) การประเมินสีเมล็ด โดยนำเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ของข้าวเหนียวดำหลังจากเก็บเกี่ยวมาวัดค่าสีด้วยเครื่อง Chroma meter รุ่น CR-400 โดยแสดงค่าปริภูมิสี คือ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) ค่าโครมา (C^*) และค่าฮิว (h°) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งที่ทดลองโดยใช้วิธี (Least significant difference, LSD) ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน 5 ระดับในข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงไม่ส่งผลต่อความสูงต้น และความยาวรวง เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับในข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงไม่ส่งผลต่อองค์ประกอบผลผลิตซึ่งประกอบด้วยจำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ตารางที่ 1) และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับในข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงไม่ส่งผลต่อผลผลิต ซึ่งประกอบด้วยน้ำหนักเมล็ดต่อกอที่เปอร์เซ็นต์ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 2)

การประเมินค่าสีบนเมล็ดข้าวเหนียวดำ ค่าสีบนเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวเหนียวดำพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับในข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงไม่ส่งผลต่อค่าความสว่าง ค่าสีเหลือง ค่าโครมา และค่าฮิวบนเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวเหนียวดำ แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับในข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงส่งผลต่อค่าสีแดงบนเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวเหนียวดำ ซึ่งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่หลังระยะออกรวงส่งผลให้สีบนเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวเหนียวดำค่าสีแดงบนเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวเหนียวดำน้อยกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 30 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่หลังระยะออกรวงค่าสีแดงบนเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวเหนียวดำไม่ต่างกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 60 และ 90 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (ตารางที่ 3)

ค่าสีบนเมล็ดข้าวกล้องของข้าวเหนียวดำพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับในข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงไม่ส่งผลต่อค่าสีเหลือง และค่าฮิวบนเมล็ดข้าวกล้องของข้าวเหนียวดำ แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับในข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงส่งผลต่อค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าโครมา ซึ่งค่าความสว่างเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ของข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงมีค่าความสว่างของเมล็ดข้าวกล้องน้อยกว่าเมล็ดข้าวกล้องที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 30 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ แต่ค่าของสว่างของเมล็ดข้าวกล้องที่ไนโตรเจนระดับ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ไม่แตกต่างกับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

ระดับ 60 และ 90 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ส่วนค่าสีแดงพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 30 60 90 และ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ มีค่าสีแดงของเมล็ดข้าวกล้องน้อยกว่าข้าวกล้องที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ส่วนค่าโครมา พบว่าปุ๋ยไนโตรเจน 60 90 และ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่มีค่าโครมาน้อยกว่าเมล็ดข้าวกล้องที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่ไม่มีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 30 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 ความสูง (เซนติเมตร) ความยาวรวง (เซนติเมตร) จำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ข้าวเหนียวดำที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกันหลังระยะออกทรง

ระดับปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	ความสูง (เซนติเมตร)	ความยาวรวง (เซนติเมตร)	จำนวนต้นตอก กอ	จำนวนรวง ตอกอ	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
0	82.8	16.2	9.4	8.1	28.9
30	81.4	17.2	9.5	8.6	28.8
60	77.2	18.3	9.6	8.4	28.5
90	79.0	18.9	9.2	8.2	28.1
120	77.4	20.7	9.4	8.4	28.8
F-test	ns	Ns	Ns	Ns	Ns

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรพิมพ์เล็กต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 2 น้ำหนักเมล็ดตอกอที่เปอร์เซ็นต์ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ (กรัม) และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) ข้าวเหนียวดำที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกันหลังระยะออกทรง

ระดับไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	น้ำหนักเมล็ดตอกอ ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ (กรัมตอกอ)	ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI)
0	13.7	0.5
30	13.9	0.5
60	14.0	0.5
90	14.1	0.5
120	14.5	0.5
F-test	Ns	Ns

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรพิมพ์เล็กต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 3 ค่าสีบนเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวเหนียวดำที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกันหลังระยะออกรวง

ระดับปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	ความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)	ค่าโครมา (C*)	ฮิว (h _o)
0	40.3	7.3c	17.6	19.7	67.4
30	40.1	6.8b	17.1	18.4	68.2
60	39.9	6.6ab	16.9	18.2	68.3
90	39.5	6.6ab	16.7	18.1	68.5
120	39.2	6.3a	16.4	17.8	68.8
F-test	ns	*	ns	Ns	Ns

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรพิมพ์เล็กต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4 ค่าสีบนเมล็ดของข้าวกล้องของข้าวเหนียวดำที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกันหลังระยะออกรวง

ระดับปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	ความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)	ค่าโครมา (C*)	ฮิว (h _o)
0	21.5b	10.9b	6.4	12.7b	32.7
30	21.4b	8.8a	5.3	10.5ab	31.6
60	20.5ab	8.6a	4.9	10.1a	30.3
90	20.3ab	8.4a	4.9	9.9a	30.1
120	19.2a	8.3a	4.8	9.8a	29.6
F-test	*	*	ns	*	Ns

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรพิมพ์เล็กต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

วิจารณ์ผล

จากการนำผลการทดลองมาวิเคราะห์พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับแตกต่างกันในข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตซึ่งประกอบด้วยความสูงต้น และความยาวรวง ส่วนองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตจากการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับแตกต่างกันของข้าวเหนียวดำหลังระยะออกรวงไม่ส่งผลต่อจำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดตอกอที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เนื่องจากต้นข้าวเหนียวดำใช้ในการทดลองในระยะออกรวง ซึ่งระยะออกรวงนี้ต้นข้าวเหนียวดำมีการนำแร่ธาตุหรือธาตุอาหารไนโตรเจนที่ใส่ไปใช้เพิ่มโปรตีนในเมล็ด แทนการนำมาใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น และใบ จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวเหนียวดำที่นำมาทดลองไม่แตกต่างกันทั้งที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริภรณ์ (2554) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับแตกต่างกันของข้าวข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวสะเมิง 3 หลังระยะออกรวง ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว เช่นเดียวกันงานวิจัยของ อรพิน และ ผ่องพรรณ (2545) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันในข้าวหอมพันธุ์ปทุมธานี 1 การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหลังระยะออกรวงไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต แต่ในตรงกันข้ามกับงานทดลองของ วรณภา และคณะ (2556) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 210 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อดิน 1

กิโลกรัมของข้าวเหนียวก่ำด้อยสะเก็ดหลังระยะออกรวง องค์ประกอบ และผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้น 46 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เพียงองค์ประกอบ และผลผลิตของข้าวเหนียวก่ำ CMU122 หลังระยะออกรวงเพิ่มขึ้นถึง 2 เท่า อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในข้าวที่แตกกันก่อนข้าวออกรวงมีความแตกต่างของการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต (จักรชัยวัฒน์, 2563) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับแตกต่างกันหลังระยะข้าวออกรวงส่งผลให้ความเข้มข้นเมล็ดเพิ่มทั้งข้าวเปลือก และข้าวกล้อง โดยการวัดค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าโครมา และค่าฮิว ซึ่งสอดคล้องกับงานพบว่ากับงานทดลองของ วรณภา และคณะ (2556) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 210 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อดิน 1 กิโลกรัมของข้าวเหนียวก่ำด้อยสะเก็ด และข้าวเหนียวก่ำ CMU122 ส่งผลให้ความเข้มข้นเยื่อหุ้มของเมล็ดกล้องเข้มข้นกว่าระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่ 70 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อดิน 1 กิโลกรัม และยังพบอีกว่ามีปริมาณของสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น

สรุปผล

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหลังระยะออกรวงไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวเหนียวดำ อย่างไรก็ตามปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อสีเมล็ดและสีเยื่อหุ้มเมล็ด โดยค่าสีแดงในเมล็ดข้าวเปลือก ส่วนเมล็ดข้าวกล้องมีผลต่อค่าความสว่าง ค่าสีแดงและค่าโครมา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ต่อยอดจากงานวิจัยที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา “ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 งบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)” เลขที่สัญญา ววน ๓๖/๒๕๖๕

เอกสารอ้างอิง

- จักรชัยวัฒน์ กาวิวงศ์. 2563. การจัดการธาตุไนโตรเจนเพื่อการผลิตข้าวหอมนิลในชุดดินแม่ทะ. เก่นเกษตร. 48 (1):189-200.
- นิธิศ แสงอรุณ, ราตี รัตนสำเนียง, บุญนะ หนูคง, จรรย์ ทับทิมทอง, จรูญ ศรีสุวรรณ, กัญฉิกันต์ ปลอดภัย, สำเร็จ แซ่ตัน, ขวัญใจ คชภักดี, รุจิรา ปรีชา, โอรัช ทองแดง, รชนิศ พานิชกิจ, กัญญา เชื้อพันธุ์, สุนันทาวงศ์ปิยชน และสุนิยม ตาปราบ. 2553. ข้าวเหนียวดำมีสีพันธุ์พื้นเมืองสายพันธุ์ดีเด่นภาคใต้. หน้า 19-35. ประชุมวิชาการข้าวกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคใต้.
- เปรมกมล มุลนิลตา. 2553. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวเหนียวก่ำพันธุ์พื้นเมือง. วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มันทนา นครเรียบ และไมตรี สุทธจิตต์. 2555. สารพฤกษเคมีในเมล็ดข้าวเหนียวดำและประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพ. วารสารมหาวิทยาลัยพะเยา. 5: 28-35.
- ยงยุทธ โอสสถภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วรรณภา ก่ำถั่ว, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, ศันสนีย์ จำจด, ณัฐฉิณี ภัทรกุล และชนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย. 2556. ผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำต่อผลผลิต และปริมาณสารแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวก่ำ 2 พันธุ์. เก่นเกษตร. 41: 403-410.
- สรารุจ รุ่งเมฆารัตน์, อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช มณฑพัช, เตชาวุธ และพัชชนะ บุญประเสริฐ. 2546. ประสิทธิภาพของกรดอะมิโน P POWER และปุ๋ยทางใบเพื่อผลผลิตในนาข้าว. หน้า 1 – 5. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.

อัญชลี ชาวนา, บุญรัตน์ จงดี, ประเมศ บันเทิง และประสิทธิ์ ใจศีล. การประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการให้ผลผลิตของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมือง. น. 68-74. ใน: การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2550 19-21 กุมภาพันธ์ 2550. พิพิธภัณฑสถานเกษตรเฉลิมพระเกียรติฯ อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี.

อรพิน เกิดชูชื่น และผ่องพรรณ พุทธาโร. 2545. อิทธิพลของปุ๋ยยูเรียและแอมโมเนียมซัลเฟตต่อการเจริญเติบโต ต้นนี้ขนาดของใบ และอัตราการดูดซึมของข้าวเจ้าหอมพันธุ์ปทุมธานี1. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 25(3): 233-243.

Dobermann, A., and T.H. Fairhurst. 2000. Rice nutrient disorders & nutrient management. Oxford Graphic Printers Pte Ltd.

Kitsada, P. 2009. Applica of liquid chromatography-mass spectrometry and tandem mass spectrometry to the Identification of anthocyanins in thai black rice cultivars. Master of Science in Chemistry University.

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าว หมู่ 5
ตำบลคลองนิมยาตราอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
Development Packaging Of Packaged Rice For The Large Rice Farming
Scheme, Moo 5, Klung Niyom Yatra Subdistrict, Bang Bo District, Samut
Prakan Province

จันสุตา คนตรง^{1*} และสุนีพร สุวรรณมณีพงศ์¹

Chansuda Khontrong^{1*} and Suneeporn Suwanmaneepong¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนน ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

¹King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalongsung Road, Ladkrabang District, Bangkok 10520

*Corresponding author E-mail Khunchan170218@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าว หมู่ 5 ตำบลคลองนิมยาตราอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ โดยทำการศึกษา 1) ปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุง 2) พัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุง และ 3) ความพึงพอใจของสมาชิกกลุ่มเกษตรกร จำนวน 50 คน และ กลุ่มผู้บริโภค จำนวน 30 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกและแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาบรรจุภัณฑ์มีการออกแบบลวดลาย ระบายรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับสินค้าบรรจุภัณฑ์ข้าว มีตราสินค้าที่เห็นได้อย่างชัดเจนและมีเอกลักษณ์ ผลการศึกษาความพึงพอใจด้านโครงสร้างบรรจุภัณฑ์โดยรวมในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถมองเห็นสินค้าภายในได้อย่างชัดเจน การอำนวยความสะดวกในการหิ้วถือนำพาต่อการจัดเก็บ บรรจุสินค้าได้สะดวกต่อการบริโภค และเก็บรักษาสินค้าที่เหลือได้สะดวกต่อการใช้งานครั้งต่อไป ความเหมาะสมของขนาดของบรรจุภัณฑ์รูปร่างของบรรจุภัณฑ์ สำหรับความพึงพอใจต่อการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์พบว่า โดยรวมในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในด้านตราสินค้า สร้างความทรงจำ นำประทับใจสามารถจดจำได้ง่าย

คำสำคัญ : พัฒนา, บรรจุภัณฑ์, ข้าวสารบรรจุถุง

Abstract

This research aims to develop bagged rice packaging for the large rice farming scheme, Moo 5, Klung Niyom Yatra Subdistrict, Bang Bo district, Samut Prakan Province by studying 1) problems and obstacles regarding the development of packaged rice packaging, 2) the development of packaged rice packaging, and 3) the satisfaction of 50 members of the farmer group and 30 consumers, data were collected through in-depth interviews and questionnaires. Data were analyzed using content analysis and descriptive statistics, including frequencies, percentages, and standard deviations. The research found that developing packaging with pattern designs specifies various details about rice packaging products, and there is a visible and unique brand. The study's results were the highest level of satisfaction with the overall packaging

structure. They were satisfied at a high level with the packaging format where the products inside could be clearly seen, facilitation of carrying and storage, product packaging is convenient for consumption and keep the remaining products convenient for use next time, suitability of the size of the packaging and the shape of the packaging. As for satisfaction with the design of patterns on the packaging, it was found that overall, at the highest level, The highest level of satisfaction was in the brand area. Make memories Impressive, easily remembered.

Keywords: Development, packaging, bagged rice

บทนำ

ยุทธศาสตร์และแนวทางการพัฒนาการเกษตร ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2560-2564) ยุทธศาสตร์ที่ 2 การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการสินค้าเกษตรตลอดโซ่อุปทาน ให้มีการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร จากข้อมูลปี 2563 รัฐบาลให้ความสำคัญกับการขับเคลื่อนการตลาดของสินค้าเกษตร ภายใต้นโยบาย “เกษตรผลิต พาณิชย์ตลาด” (กองนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,2564) ซึ่งปัจจุบันกรมการส่งเสริมสหกรณ์ได้มีการส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตร โดยส่งเสริมให้มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ การกำหนดราคาที่เหมาะสม การเพิ่มส่งทางการจัดจำหน่าย และการส่งเสริมการขายให้เข้าถึงลูกค้า สินค้าเกษตรมีมูลค่าเพิ่มขึ้น และมีรายได้เพิ่มขึ้น และกลุ่มเกษตรกรได้รับการส่งเสริมพัฒนาให้มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือตนเองและช่วยเหลือกันและกันเพิ่มขึ้น (กลุ่มพัฒนากลุ่มเกษตรกร ,กองพัฒนาสหกรณ์ภาคการเกษตรและกลุ่มเกษตรกรและกรมส่งเสริมสหกรณ์,2566) ซึ่งรูปแบบการพัฒนาเกษตรในปัจจุบันมีหลายแนวทาง เช่น การพัฒนาที่เป็นตัวผลผลิต การพัฒนาโดยสร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้าเกษตร ทุกแนวทางมีเป้าหมายเดียวกันคือสร้างรายได้และสร้างคุณภาพที่ดีขึ้นให้กับเกษตรกร (พัทธ์ยมล สื่อสวัสดิ์วิเศษย์ ,2558)

การบรรจุภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางการตลาด โดยในปัจจุบันบรรจุภัณฑ์มีบทบาทมากขึ้นในการผลิตสินค้าทางการเกษตรที่เน้นให้ความสำคัญกับผู้บริโภค (Customer Oriented) การพัฒนาบรรจุภัณฑ์จะช่วยสื่อหรือสร้างนวัตกรรมที่เป็นเอกลักษณ์และสร้างความโดดเด่นให้กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งบรรจุภัณฑ์ที่ดีจะต้องสามารถสร้างความสะดุดตาและสร้างความประทับใจให้กับผู้บริโภค และเพิ่มแรงกระตุ้นในการซื้อให้กับผู้บริโภคได้ (นพวรรณ ชิวอารี, 2555) ทั้งนี้ การออกแบบบรรจุภัณฑ์จะต้องมีการกำหนดรูปแบบและโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ให้สัมพันธ์กับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ เพื่อการคุ้มครองป้องกันไม่ให้สินค้าเสียหายและเพิ่มคุณค่าทางด้านมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ และด้าน จิตวิทยาต่อผู้บริโภค โดยอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ในการสร้างสรรค์ให้ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค (พัชรินทร์ บุญนุ่น และ ธมลชนก คงขวัญ, 2564) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาบรรจุภัณฑ์สินค้าของเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่ได้สอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สื่อเอกลักษณ์ สร้างความโดดเด่นให้กับผลิตภัณฑ์ และต้องตรงต่อความต้องการของผู้บริโภคมากนัก จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้ สินค้าข้าวสารบรรจุถุงเป็นสินค้าที่เกษตรกรนิยมนำมาแปรรูปและพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อจำหน่ายในนามของกลุ่มเกษตรกร และกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ที่ 5 ตำบลคลองนิมมาตรา จังหวัดสมุทรปราการ เป็นอีกหนึ่งกลุ่มที่มีการจำหน่ายข้าวสารบรรจุถุง โดยนำผลผลิตจากสมาชิกจำนวน 50 ราย ที่มีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 1,249 ไร่ อยู่ในเขตชลประทานมีแหล่งน้ำจากคลองพญานาคราชใช้ในการส่งเสริมการปลูกข้าว เกษตรกรได้รับมาตรฐานการผลิต (ใบ Q) และเกษตรกรเป็นสมาชิกของศูนย์จัดการศัตรูพืชชุมชน และเป็นศูนย์เรียนรู้การเพิ่ม

ประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) ศูนย์เครือข่ายโดยเชื่อมโยงกับ ศพก.หลักในทุกมิติการส่งเสริมการเกษตร (สำนักงานอำเภอบางบ่อ, 2566) ซึ่งพบว่าการทำงานที่ผ่านมาบรรลุพันธกิจยังขาดความน่าสนใจ ความน่าดึงดูดต่อผู้บริโภคและไม่เป็นที่จดจำในท้องตลาด รวมถึงไม่มีรายละเอียดสินค้าที่ได้รับมาตรฐานข้างต้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มเพื่อ สามารถสร้างจุดขายและเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าของกลุ่มได้

ด้วยเหตุนี้ การวิจัยนี้จึงมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าว หมู่ 5 ตำบลคลองนิมิตราอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และศึกษาความพึงพอใจของทั้งสมาชิกและผู้บริโภคที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าข้าวสารบรรจุถุงให้กับกลุ่มแปลงใหญ่หมู่ 5 ตำบลคลองนิมิตราอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการให้มีมูลค่าเพิ่มของกลุ่มต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมิตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
2. เพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมิตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 และ กลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์กลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมิตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษา คือ สมาชิกกลุ่มนาแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมิตราอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 50 คน (สำนักงานเกษตรอำเภอบางบ่อ, 2566) และกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 30 คน

ขั้นตอนการวิจัย มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์แบบเดิมและทำการปรึกษาหารือร่วมกับประธาน รองประธาน เภรัณญิก โดยเก็บข้อมูลความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ 2 ด้าน ตามแนวทางของ อรรถพร ต.ศรีวิงษ์ (2566) คือ

- 1) ด้านรูปแบบบรรจุภัณฑ์ได้แก่ขนาดบรรจุภัณฑ์ วัสดุที่ต้องการทำบรรจุภัณฑ์ ลักษณะภายนอก
- 2) ด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ รูปแบบตราสินค้า ความโดดเด่น เอกลักษณ์เฉพาะตัวรายละเอียดสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ ความกลมกลืนกันของภาพลวดลาย สี สัน รายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ ขนาดความจุ

โดยใช้การวิเคราะห์จากความต้องการของประธาน รองประธาน เภรัณญิก และออกแบบตราสัญลักษณ์ ออกมา 3 รูปแบบเพื่อใช้ในการคัดเลือกในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอนที่ 2 ทำการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ร่วมกับร่วมกับประธาน รองประธาน เภรัณญิกของกลุ่มนาแปลงใหญ่ออกแบบบรรจุภัณฑ์ ตราสินค้า รูปภาพประกอบ และรายละเอียดต่างๆ หลากๆ แบบเพื่อคัดเลือกรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการผลิตออกมาเป็นบรรจุภัณฑ์ข้าวของกลุ่มนาแปลงใหญ่ข้าว หมู่ 5 ตำบลคลองนิมิตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

ขั้นตอนที่ 3 นำบรรจุกฎเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมาสำรวจความพึงพอใจของสมาชิกข่าวกลุ่มแปลงใหญ่ข่าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมยาตรา อำเภอบางบัว จังหวัดสมุทรปราการและความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาบรรจุกฎเกณฑ์

การประเมินความพึงพอใจของบรรจุกฎเกณฑ์ของกลุ่มแปลงใหญ่ข่าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมยาตรา อำเภอบางบัว จังหวัดสมุทรปราการ จำนวนทั้งหมด 50 คนและกลุ่มจำนวนกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 30 คน เนื่องจากงานวิจัยเชิงคุณภาพของ ประไพพิมพ์ สุธีวสินนทร์ และ ประสพชัย พสุนนท์ (2559) กล่าวสัมภาษณ์เชิงลึก ปกติจะใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างประมาณ 5 – 30 คน

ใช้เครื่องมือที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) คือแบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการรวบรวมข้อมูลจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนำมาประยุกต์เป็นลักษณะเฉพาะและข้อคำถามโดยแบ่งออก 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค ซึ่งลักษณะของคำถามจะเป็นคำถามแบบปลายปิดแบบหลายคำตอบ

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาบรรจุกฎเกณฑ์ข่าวสารบรรจุกฎของของกลุ่มแปลงใหญ่ข่าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมยาตรา อำเภอบางบัว จังหวัดสมุทรปราการ โดยจะทำการวัดระดับความพึงพอใจ ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ด้านการออกแบบโครงสร้างผลิตภัณฑ์ มี 2 ด้าน ได้แก่ รูปแบบบรรจุกฎเกณฑ์ วัสดุที่ใช้ทำบรรจุกฎเกณฑ์
2. ด้านการออกแบบกราฟิกบนบรรจุกฎเกณฑ์ มี 5 ด้าน ได้แก่ ตราสินค้า ความเป็นเอกลักษณ์ รายละเอียดสินค้า รูปภาพ และปริมาตร

กำหนดมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ตามแบบของ Likert เป็นมาตราวัดที่ให้เลือกคำตอบแบ่งเป็น 5 ระดับ โดยลักษณะของข้อมูลเป็นสเกลอันดับภาคขึ้น (Interval Scale) ดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2540) คือ 5 = มีความพึงพอใจมากที่สุด, 4=มีความพึงพอใจมาก, 3= มีความพึงพอใจปานกลาง, 2 คะแนนมีความพึงพอใจน้อย และ 1 = มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะการพัฒนาบรรจุกฎเกณฑ์นำจัดหมวดหมู่ของคำตอบในแต่ละด้านเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ตามประเด็น จากนั้นนำเสนอผลการวิเคราะห์ในลักษณะความเรียง

2.การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยการนำผลของค่าสถิติที่ได้นำมาสรุปและอธิบายผลโดยตรงจากค่าที่ได้ ความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุกฎเกณฑ์กลุ่มแปลงใหญ่ข่าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมยาตรา อำเภอบางบัว จังหวัดสมุทรปราการ โดยการแปลผลระดับความพึงพอใจ โดยใช้ในระดับการวัดข้อมูลประเภทอันดับภาคขึ้น (Interval Scale) กำหนดเป็นเกณฑ์ในการประเมินค่าระดับความพึงพอใจ ดังนี้ (มัลลิกา บุนนาค. 2537)

คะแนนเฉลี่ย 4.21–5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.41–4.20 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.61–3.40 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81–2.60 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.80 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

สรุปผลการวิจัย

1) ปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุง

ผลการศึกษาปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าว
หมู่ 5 ตำบลคลองนิมมาตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5
ตำบลคลองนิมมาตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

ด้าน	สรุปปัญหาและอุปสรรค
ตราสินค้า ความเป็นเอกลักษณ์	<ul style="list-style-type: none"> - ตราสินค้าไม่น่าสนใจและไม่สร้างความทรงจำให้กับผู้บริโภค - มีความล้าสมัยและมีความคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด - การออกแบบบรรจุภัณฑ์ไม่ได้คำนึงถึงความต้องการของผู้บริโภค - ใช้สีตัวอักษรที่ดูล้าสมัย ไม่ดึงดูดต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค
รายละเอียดสินค้า	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีความชัดเจน และไม่ครบถ้วน
รูปภาพ	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ภาพเจตีย์เป็นจุดขาย
ปริมาตร	<ul style="list-style-type: none"> - มีหลายขนาด

2) การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และตราสินค้า

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และตราสินค้าของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมมาตรา อำเภอบางบ่อ
จังหวัดสมุทรปราการ มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และการออกแบบลวดลายบรรจุภัณฑ์ใหม่ทั้งหมด รวมถึงรายละเอียดต่าง
ๆ เกี่ยวกับสินค้าบรรจุภัณฑ์ข้าว เป็นการสร้างความน่าเชื่อถือ ทำให้ลูกค้ามั่นใจในตัวผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงความโดดเด่นของ
ตราสินค้าที่เห็นได้อย่างชัดเจนและมีเอกลักษณ์ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับตัวสินค้า โดยมีการพัฒนาร่วมกับสมาชิก
กลุ่มแปลงใหญ่ จำนวน 3 ครั้ง (ภาพที่ 2) และการพัฒนาครั้งที่ 3 นำไปสู่การใช้งานจริง ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ที่วางบน
ผลิตภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมมาตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
(ภาพที่ 3)



ภาพที่ 2 การพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่จากการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และตราสินค้า



ภาพที่ 3 การนำบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วไปใช้งานจริง

3) ความพึงพอใจที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหอม 5 ตำบลคลองนิมยตรา อำเภอ
บางบัว จังหวัดสมุทรปราการ

3.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ จำนวน 30 คนและกลุ่มผู้บริโภค
จำนวน 50 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 56.25) อายุระหว่าง 31-40 ปี (ร้อยละ 43)
สถานภาพสมรส (ร้อยละ 62.50) การศึกษาปริญญาตรี (ร้อยละ 62) อาชีพรับราชการ/รัฐวิสาหกิจ (ร้อยละ 48.75)
รายได้ต่อเดือน 10,000 – 15,000 บาท (ร้อยละ 56.25) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
1) ชาย	35	43.75
2) หญิง	45	56.25
2. อายุ		
1) 20 – 30 ปี	12	15.00
2) 31 – 40 ปี	35	43.00
3) 41 – 50 ปี	10	12.50
4) 51 – 60 ปี	18	22.50
5) มากกว่า 60 ปี	5	6.25
3. สถานภาพ		
1) โสด	15	18.75
2) สมรส	50	62.50
3) หม้าย	10	12.50
4) หย่ารวมถึงแยกกันอยู่	5	6.25
4. ระดับการศึกษา		
1) มัธยมศึกษาตอนต้น/ต่ำกว่า	20	25.00
2) มัธยมศึกษาตอนปลาย	10	12.00
3) ปริญญาตรี	50	62.00

5. อาชีพ		
1) นักศึกษา	3	3.75
2) ธุรกิจส่วนตัว	7	8.75
3) รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	39	48.75
4) เกษตรกร	29	36.25
5) อื่น ๆ	2	2.50
6. รายได้ต่อเดือน		
1) ไม่เกิน 10,000 บาท	35	43.75
2) 10,000 – 15,000 บาท	45	56.25

3.2 ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหอม 5 ตำบล คลองนิมยตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ด้านโครงสร้าง พบว่า สมาชิกกลุ่มมีความพึงพอใจต่อการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ โดยรวมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$) โดยรายละเอียดความพึงพอใจด้านโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ (ด้านโครงสร้าง) ของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหอม 5 ตำบล คลองนิมยตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

รายการ	\bar{x}	S.D	การแปลผล
1. รูปแบบบรรจุภัณฑ์	4.63	0.54	มากที่สุด
1.1 รูปร่างของบรรจุภัณฑ์	4.30	0.78	มากที่สุด
1.2 ความเหมาะสมของขนาดของบรรจุภัณฑ์	4.50	0.67	มาก
1.3 สามารถมองเห็นสินค้าภายในได้อย่างชัดเจน	4.42	0.66	มาก
1.4 บรรจุสินค้าได้สะดวก	4.76	0.43	มาก
1.5 อำนวยความสะดวกในการหิ้วถือ นำพาต่อการจัดเก็บ	4.80	0.40	มากที่สุด
1.6 การรักษามลพิษภายในของบรรจุภัณฑ์	4.80	0.40	มากที่สุด
1.7 เปิดบริโภคและเก็บรักษาสินค้าที่เหลือได้สะดวกต่อการใช้งานครั้งถัดไป	4.72	0.45	มากที่สุด
1.8 สะดวกต่อการจัดเก็บสามารถซ้อนทับเพื่อประหยัดพื้นที่	4.80	0.40	มาก
2. วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์	4.48	0.73	มาก
2.1 ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์	4.69	0.58	มากที่สุด
2.2 ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานของบรรจุภัณฑ์	4.75	0.43	มากที่สุด
ผลรวมด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	4.55	0.63	มากที่สุด

ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหอม 5 ตำบล คลองนิมยตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ โดยรวมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$) โดยรายละเอียดความพึงพอใจแต่ละด้าน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหอม 5 ตำบล คลองนิมยตรา อำเภอบางบัว จังหวัดสมุทรปราการ

รายการ	\bar{x}	S.D	การแปลผล
1.ตราสินค้า	4.71	0.45	มากที่สุด
1.1 ความเด่นชัดของตราสินค้าบนบรรจุภัณฑ์	4.72	0.45	มากที่สุด
1.2 ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ	4.70	0.46	มากที่สุด
1.3 สร้างความทรงจำ น่าประทับใจสามารถจดจำได้ง่าย	4.71	0.45	มากที่สุด
2. ความเป็นเอกลักษณ์	4.75	0.43	มากที่สุด
2.1 สื่อถึงเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์กลุ่มแปลงใหญ่ได้เป็นอย่างดี	4.78	0.45	มากที่สุด
2.2 เอกลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์ให้ลูกค้าจำได้ง่าย	4.75	0.41	มากที่สุด
3. รายละเอียดสินค้า	4.41	0.72	มาก
3.1 ความครบถ้วนของข้อมูลสำคัญที่ผู้บริโภคควรทราบรายละเอียดได้เป็นอย่างดี	4.48	0.64	มาก
3.2 ความชัดเจนในการแสดงข้อมูลบนฉลากบรรจุภัณฑ์รูปแบบและขนาดอักษรบนบรรจุภัณฑ์สามารถมองเห็นได้ชัดเจน	4.34	0.79	มาก
4. รูปภาพ	4.78	0.42	มากที่สุด
4.1 ความสวยงามของภาพประกอบบนบรรจุภัณฑ์	4.90	0.43	มากที่สุด
4.2 ลวดลายและสลากบนตัวบรรจุภัณฑ์เห็นได้อย่างชัดเจน	4.76	0.56	มากที่สุด
4.3 ภาพประกอบที่ใช้บนบรรจุภัณฑ์ช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับสินค้า	4.64	0.57	มากที่สุด
4.4 ภาพรวมของบรรจุภัณฑ์สามารถจดจำผลิตภัณฑ์ของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหอม 5 ได้ง่าย	4.80	0.40	มากที่สุด
5. ปริมาตรหรือปริมาณ	4.81	0.39	มากที่สุด
5.1 ปริมาตรสุทธิของบรรจุภัณฑ์	4.80	0.40	มากที่สุด
5.2 ความเหมาะสมของขนาดของบรรจุภัณฑ์	4.76	0.43	มากที่สุด
5.3 ราคาของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามขนาดของบรรจุภัณฑ์	4.86	0.35	มากที่สุด
ผลรวมด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์	4.70	0.50	มากที่สุด

3.4) ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ของผู้บริโภค

ความพึงพอใจด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มผู้บริโภค โดยรวมในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.55) โดยรายละเอียดความพึงพอใจด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละด้าน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มผู้บริโภค

รายการ	\bar{x}	S.D	การแปลผล
1. รูปแบบบรรจุภัณฑ์	4.39	0.57	มากที่สุด
1.1 รูปร่างของบรรจุภัณฑ์	4.43	0.50	มาก
1.2 ความเหมาะสมของขนาดของบรรจุภัณฑ์	4.40	0.49	มาก
1.3 สามารถมองเห็นสินค้าภายในได้อย่างชัดเจน	4.60	0.49	มากที่สุด
1.4 บรรจุสินค้าได้สะดวก	4.16	0.69	มาก
1.5 อำนวยความสะดวกในการหิ้วถือ นำพาต่อการจัดเก็บ	4.93	0.77	มาก
1.6 การรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ภายในของบรรจุภัณฑ์	4.47	0.50	มาก
1.7 เปิดบริโภคและเก็บรักษาสินค้าที่เหลือได้สะดวกต่อการใช้งานครั้งถัดไป	4.57	0.50	มากที่สุด
1.8 สะดวกต่อการจัดเก็บสามารถซ้อนทับเพื่อประหยัดพื้นที่	4.53	0.62	มากที่สุด
2. วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์	4.25	0.75	มากที่สุด
2.1 ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์	4.07	0.77	มากที่สุด
2.2 ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานของบรรจุภัณฑ์	4.43	0.73	มากที่สุด
ผลรวมด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	4.44	0.60	มาก

ความพึงพอใจด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มผู้บริโภค โดยรวมในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.29) โดยรายละเอียดความพึงพอใจด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละด้าน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความพึงพอใจด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มผู้บริโภค

รายการ	\bar{x}	S.D	การแปลผล
1. ตราสินค้า	4.41	0.60	มาก
1.1 ความเด่นชัดของตราสินค้าบนบรรจุภัณฑ์	4.57	0.50	มากที่สุด
1.2 ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ	4.47	0.80	มาก
1.3 สร้างความทรงจำ นำประทับใจสามารถจดจำได้ง่าย	4.20	0.28	มาก
2. ความเป็นเอกลักษณ์	4.22	0.63	มาก
2.1 สื่อถึงเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์กลุ่มแปลงใหญ่เป็นอย่างดี	4.27	0.57	มาก
2.2 เอกลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์ให้ลูกค้าจำได้ง่าย	4.17	0.69	มาก
3. รายละเอียดสินค้า	4.38	0.62	มาก
3.1 ความครบถ้วนของข้อมูลสำคัญที่ผู้บริโภคควรทราบ รายละเอียดได้เป็นอย่างดี	4.53	0.62	มาก
3.2 การแสดงข้อมูลบนฉลากบรรจุภัณฑ์รูปแบบและขนาด อักษรบนบรรจุภัณฑ์สามารถมองเห็นได้ชัดเจน	4.23	0.62	มาก
4. รูปภาพ	4.11	0.61	มาก
4.1 ความสวยงามของภาพประกอบบนบรรจุภัณฑ์	3.87	0.72	มาก
4.2 ลวดลายและสลาบบนตัวบรรจุภัณฑ์เห็นได้อย่างชัดเจน	4.25	0.50	มาก
4.3 ภาพประกอบบนบรรจุภัณฑ์ช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับสินค้า	3.93	0.63	มาก

รายการ	\bar{x}	S.D	การแปลผล
4.4 ภาพรวมของบรรจุภัณฑ์สามารถจดจำผลิตภัณฑ์ของกลุ่มได้ง่าย	4.40	0.49	มาก
5. ปริมาตรหรือปริมาณ	4.51	0.55	มากที่สุด
5.1 ปริมาตรสุทธิของบรรจุภัณฑ์	4.47	0.67	มาก
5.2 ความเหมาะสมของขนาดของบรรจุภัณฑ์	4.23	0.67	มาก
5.3 ราคาของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามขนาดบรรจุภัณฑ์	4.51	0.55	มากที่สุด
ผลรวมด้านการออกแบบขวดลายบนบรรจุภัณฑ์	4.29	0.60	มาก

3.5 ผลภาพรวมความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมยาตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

ผลภาพรวมความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุง พบว่าผู้ตอบสอบถามมีความพึงพอใจต่อโครงสร้างบรรจุภัณฑ์โดยรวมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.44$) โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ในเรื่องของวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ โดยพึงพอใจในประเด็นความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานของบรรจุภัณฑ์เป็นอันดับแรก ($\bar{X} = 4.75$) รองลงมาชนิดของวัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ ($\bar{X} = 4.69$) ตามลำดับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจด้านโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมยาตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และ กลุ่มผู้บริโภค

รายการ	\bar{x}	S.D	การแปลผล
1. รูปแบบบรรจุภัณฑ์	4.36	0.642	มาก
1.1 รูปร่างของบรรจุภัณฑ์	4.25	0.661	มาก
1.2 ความเหมาะสมของขนาดของบรรจุภัณฑ์	4.30	0.797	มาก
1.3 สามารถมองเห็นสินค้าภายในได้อย่างชัดเจน	4.69	0.463	มากที่สุด
1.4 บรรจุสินค้าได้สะดวก	4.44	0.609	มาก
1.5 อำนวยความสะดวกในการหิ้วถือ นำพาต่อการจัดเก็บ	4.46	0.500	มาก
1.6 การรักษาผลิตภัณฑ์ภายในของบรรจุภัณฑ์	4.25	0.661	มาก
1.7 เปิดบริโภคและเก็บรักษาสินค้าที่เหลือได้สะดวกต่อการใช้งาน ครั้งถัดไป	4.34	0.810	มาก
1.8 สะดวกต่อการจัดเก็บสามารถซ้อนทับเพื่อประหยัดพื้นที่	4.19	0.634	มาก
2. วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์	4.71	0.507	มากที่สุด
2.1 ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์	4.69	0.583	มากที่สุด
2.2 ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานของบรรจุภัณฑ์	4.75	0.433	มากที่สุด
ผลรวมด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	4.44	0.615	มากที่สุด

สำหรับความพึงพอใจด้านการออกแบบขวดลายบนบรรจุภัณฑ์ของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมยาตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และ กลุ่มผู้บริโภค พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่พึงพอใจต่อการออกแบบขวดลายบนบรรจุภัณฑ์ โดยรวมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.42$) โดยมีความพึงพอใจในด้านตราสินค้าทุกประเด็นในระดับมากที่สุด สร้างความทรงจำ นำประทับใจสามารถจดจำได้ง่าย ($\bar{X} = 4.91$) ความเด่นของตราสินค้าบน

บรรจุภัณฑ์ (\bar{X} = 4.80) ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ (\bar{X} = 4.73) รองลงมาผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้าน
ความเป็นเอกลักษณ์ทุกประเด็นในระดับมาก เอกลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์ให้ลูกค้าจำได้ง่าย (\bar{X} = 4.36) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความพึงพอใจด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิม
ยาตรา อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และ กลุ่มผู้บริโภค

รายการ	\bar{x}	S.D	การแปลผล
1.ตราสินค้า	4.81	0.458	มากที่สุด
1.1 ความเด่นชัดของตราสินค้าบนบรรจุภัณฑ์	4.80	0.458	มากที่สุด
1.2 ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ	4.73	0.474	มากที่สุด
1.3 สร้างความทรงจำ น่าประทับใจสามารถจดจำได้ง่าย	4.91	0.282	มากที่สุด
2. ความเป็นเอกลักษณ์	4.23	0.616	มาก
2.1 สื่อถึงเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์กลุ่มแปลงใหญ่ข้าวได้เป็นอย่างดี	4.19	0.726	มาก
2.2 เอกลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์ให้ลูกค้าจำได้ง่าย	4.36	0.506	มาก
3. รายละเอียดสินค้า	4.45	0.497	มาก
3.1 ความครบถ้วนของข้อมูลสำคัญที่ผู้บริโภคควรทราบรายละเอียดได้เป็นอย่างดี	4.43	0.496	มาก
3.2 การแสดงข้อมูลบนฉลากบรรจุภัณฑ์รูปแบบและขนาดอักษรบนบรรจุภัณฑ์สามารถมองเห็นได้ชัดเจน	4.46	0.498	มาก
4. รูปภาพ	4.25	0.600	มาก
4.1 ความสวยงามของภาพประกอบบนบรรจุภัณฑ์	4.34	0.523	มาก
4.2 ลวดลายและสลากบนตัวบรรจุภัณฑ์เห็นได้อย่างชัดเจน	4.36	0.506	มาก
4.3 ภาพประกอบบนบรรจุภัณฑ์ช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับสินค้า	4.18	0.634	มาก
4.4 ภาพรวมของบรรจุภัณฑ์สามารถจดจำผลิตภัณฑ์ของกลุ่มได้ง่าย	4.13	0.748	มาก
5. ปริมาตรหรือปริมาณ	4.35	0.619	มาก
5.1 ปริมาตรสุทธิของบรรจุภัณฑ์	4.35	0.527	มาก
5.2 ความเหมาะสมของขนาดของบรรจุภัณฑ์	4.35	0.527	มาก
5.3 ราคาของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามขนาดของบรรจุภัณฑ์	4.33	0.805	มาก
ผลรวมด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์	4.42	0.550	มาก

หากพิจารณาภาพรวมของความพึงพอใจของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 และผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อ
บรรจุภัณฑ์ข้าวสาร พบว่า โดยรวมใน ระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.43) โดยเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากที่สุดไปหาน้อย
ที่สุดได้ดังนี้ ด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์มากที่สุด (\bar{X} = 4.44) รองลงมา ด้านการออกแบบลวดลายบน
บรรจุภัณฑ์ (\bar{X} = 4.42) ตามลำดับ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ข้าวสารของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมมยตรา อำเภอ บางป่อ จังหวัดสมุทรปราการ และกลุ่มผู้บริโภค

รายการประเมินความพึงพอใจ	\bar{x}	S.D	การแปลผล
ด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	4.44	0.615	มาก
ด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์	4.42	0.550	มาก
ผลรวมทั้งหมด	4.43	0.583	มาก

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษา พบว่า การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่มีการออกแบบลวดลาย ระบายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับสินค้าบรรจุภัณฑ์ข้าว มีตราสินค้าที่เห็นได้อย่างชัดเจนและมีเอกลักษณ์ ผลการศึกษาความพึงพอใจด้านโครงสร้างบรรจุภัณฑ์โดยรวมในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถมองเห็นสินค้าภายในได้อย่างชัดเจน การอำนวยความสะดวกในการหิ้วถือนำพาต่อการจัดเก็บ บรรจุสินค้าได้สะดวกต่อการบริโภค และเก็บรักษาสินค้าที่เหลือได้สะดวกต่อการใช้งานครั้งต่อไป ความเหมาะสมของขนาดของบรรจุภัณฑ์รูปร่างของบรรจุภัณฑ์สำหรับความพึงพอใจต่อการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์พบว่า โดยรวมในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในด้านตราสินค้า สร้างความทรงจำ น่าประทับใจสามารถจดจำได้ง่าย

ในภาพรวม สมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 และผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ข้าวสาร พบว่า โดยรวมใน ระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.43$) โดยเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์มากที่สุด ($\bar{X} = 4.44$) รองลงมา ด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ ($\bar{X} = 4.42$)

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ข้าวสารบรรจุถุงโดยการออกแบบรูปแบบตราสินค้าโดยทำการพัฒนาจากตราสินค้าเดิมที่มีอยู่เดิมมาทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง สี ลักษณะตัวหนังสือและรูปภาพประกอบบนบรรจุภัณฑ์ให้มีรายละเอียดครบถ้วนและมีความเป็นเอกลักษณ์ เพื่อให้เป็นที่จดจำแก่กลุ่มผู้บริโภค มีความเด่นชัดมีการใช้สีที่สื่อให้เห็นสัญลักษณ์กลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมมยตรา อำเภอ บางป่อ จังหวัดสมุทรปราการติดกับสีของตัวบรรจุภัณฑ์สามารถเห็นได้อย่างเด่นชัดและขนาดตราสินค้ามีขนาดเหมาะสมและมีความเป็นเอกลักษณ์เป็นที่น่าจดจำ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ นครเศศ ชัยแก้วและคณะ (2556) ที่พบว่า การสร้างแบบจำลองตราผลิตภัณฑ์ภาพวาดวิถีชีวิตชาวบ้านในการเก็บลำไยด้านข้างขวามี สัญลักษณ์โอท็อป ราคา การเก็บรักษา ด้านบนมีคำเชิญบริโภคลำไยจะช่วยเกษตรกรขายสินค้าได้มากขึ้น

ส่วนความพึงพอใจของสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 และผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ข้าวสารของกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมมยตรา อำเภอ บางป่อ จังหวัดสมุทรปราการโดยรวม ด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์มากที่สุด รองลงมา ด้านการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ในการสร้างสรรค์ให้ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค (พัชรินทร์ บุญนุ่น และ ธมลชนก คงขวัญ, 2564) และสอดคล้องกับงานวิจัย ดรณี แสงเดือน (2556) ที่ได้กล่าวไว้ว่า กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการพิจารณาการตัดสินใจซื้อสินค้า ในด้านการใช้งานประกอบไปด้วย การคุ้มครองและการป้องกันผลิตภัณฑ์ภายในจากปัจจัยภายนอก สามารถนำเสนอสินค้าและข้อมูลผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน และสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอยากซื้อผลิตภัณฑ์

ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

1. ด้านโครงสร้าง มีข้อเสนอแนะดังนี้

1.1) ควรมีโครงสร้างและขนาดรูปแบบโครงสร้างที่หลากหลายเพื่อที่จะได้ใช้บรรจุน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม 2 กิโลกรัม 5 กิโลกรัม เพื่อสร้างทางเลือกให้กับผู้บริโภค

1.2) ออกแบบบรรจุภัณฑ์ข่าวสารบรรจุกลุ่มแปลงใหญ่ข้าวหมู่ 5 ตำบลคลองนิมยตรา อำเภอบางป่อ จังหวัดสมุทรปราการมีประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข่าวสารบรรจุ

2. ด้านการออกแบบลดสายบนบรรจุภัณฑ์ มีข้อเสนอแนะดังนี้

2.1) การออกแบบลดสายบนบรรจุภัณฑ์ควรมีความเหมาะสมต่อความต้องการของผู้บริโภค โดยเน้นการออกแบบที่จะสื่อถึงเอกลักษณ์และจุดเด่นของกลุ่มมากขึ้น

2.2) ควรมีตัวอักษร (Font) ที่ใช้ตัวอักษรอ่านง่าย สบายตา ประโยคที่ใช้ในตราสินค้าจำง่าย ได้ใจความ สร้างความประทับใจให้กับผู้บริโภค

2.3) การออกแบบรูปภาพควรมีความชัดเจนและสื่อถึงความเป็นตัวตนของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามของรูปภาพและมีการจัดตำแหน่งรูปภาพให้เหมาะสมอย่างกลมกลืนซึ่งทำให้สามารถจดจำได้ทันที

เอกสารอ้างอิง

ชัยรัตน์ อัครวงกูร. (2548). **ออกแบบให้โดนใจ**. พิมพ์ครั้งที่3. เชียงใหม่ : วิฑินบุ๊คส์

ดรณี แสงเดือน. (2556). **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับหมุยอ กรณีศึกษา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง**

จังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศิลปกร.

ธนพร สิทธิยศ. (2561). **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ไวน์สตอร์เบอร์รี่ สวนดอยแก้ว เชียงใหม่**. การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นเศรษฐ ชัยแก้ว, อุดมศักดิ์ สาริบุตร, สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ และผดุงชัย ภูวัฒน์. 2556. **การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ลำไยอบแห้ง จังหวัดลำพูน**. วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมมหาวิทยาลัยนเรศวร. 3(2) ตุลาคม 2555 – มีนาคม, 15-17.

ประไพพิมพ์ สุธีสินนทร์ และ ประสพชัย พสุนนท์. (2559). **กลยุทธ์การเลือกตัวอย่างสำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ**. วารสารปาริชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ. 29(2) : 32-48.

พรวิจิ บุญเลี้ยง. (2561). **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์แคบหมูนายแม่ ลำปาง**. การค้นคว้าอิสระปริญญา, สาขาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พลวัต พดกษมณี. (2558). **สามเหลี่ยมความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่**. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยี วิทยาลัยนวัตกรรม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พัชรินทร์ บุญนุ่น และ ธมลชนก คงขวัญ. (2564). **การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการขายสินค้าเฉพาะถิ่นกรณีศึกษาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ ชุมชนหนองไม้แก่น อำเภอรัตนภูมิ จังหวัดสงขลา**. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม. 11(2), 336-349

มลลิกา บุณนาค. (2537). **สถิติเพื่อการตัดสินใจ**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รักษณาลี หาบุบผา. (2558). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า**. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

อรรณพ ต.ศรีวงษ์. (2566). **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ข้าวเหนียวโพนงาม กลุ่มวิสาหกิจชุมชนนาแปลงใหญ่ราชินี ข้าวเหนียว ตำบลโพนงาม อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี**. วารสารวิจัยวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. 7(2) : 43-55.

กลยุทธ์การตลาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ตำบลคลองด่าน
อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

Marketing strategies of community enterprises, Ban Sang Sok, Khlong
Dan Subdistrict, Bang Bo District, Samutprakan Province

เปรมฤทัย เอกวัตร^{1*} และฉันททัย เกิดศรีเสริม¹

Preamluetai Akawat^{1*} and Chanhathai Kerdsriserm¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

¹School of Agricultural Technology King Mongkut's of Technology Ladkrabang

*Corresponding author E-mail: Chanhathai.ke@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาด้านการตลาดผลิตภัณฑ์กุ้งเหยียด ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรบ้านสร้างโคก และ 2) ศึกษากลยุทธ์ด้านการตลาดของผลิตภัณฑ์กุ้งเหยียดของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรบ้านสร้างโคก ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการสนทนากลุ่มกับประธานวิสาหกิจชุมชน และผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย จำนวน 7 คน และการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม โดยใช้วิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จำนวน 1 แห่ง เป็นกรณีศึกษา และวิเคราะห์ SWOT Analysis และ TOWS Matrix ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคกเป็นกลุ่มที่มีศักยภาพในการพัฒนากิจกรรมด้านการผลิต นอกจากนี้ยังต่อยอดผลผลิตด้วยการนำไปแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ขาดการส่งเสริมด้านการจัดจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์และการประชาสัมพันธ์ ผลิตภัณฑ์อยู่ในขั้นตอนการขอรับรองมาตรฐานอาหารและยา แนวทางการพัฒนาคือ ร่วมกันพัฒนาสถานที่ผลิตให้ผ่านมาตรฐาน มีการสร้างโปสเตอร์โฆษณาผลิตภัณฑ์กุ้งเหยียดมีตราสัญลักษณ์ของกลุ่ม มีเบอร์โทรศัพท์ติดต่อสถานที่จำหน่าย ราคา วิธีการเก็บรักษา สมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ร่วมตัดสินใจแก้ไขปัญหา เพิ่มความกล้าในการนำเสนอขายสินค้ามีช่องทางการขายเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : กลยุทธ์การตลาด, วิสาหกิจชุมชน

Abstract

This research has the objective to study the marketing problems of stretched shrimp products. of the community enterprise of the Ban Sang Sok Farmers Group Study the marketing strategies of stretched shrimp products of the community enterprise of the Ban Sang Sok Farmers Group. The tool used in the study was a focus group. SWOT Analysis and TOWS Matrix analysis. The results of the study found that the Ban Sang Sok Community Enterprise Group is a group that has the potential to develop production activities. In addition, the products are further developed by processing them to create additional value. Lack of promotion in distribution through online channels and public relations. The product is in the process of requesting Food and Drug Administration certification. The development guidelines are Work together to develop production locations to meet standards. Posters were created advertising stretched shrimp products with the group's logo. There is a phone number to contact the sales location, price, and storage methods. Members of the Ban Sang Sok Community Enterprise Group join in deciding

to solve the problem. Increase courage in presenting and selling products and have more sales channels.

Keywords : Strategy Marketing Community enterprise

บทนำ

การสร้างกลยุทธ์ด้านการตลาดให้แก่สินค้าการเกษตรและประมง เป็นส่วนสำคัญในการสร้างรายได้จากผลผลิตทางการเกษตรและประมงของเกษตรกร วิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ก่อตั้งปี พ.ศ. 2537 เกิดจากการรวมกลุ่มของเกษตรกรในชุมชนที่มีแนวคิดในการพัฒนาชุมชนให้มีความเข้มแข็ง ในอดีตกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ผลิตกะปิจากเคย แต่เนื่องจากมีคู่แข่งในตลาดค่อนข้างมาก ต่อมาเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอบางบ่อ เข้ามาช่วยเหลือเรื่องราคาของผลผลิตที่ตกต่ำ ส่งเสริมและพัฒนาเพิ่มศักยภาพการผลิต การแปรรูป การเพิ่มมูลค่า การพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์ จึงได้จัดตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ระดมทุนเพื่อแปรรูปสินค้าจากเคย หลังจากรับการสนับสนุนจากภาครัฐ ทำให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคกเป็นที่รู้จักเพิ่มมากขึ้น ได้ผลิตสินค้าใหม่ ได้แก่ น้ำพริกกะปิ และกุ้งเหยียด ซึ่งผลิตภัณฑ์เป็นสินค้าที่ใช้วัตถุดิบภายในชุมชนและปลอดภัยจากสารเคมี (สำนักงานเกษตรอำเภอบางบ่อ, 2566) ส่วนใหญ่สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจเป็นผู้สูงอายุ ขาดความรู้ในการใช้สื่อโซเชียลในการโฆษณาสินค้าในรูปแบบออนไลน์ จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงดำเนินโครงการวิจัยนี้โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสภาพปัญหาด้านการตลาดผลิตภัณฑ์กุ้งเหยียดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก และเพื่อศึกษากลยุทธ์ด้านการตลาดของผลิตภัณฑ์กุ้งเหยียดกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ การสนทนากลุ่ม (Focus Group) และการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) (วรรณดี สุทธินิรากร, 2557) โดยทำการศึกษาทบทวนแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จัดกิจกรรมการสนทนากลุ่มกับประธานวิสาหกิจชุมชน สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก และการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมโดยการร่วมมือกันของ ประธานวิสาหกิจชุมชน สมาชิกวิสาหกิจชุมชน ตัวแทนภาครัฐที่เกี่ยวข้อง จำนวนทั้งสิ้น 10 คน ได้แก่ ประธานวิสาหกิจชุมชน สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน รวมถึงตัวแทนจากกรมส่งเสริมการเกษตรอำเภอบางบ่อ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยการทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ในช่วงเดือน กรกฎาคม - ตุลาคม 2566 รวบรวมข้อมูลและจัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม เพื่อยืนยันผลการสัมภาษณ์และนำข้อมูลมาร่วมวิเคราะห์ SWOT Analysis และ TOWS Matrix มีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและประเมินกิจกรรมสนทนากลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ วิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง โอกาสและอุปสรรคของกลุ่มร่วมกัน โดยใช้เครื่องมือ SWOT Analysis

ขั้นตอนที่ 2 นำผล SWOT Analysis วิเคราะห์ข้อมูลจากกิจกรรมสนทนากลุ่ม มาจัดทำ TOWS Matrix เพื่อหาแนวทางพัฒนาด้านการตลาดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ โดยวางแผนและออกแบบกระบวนการในการพัฒนาของกลุ่ม สรุปแนวทางการพัฒนาศักยภาพด้านการตลาดร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 3 จัดกิจกรรมกลุ่ม ค้นข้อมูลแนวทางในการวางแผนการตลาด ร่วมกันสรุปผลตลอดจน
ข้อเสนอแนะ เพื่อแนวทางการแก้ไขและพัฒนาไปในอนาคตและนำข้อมูลมาประมวลผล รวบรวมข้อมูลและ
สรุปผลการดำเนินงาน



ภาพที่ 1 กิจกรรมสนทนากลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก

ผลการวิจัย

เพื่อศึกษาปัญหาด้านการตลาดพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคกขาดความเชี่ยวชาญในการ
ประชาสัมพันธ์ ทางการตลาดออนไลน์ ส่งผลให้กิจกรรมการขายในช่องทางออนไลน์ขาดหายไป กลุ่มเน้นการ
จำหน่ายในรูปแบบการออกบูทแสดงสินค้า ภายในชุมชนและชุมชนใกล้เคียง ตลาดสินค้า ของบรรจุภัณฑ์ยังไม่โดดเด่น
ผลิตภัณฑ์บางอย่างยังไม่ได้รับมาตรฐานอาหารและยา เนื่องจากยังไม่ผ่านการตรวจสอบรับรอง จากการจัด
กิจกรรมกลุ่มโดยใช้เครื่องมือ SWOT Analysis ดังแสดงในภาพที่ 2 พบว่า

จุดแข็ง Strengths	จุดอ่อน Weaknesses
S1: กลุ่มมีวัตถุดิบหลัก ในการผลิตในท้องถิ่น	W1: ผลิตภัณฑ์บางอย่างยังไม่ได้รับมาตรฐานอาหาร และยา
S2: มีความเชี่ยวชาญในการแปรรูปผลิตภัณฑ์กึ่ง เหี้ยยด	W2: ขาดการส่งเสริมและประชาสัมพันธ์ช่องทางการ จัดจำหน่ายสินค้าออนไลน์
S3: มีบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม	W3: วัตถุดิบกึ่งเหี้ยยด มีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ในการผลิต
โอกาส Opportunities	อุปสรรค Threats
O1: หน่วยงานภาครัฐเข้ามาช่วยเหลือสนับสนุน คือ กรมส่งเสริมการเกษตร กรมการพัฒนาชุมชน	T1: ในการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้า บริษัทขนส่งโยน สินค้า สินค้าเกิดความเสียหาย
O2: หน่วยงานภาคเอกชน เข้ามาช่วยสนับสนุนเรื่อง งบประมาณให้แก่วิสาหกิจชุมชน	T2: ราคาวัตถุดิบในการผลิตไม่แน่นอน
	T3: ปัญหาเศรษฐกิจ ส่งผลถึงกำลังการซื้อของ ผู้บริโภคลดน้อยลง

ภาพที่ 2 การวิเคราะห์ SWOT Analysis

กลยุทธ์ TOWS Matrix คือ การวิเคราะห์กลุ่มที่มาจากกลยุทธ์ SWOT Analysis โดยการจัดระหว่างปัจจัยภายใน (Strength และ Weakness) และปัจจัยภายนอก (Opportunity และ Threat) เข้าด้วยกัน เพื่อวางแผนกลยุทธ์ด้านการตลาดของกลุ่ม SO คือ กลยุทธ์เชิงรุก เป็นกลยุทธ์ที่นำเอาจุดแข็ง (Strength) และโอกาส (Opportunity) มารวมกัน WO คือ กลยุทธ์เชิงแก้ไข เป็นการวิเคราะห์โอกาส (Opportunity) ที่มาลดจุดอ่อน (Weaknesses) ST คือ กลยุทธ์เชิงป้องกัน เป็นกลยุทธ์ที่จุดแข็ง (Strength) และอุปสรรค (Threats) และ WT คือ กลยุทธ์เชิงรับ การรวมกันของจุดอ่อน (Weaknesses) และอุปสรรค (Opportunity) (ปรีดี นุกุลสมปรารถนา, 2563)

สามารถสรุปเป็นกลยุทธ์ด้านการตลาดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ได้ดังนี้

1) ภาครัฐ กรมส่งเสริมการเกษตร ควรสนับสนุนทุนสำหรับสร้างสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อทำให้กลุ่มลูกค้าเป้าหมายเห็นสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจเพิ่มมากขึ้นและสร้างตราสินค้าให้โดดเด่น ให้นำชื่อมากขึ้นผ่านช่องทางออนไลน์ เช่น โพสต์รูป ภาพถ่ายสินค้า วิดีโอกระบวนการผลิต “ถ้าได้รับการประชาสัมพันธ์ ในโซเชียล จากคนรุ่นใหม่จะดีมาก” (ภัณฑารักษ์ จำปาทอง, สัมภาษณ์, 22 กันยายน 2566)

2) การพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อเพิ่มคุณภาพการผลิต สร้างจุดเด่นให้ผลิตภัณฑ์ สร้างตราสินค้า และพัฒนาสภาพแวดล้อมในการผลิตให้เป็นมาตรฐานการพัฒนากระบวนการผลิต

3) เพิ่มช่องทางการจำหน่ายสินค้า โดยขายสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ และควรเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับดำเนินกิจกรรมการตลาดเพื่อหาช่องทางการจำหน่ายใหม่ ๆ ให้กับสินค้า เช่น Facebook, Tiktok หรือ Shopee เพื่อให้เข้าถึงลูกค้าได้สะดวกมากขึ้น ซึ่งจากการวิเคราะห์ SWOT Analysis สามารถนำมากำหนดกลยุทธ์ TOWS Matrix

SO strategy กลยุทธ์เชิงรุก	WO strategy กลยุทธ์เชิงแก้ไข
1) ภาครัฐส่งเสริมสร้างจุดเด่นให้ผลิตภัณฑ์ ภาคเอกชน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สนับสนุนงบประมาณให้แก่กลุ่ม ทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของกลุ่มและกลับมาซื้อซ้ำ (S1, S2, O1, O2)	1) พัฒนาระบบการผลิตมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้รับ อาหารและยา (อย.) (W1, O1) 2) สร้างสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อทำให้กลุ่มลูกค้าเป้าหมายเห็นสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจผ่านช่องทางออนไลน์ (W2, O1, O2)
ST Strategy กลยุทธ์ป้องกัน	WT Strategy กลยุทธ์เชิงรับ
1) ปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ให้มีความแข็งแรง ต่อการขนส่ง และสร้างตราสินค้าให้โดดเด่น (S3, T1)	1) จัดทำประกันราคาซื้อกึ่งกับร้านค้าภายในชุมชน (W1, T2)

ภาพที่ 3 กลยุทธ์จากการใช้เครื่องมือ TOWS Matrix

จากการวิเคราะห์ SWOT Analysis และ TOWS Matrix จึงได้นำข้อมูลกลยุทธ์ด้านการตลาดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก มาพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มใช้การมีส่วนร่วมในการดำเนินพัฒนาหรือเป็นขั้นตอนปฏิบัติการตามแผนที่ได้วางไว้ โดยการสนับสนุนด้านเงินทุน วัสดุอุปกรณ์ และแรงงานรวม ทั้งการเข้าร่วมในการ

ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ต้องการสื่อโปสเตอร์โฆษณาผลิตภัณฑ์กุ้งเหยียด รูปแบบที่ 2 ผู้วิจัยจึงจัดทำสื่อ เพื่อประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อออนไลน์ และจัดทำเป็นโปสเตอร์ขนาด A3 เพื่อนำไปออกบูทกิจกรรมต่างๆของกลุ่ม โดยมีตราสัญลักษณ์ของกลุ่ม มีเบอร์โทรติดต่อสถานที่จำหน่าย ราคา วิธีการเก็บรักษา และมาตรฐานอาหารและยา (อย.) ซึ่งให้เห็นปัญหาของการประชาสัมพันธ์การตลาดออนไลน์ และสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคกร่วมตัดสินใจแก้ไขปัญหา เพิ่มความกล้าในการนำเสนอขายสินค้า เพิ่มความมั่นใจในสินค้าของกลุ่ม มีช่องทางการขายเพิ่มขึ้น มีให้ทดลองชิมฟรีในงานออกบูท



ภาพที่ 6 ส่งมอบโปสเตอร์ แก่ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก

สรุปผล

จากการศึกษาวิเคราะห์ SWOT Analysis และ TOWS Matrix ทำให้ทราบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีศักยภาพและทักษะในการผลิตและแปรรูป มีการดำเนินกิจกรรมการขายและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ คือ กุ้งเหยียด กะปิ และน้ำพริกกะปิ การขายเป็นการผลิตตามจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้า หรือออกบูทขายสินค้าที่งานประจำอำเภอจะผลิตจำนวนมากเพื่อนำมาขาย โดยปัญหาด้านการตลาดของกลุ่มขาดการประชาสัมพันธ์และขายในรูปแบบออนไลน์ เบื้องต้นกลุ่มเริ่มวางแผนเพื่อเพิ่มช่องทางการจำหน่ายสินค้า โดยขายสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ เพื่อหาช่องทางการจำหน่ายใหม่ ๆ ให้กับสินค้า เช่น Facebook, Tiktok หรือ Shopee เพื่อให้สามารถเข้าถึงลูกค้ากลุ่มเป้าหมายได้มากขึ้นและสะดวกต่อลูกค้าที่ไม่มีเวลามากขึ้น ร่วมออกแบบโปสเตอร์โฆษณาผลิตภัณฑ์กุ้งเหยียดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก เพื่อเผยแพร่ในเพจ Facebook, Tiktok, Shopee

จากกิจกรรมการส่งเสริมด้านการตลาด ต้องมีการทำให้ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจ เข้าถึงลูกค้ากลุ่มเป้าหมายในตลาดออนไลน์ได้สะดวกขึ้น สื่อข้อมูลที่ต้องการไปสู่ ผู้บริโภค ด้วยการทำกิจกรรมส่งเสริมการตลาดผ่านสื่อต่าง ๆ ได้แก่ การบรรจุหีบห่อ ฉลากผลิตภัณฑ์ โปสเตอร์ พัฒนาบุคลากรด้านการตลาดโดยการใช้ออกาส ได้ออกไปพบเจอลูกค้า สถานที่จำหน่าย รวมถึงการอบรมศึกษาดูงานเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานเกษตรอำเภอบางบ่อ ทำให้ได้รับความรู้และประสบการณ์ที่มีคุณค่าสำหรับโครงการฉบับนี้ ขอขอบคุณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่กรุณาร่วมมือในการปฏิบัติงานโครงการ และให้ความช่วยเหลือในการดำเนินกิจกรรมตลอดระยะเวลาสำหรับการทำโครงการ สำเร็จลงด้วยดี จากความช่วยเหลือและความร่วมมือสนับสนุนของหลายฝ่าย

เอกสารอ้างอิง

- ปรีดี นุกูลสมปรารถนา. 2563. วางกลยุทธ์ให้ถูกจุดกับ TOWS Matrix. แหล่งข้อมูล: www.popticles.com
ค้นหาเมื่อ 28 สิงหาคม 2566.
- ภัณฑารักษ์ จำปาทอง. สัมภาษณ์เมื่อ 22 กันยายน 2566
- เมทิกา พ่วงแสง, หญิง มัทนัง. 2563. แนวทางการส่งเสริมการตลาดสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสตรีบ้านบึง
ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี. วารสารปัญญาภิวัฒน์. 12(2) : 55-65.
- วรรณดี สุทธิธรรมากร. 2557. การวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมและกระบวนการทางสำนึก. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์สยาม.
- วันทนา รอดประเสริฐ, กฤตยชล ทองธรรมสถิต. 2565. การพัฒนากลยุทธ์การตลาดของวิสาหกิจ ชุมชนข้าวคน
เมืองชลบุรี, ชลบุรี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.
- สำนักงานเกษตรอำเภอบางบ่อ. 2566. สัมภาษณ์เมื่อ 2 สิงหาคม 2566.

ประสิทธิภาพของวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยธรรมชาติ
สำหรับเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดในฟาร์มของเกษตรกร

Efficacy of Hiding Material from Natural Fibers for Cricket Rearing
in Farmers' Farms

ปฐมพร วงศ์เสน¹ ชาตรี หอมเขียว² ฐานวิทย์ แนมใส² รัตนา อุ๋นจันทร¹ วรพงศ์ บุญช่วยแทน² ชัยณรงค์ ศรีวะบุตร²
และพัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ^{1*}

Patompon Wongsen¹, Chatree Homkhiew², Thanwit Naemsai², Rattana Unjan¹,
Worapong Boonchouytan², Chainarong Srivabut², and Patcharaporn and Vanichpakorn^{1*}

¹ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

¹ Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya (Nakhon Si Thammarat Campus), Thungyai District, Nakhon Si Thammarat 80240

² Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Muang District, Songkhla 90000

*Corresponding author E-mail: pvanich@gmail.com

บทคัดย่อ

วัสดุหลบซ่อนจัดเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดให้มีคุณภาพและปลอดภัย งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยธรรมชาติที่ทำจากเส้นใยฟางข้าวกับแผงไข่ต่อการเจริญเติบโตของจิ้งหรีดทองดำ การทดสอบดำเนินการในฟาร์มเกษตรกรจำนวน 2 ราย ในอำเภอเมือง และอำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยวัดผลการทดสอบจากความยาวลำตัว น้ำหนักตัว และคุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีด ผลการทดสอบทั้ง 2 ฟาร์ม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ของความยาวลำตัว และน้ำหนักตัวทั้งจิ้งหรีดเพศผู้และเพศเมีย ที่เพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าวและแผงไข่ อย่างไรก็ตาม จิ้งหรีดทองดำที่เพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าวมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า รวมทั้งพบว่า จิ้งหรีดทองดำที่เพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าวมีโปรตีนเท่ากับ 53.52% สูงกว่าจิ้งหรีดทองดำที่เพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากแผงไข่ซึ่งมีโปรตีนเท่ากับ 53.16% จากผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่า วัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าวมีศักยภาพสำหรับใช้เพาะเลี้ยงจิ้งหรีดให้มีคุณภาพอย่างปลอดภัย

คำสำคัญ : วัสดุหลบซ่อนจิ้งหรีด จิ้งหรีดทองดำ แผงไข่ ฟางข้าว ฟาร์มจิ้งหรีด และ นครศรีธรรมราช

Abstract

Hiding material is an important factor for cricket rearing. The objective of the study was to compare the effects of hiding material of natural fiber from rice straws and egg trays on growth of the two-spotted cricket, *Gryllus bimaculatus*. The experiments were carried out at 2 cricket farmers' farms in Mueang and Phrom Khiri District, Nakhon Si Thammarat Province. The body length, weight and nutritional value of the cricket were detected. No significant difference ($p>0.05$) was observed in growth of the two-spotted crickets between cricket reared with hiding material of natural fiber from rice straws and egg trays. However, the two-spotted crickets reared with hiding material made from rice straw fibers had better growth as compared with that from egg tray. Additionally, the two-spotted crickets reared with rice straw fibers and egg trays had

protein content of 53.52 and 53.16%, respectively. The results indicated that hiding material of natural fiber from rice straws have potential for rearing high-quality crickets.

Keywords : Cricket hiding materials, two-spotted cricket, egg tray, rice straw, and Nakhon Si Thammarat

บทนำ

จิ้งหรีดจัดเป็นแมลงเศรษฐกิจชนิดใหม่ของประเทศไทย เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกที่สำคัญของมนุษย์และสัตว์เลี้ยง ที่มีศักยภาพสนับสนุนความมั่นคงด้านอาหารในอนาคต จิ้งหรีดเป็นแมลงที่มีวงจรชีวิตสั้น เลี้ยงง่าย โตเร็ว ใช้ทรัพยากรในการเลี้ยงน้อย สามารถเลี้ยงในพื้นที่จำกัด และที่สำคัญคือใช้ต้นทุนในการเลี้ยงต่ำ แต่สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้หลายรอบการผลิตต่อปี ประมาณ 150,000 – 350,000 บาท/ปี (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561) ปัจจุบันฟาร์มเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดของประเทศไทยใหญ่ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาทิเช่น ขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ (ประทุมพร คำภาสุข และ เยาวรัตน์ ศรีวรานันท์, 2557) โดยสายพันธุ์จิ้งหรีดที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงมากที่สุด คือ จิ้งหรีดสายพันธุ์ทองดำ (Arunsangseesod et al., 2021) สำหรับภาคใต้มีการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดในเชิงพาณิชย์ค่อนข้างน้อยถ้าเทียบกับภาคอื่นๆของประเทศ จากผลการวิจัยพบว่า นครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่มีการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดมากกว่าจังหวัดอื่น ๆ โดยในปี พ.ศ. 2562 มีเกษตรกรเลี้ยงจิ้งหรีดจำนวน 30 ราย (สิริศักดิ์ ชีช่วง และ กัตติเนตร สุกุลสวัสดิวงศ์, 2563) ซึ่งภาคใต้มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดเนื่องจากมีสภาพอากาศเหมาะสม สามารถเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดได้ตลอดทั้งปี ภาครัฐจึงส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดในเชิงพาณิชย์มากขึ้นตามมาตรฐาน GAP เพื่อสร้างความมั่นคงทางรายได้ให้กับเกษตรกร และสร้างความเชื่อมั่นของผู้บริโภคต่อความปลอดภัยของผลิตผลจากจิ้งหรีด

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันฟาร์มเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดทั่วประเทศไทย มีการใช้แผงไข่กระดาษจากเยื่อกระดาษรีไซเคิลเป็นวัสดุหลบซ่อนตัวของจิ้งหรีดทั้งสิ้น เนื่องจากวัสดุที่ใช้ผลิตแผงไข่เป็นกระดาษที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว โดยจะมีการปนเปื้อนกับน้ำหมักพิมพ์ และปนเปื้อนจากกระบวนการรวบรวมกระดาษเก่า ทำให้แผงไข่กระดาษมีสารพิษตกค้างและมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกสูง อีกทั้งยังมีความเป็นไปได้ที่จิ้งหรีดกัดกินแผงไข่กระดาษ แล้วเกิดสารพิษตกค้างในตัวจิ้งหรีด จึงจำเป็นต้องมีวัสดุหลบซ่อนตัวจากวัสดุที่สะอาดและปลอดภัยสารพิษเจือปน เพื่อให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรผู้เลี้ยงจิ้งหรีดและสุขภาพของผู้บริโภคจิ้งหรีดดีขึ้น ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดระหว่างวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยธรรมชาติที่ทำจากเส้นใยฟางข้าวกับแผงไข่ สำหรับเป็นข้อมูลส่งเสริมให้เกษตรกรเลือกใช้วัสดุหลบซ่อนที่สะอาดและปลอดภัยสารพิษ สำหรับใช้เลี้ยงจิ้งหรีดให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน GAP ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การทดสอบประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดทองดำด้วยวัสดุหลบซ่อนเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าวในฟาร์มเกษตรกร

นำวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยธรรมชาติที่ทำจากเส้นใยฟางข้าวซึ่งขึ้นรูปแบบลอน มาทดสอบประสิทธิภาพในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดทองดำเปรียบเทียบกับการใช้แผงไข่ ในฟาร์มเกษตรกรจำนวน 2 ราย ดังต่อไปนี้

- 1) กิรุงเรืองฟาร์ม ตำบลท่าเรือ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
- 2) ฟาร์มนางสุทธิดา เพ็ชร์โกมล ตำบลนาเรียง อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช

1) กิจรุ่งเรืองฟาร์ม

ทดสอบโดยเตรียมบ่อเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดทองคำซึ่งทำจากกระเบื้องสมาร์ทบอร์ดขนาด 1.20 x 2.40 x 0.80 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) จำนวน 4 บ่อ ใช้วัสดุหลบซ่อน 2 ชนิด คือ เส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าวและแผงไข่ชนิดละ 2 บ่อ เตรียมบ่อเลี้ยงโดย ทำความสะอาดบ่อ จากนั้นทำการพ่นบ่อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ แล้วตามด้วยการพ่นบ่อด้วยไฟ นำวัสดุหลบซ่อนวางเรียงบนไม้ซึ่งอยู่สูงจากพื้นบ่อประมาณ 5 เซนติเมตร โดยวางเรียงกันเป็น 2 แถว นำถาดไข่ใส่ในบ่อเลี้ยง บ่มไข่เป็นเวลา 8 วัน ให้อาหารเฉพาะอาหารสำเร็จรูป ด้วยการใส่อาหารในถาดพลาสติก และโรยอาหารส่วนหนึ่งในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด นอกจากนี้ให้น้ำโดยใช้ผ้าชุบน้ำให้ชุ่มใส่ในถาดพลาสติก ร่วมกับการใช้ถาดใสในถาดเพื่อดับกลิ่นภายในบ่อ รวมทั้งฉีดพ่นน้ำวันละ 2 ครั้งในช่วงเช้าและบ่ายเพื่อให้ความชื้นแก่จิ้งหรีด เมื่อจิ้งหรีดอายุครบ 20 วัน เริ่มให้พืชเสริม เลี้ยงจนกระทั่งจิ้งหรีดพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยอายุประมาณ 40 วัน ทำการบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

- น้ำหนักและความยาวลำตัวของจิ้งหรีด โดยสุ่มตัวเต็มวัยจิ้งหรีดเพศผู้และเพศเมีย เพศละ 20 ตัว/บ่อ นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และวัดความยาวลำตัวจากส่วนหัวถึงปลายสุดของส่วนท้องด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ นำข้อมูลน้ำหนักและความยาวลำตัวของจิ้งหรีดที่เพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าว เปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนที่ใช้แผงไข่ โดยใช้วิธี T-test

2) ฟาร์มนางสุทธิดา เพ็ชร์โกมล

ทดสอบโดยเตรียมบ่อเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดทองคำซึ่งทำจากกระเบื้องสมาร์ทบอร์ดขนาด 1.20 x 2.40 x 0.80 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) จำนวน 4 บ่อ ใช้วัสดุหลบซ่อน 2 ชนิดเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด คือ เส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าวและแผงไข่ชนิดละ 2 บ่อ เตรียมบ่อเลี้ยงโดย ทำความสะอาดบ่อ แล้วตามด้วยการพ่นบ่อด้วยไฟ นำวัสดุหลบซ่อนวางเรียงบนไม้ซึ่งอยู่สูงจากพื้นบ่อประมาณ 5 เซนติเมตร โดยวางเรียงกันเป็น 2 แถว นำถาดไข่ใส่ในบ่อเลี้ยง บ่มไข่เป็นเวลา 9 วัน ให้อาหารจิ้งหรีดเพียงอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงลูกไก่ไข่ ด้วยการใส่อาหารในถาดพลาสติก และให้น้ำโดยใช้ผ้าชุบน้ำให้ชุ่มใส่ในถาดพลาสติก เมื่อจิ้งหรีดอายุครบ 20 วัน เปลี่ยนการให้น้ำเป็นแบบท่อน้ำโดยคอยทำความสะอาด 4 วัน/ครั้ง ท่อน้ำจะวางไว้บริเวณกลางบ่อ ส่วนถาดอาหารวางกระจายทั่วบ่อเลี้ยง และเริ่มให้พืชเสริม เลี้ยงจนกระทั่งจิ้งหรีดพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยอายุประมาณ 40 วัน ทำการบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

- น้ำหนักและความยาวลำตัวของจิ้งหรีด โดยสุ่มตัวเต็มวัยจิ้งหรีดเพศผู้และเพศเมีย เพศละ 20 ตัว/บ่อ นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และวัดความยาวลำตัวจากส่วนหัวถึงปลายสุดของส่วนท้องด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ นำข้อมูลน้ำหนักและความยาวลำตัวของจิ้งหรีดที่เพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าว เปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนที่ใช้แผงไข่ โดยใช้วิธี T-test

- วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรตและพลังงาน โดยนำจิ้งหรีดมาอบแห้งด้วยตู้อบสมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่งตัวอย่างจิ้งหรีดอบแห้งไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการดังกล่าวแล้วข้างต้น ที่สำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดทองดำด้วยวัสดุหลบซ่อนเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าวในฟาร์มเกษตรกร

1) กิจรุ่งเรืองฟาร์ม

จิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าวมีการเติบโตไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับจิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากแฉะไข่ จิ้งหรีดเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางมีความยาวลำตัวเฉลี่ย 2.57 เซนติเมตร(ซม.) และน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.59 กรัม(ก.) ส่วนเพศเมียมีความยาวลำตัวเฉลี่ย 2.81 ซม. และน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.93 ก. สำหรับจิ้งหรีดเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากแฉะไข่มีความยาวลำตัวเฉลี่ย 2.43 ซม. และน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.52 ก. สำหรับเพศเมียมีความยาวลำตัวเฉลี่ย 2.68 ซม. และน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.80 ก. (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความยาวลำตัวและน้ำหนักตัวของจิ้งหรีดทองดำที่เพาะเลี้ยงโดยใช้วัสดุหลบซ่อนเส้นใยจากธรรมชาติจากฟางข้าวและแฉะไข่ ในกิจรุ่งเรืองฟาร์ม ตำบลท่าเรือ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างวันที่ 22 มิถุนายน - 27 กรกฎาคม 2566

ชนิดวัสดุหลบซ่อน	เพศผู้		เพศเมีย	
	ความยาวลำตัว (Mean±SD, ซม.)	น้ำหนักตัว (Mean±SD, ก.)	ความยาวลำตัว (Mean±SD, ซม.)	น้ำหนักตัว (Mean±SD, ก.)
ฟางข้าว	2.57±0.06	0.59±0.04	2.81±0.07	0.93±0.05
แฉะไข่	2.43±0.12	0.52±0.08	2.68±0.01	0.80±0.01
T-test	1.46 ^{ns}	1.16 ^{ns}	2.69 ^{ns}	3.43 ^{ns}

หมายเหตุ NS = ไม่แตกต่างทางสถิติ

2) ฟาร์มสุทธิดา เพ็ชร์โกมล

- การเจริญเติบโต

จิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าวมีการเติบโตไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับจิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากแฉะไข่ จิ้งหรีดเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางมีความยาวลำตัวเฉลี่ย 2.56 ซม. และน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.68 ก. ส่วนเพศเมียมีความยาวลำตัวเฉลี่ย 2.87 ซม. และน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.97 ก. สำหรับจิ้งหรีดเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากแฉะไข่มีความยาวลำตัวเฉลี่ย 2.54 ซม. และน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.58 ก. สำหรับเพศเมียมีความยาวลำตัวเฉลี่ย 2.66 ซม. และมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.84 ก. (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความยาวลำตัวและน้ำหนักตัวของจิ้งหรีดทองดำที่เพาะเลี้ยงโดยใช้วัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าวและแผงไข่ ในสุทธิดาฟาร์ม อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างวันที่ 2 กรกฎาคม - 18 สิงหาคม 2566

ชนิดวัสดุหลบซ่อน	เพศผู้		เพศเมีย	
	ความยาวลำตัว (Mean±SD, ซม.)	น้ำหนักตัว (Mean±SD, ก.)	ความยาวลำตัว (Mean±SD, ซม.)	น้ำหนักตัว (Mean±SD, ก.)
ฟางข้าว	2.56±0.02	0.68±0.07	2.87±0.05	0.97±0.05
แผงไข่	2.54±0.03	0.58±0.07	2.66±0.13	0.84±0.04
T-test	0.60 ^{ns}	1.41 ^{ns}	2.12 ^{ns}	3.02 ^{ns}

หมายเหตุ NS = ไม่แตกต่างทางสถิติ

- ค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีด

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีด พบว่า จิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าวมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 53.52% สูงกว่าจิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากแผงไข่มีโปรตีนเท่ากับ 53.16% นอกจากนี้พบเปอร์เซ็นต์ไขมัน 19.97 % คาร์โบไฮเดรต 8.42% และพลังงาน 427.49 กิโลแคลอรี/100 กรัม ส่วนจิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากแผงไข่มีไขมัน 20.31 % คาร์โบไฮเดรต 8.98% และพลังงาน 431.35 กิโลแคลอรี/100 กรัม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยธรรมชาติฟางข้าวและแผงไข่

พารามิเตอร์	แผงไข่	ฟางข้าว
โปรตีน (%)	53.16	53.52
ไขมัน (%)	13.36	13.87
เถ้า (%)	4.19	4.22
ไขมัน (%)	20.31	19.97
คาร์โบไฮเดรต (%)	8.98	8.42
พลังงาน (k cal/100 g)	431.35	427.49

วิจารณ์ผล

ในการเลี้ยงจิ้งหรีดจำเป็นต้องให้ที่หลบซ่อนสำหรับจิ้งหรีด เนื่องจากจิ้งหรีดเป็นแมลงที่อาศัยขุดดินอยู่ในที่มืด วัสดุหลบซ่อนจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด ซึ่งวัสดุหลบซ่อนสำหรับใช้เพาะเลี้ยงจิ้งหรีดที่ดี ควรเป็นวัสดุที่ไม่ปนเปื้อนโลหะหนัก สารพิษตกค้าง หรือเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งควรมีความแข็งแรง ผลการนำเส้นใยฟางข้าวซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติมาขึ้นรูปเป็นวัสดุหลบซ่อน จัดเป็นนวัตกรรมใหม่สำหรับใช้เพาะเลี้ยงจิ้งหรีด (ชาติรี หอมเขียว และคณะ, 2565) เปรียบเทียบกับการใช้แผงไข่ซึ่งเป็นวัสดุหลบซ่อนที่เกษตรกรนิยมใช้ พบว่าการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดทองดำด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าว ทำให้จิ้งหรีดเจริญเติบโตดีกว่าการเพาะเลี้ยงโดยใช้แผงไข่เป็นวัสดุหลบซ่อน ทั้งความยาวและน้ำหนักตัวของจิ้งหรีดเพศผู้และเพศเมีย รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่า สาเหตุเนื่องจากจิ้งหรีดที่เพาะเลี้ยงด้วยวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าวได้รับอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนอย่างเพียงพอ 2 ทาง ทั้งจากอาหารชั้นที่ใช้เลี้ยงและกักกินวัสดุหลบซ่อนจากเส้นใยฟางข้าวซึ่งมีโปรตีนประมาณ 3.7-9.5% เซลลูโลส 32.0-47.0% เฮมิเซลลูโลส 19.0-27.0% เป็นอาหาร จึงทำให้จิ้งหรีดเติบโตได้ดี

โดยทั่วไปคุณค่าทางโภชนาการในฟางข้าว อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสายพันธุ์พืช ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใส่ปุ๋ย และอายุการเก็บเกี่ยวพืช ซึ่งสอดคล้องกับ Veenenbos and Oonincx (2017) รายงานว่า การเพาะเลี้ยง จิ้งหรีดในอาหารที่มีโปรตีนสูง ส่งผลให้จิ้งหรีดมีการเจริญเติบโตที่ดี

สรุปผล

วัสดุเหลือใช้จากเส้นใยฟางข้าวเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีศักยภาพ สามารถใช้เป็นทางเลือกทดแทนการใช้ วัสดุเหลือใช้จากแผงไข่ สำหรับการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดให้มีคุณภาพและมีมาตรฐานความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม ควรศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมต้นทุนการผลิต จำนวนครั้งของการใช้ซ้ำ ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อ การใช้วัสดุชนิดใหม่ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงจิ้งหรีดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ชาตรี หอมเขียว, วรพงศ์ บุญช่วยแทน, พิชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์, ธนาภรณ์ คำสุด, และ เพ็ญญา เขาวนา. 2565. การพัฒนาวัสดุเหลือใช้จิ้งหรีดจากเส้นใยธรรมชาติที่มีศักยภาพของประเทศไทย สู่การยกระดับ จิ้งหรีดคุณภาพ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ประทุมพร คำภาสุข และเยาวรัตน์ ศรีวรานันท์. 2557. การจัดการการผลิตและการตลาดของฟาร์มจิ้งหรีด ในเขต พื้นที่ จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และมหาสารคาม. เก่นเกษตร 42:4 547-554.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2561. Novel food อาหารแห่งอนาคต. วารสารเพื่อการ เตือนภัยสินค้าเกษตรและอาหาร 10: 10-11.
- สิริศักดิ์ ชีช่วง และ กัตติเนตร สุกุลสวัสดิวงศ์. 2563. การจัดการผลิตและประเมินด้านสุขอนามัยเพื่อพัฒนา มาตรฐานการเลี้ยงแมลงกินได้ในจังหวัดนครศรีธรรมราช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช.
- Arunsangseesod, O., C. Anut, P. Kamonnate, K. Sasiprapa, and C. Nudchanad. 2021. Production and marketing of cricket farms in the central part of Northeastern Thailand. Khon Kaen Agriculture Journal 1: 636-641.
- Veenenbos, M., and D. Oonincx, 2017. Carrot supplementation does not affect house cricket performance (*Acheta domesticus*). Journal of Insects Food and Feed. 3: 217-221.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของ
เกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

Factors Relating to Farmers' Adoption of Tangerine Quality Production
Technology in Wang Chin District, Phrae Province

วัชร อิน้องการ^{1*} และภาณุพันธุ์ ประภาติกุล²
Watchara Inongkarn^{1*} and Panuphan Prapatigul²

¹ สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและพัฒนาชนบท ภาควิชาพัฒนาเศรษฐกิจการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

¹ Division of Agricultural Extension and Rural Development, Department of Agricultural Economy and Development,
Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author E-mail: watchara.work@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ 2) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และ 3) เพื่อวิเคราะห์ปัญหา ความต้องการ และข้อเสนอแนะที่มีต่อเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ประชากรตัวอย่างที่ใช้ศึกษาครั้งนี้คือ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่ส้มเขียวหวานกับสำนักงานเกษตรจังหวัดแพร่ ปี พ.ศ. 2560 - 2564 จำนวน 131 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.741 และใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุแบบเป็นขั้นตอน

ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 60.76 ปี จบการศึกษาระดับสูงสุดในระดับประถมศึกษา และมีประสบการณ์การผลิตส้มเขียวหวานเฉลี่ย 14.74 ปี เกษตรกรมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 3.01 คน แรงงานจ้างชั่วคราวเฉลี่ย 2.51 คน มีจำนวนพื้นที่ปลูกส้มเขียวหวาน เฉลี่ย 6.76 ไร่ ปริมาณผลผลิตส้มเขียวหวานที่ผลิตได้ ในปี พ.ศ. 2565 เฉลี่ย 15,278.54 กิโลกรัม โดยจำหน่ายผลผลิตผลผลิตทางล้ง/แผงส้ม จำหน่ายผลผลิตได้ราคาเฉลี่ย 10.84 บาท/ต่อกิโลกรัม มีรายได้สุทธิ (หักต้นทุนการผลิต) จากการจำหน่ายผลผลิตส้มเขียวหวาน เฉลี่ย 136,463.22 บาท เกษตรกรทั้งหมดใช้พื้นที่ของครัวเรือนในการผลิตส้มเขียวหวาน อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่มีภาระหนี้สินคงค้าง โดยเกษตรกรที่มีภาระหนี้สินมีภาระหนี้สินคงค้างเฉลี่ย 148,633.33 บาท เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งทางสังคม เกษตรกรที่มีตำแหน่งทางสังคมเป็นกำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน/ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และเป็นสมาชิกกลุ่มลูกค้าธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.) เกษตรกรติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในเรื่อง การผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ เฉลี่ย 4.56 ครั้ง/3 เดือน เกษตรกรมีการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานเฉลี่ย 37.06 คะแนน โดยเกษตรกรมีระดับการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ ในระดับมาก นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพมีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: การยอมรับเทคโนโลยี, การผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ, อำเภอวังชิ้น, จังหวัดแพร่

Abstract

The objectives of this research are 1) to study basic personal characteristics. Some economic and social aspects of farmers growing quality tangerines, Wang Chin District, Phrae Province 2) to analyze factors related to the acceptance of quality tangerine production technology by farmers growing quality tangerines, Wang Chin District, Phrae Province, and 3) To analyze problems, needs, and suggestions regarding quality tangerine production technology for farmers who grow quality tangerines in Wang Chin District, Phrae Province. The sample group was 142 farmers who participated in the Tangerine Large Plot Project with the Phrae Provincial Agricultural Office from 2017 to 2021. An interview schedule was used to collect data, the alpha coefficient was 0.741, and stepwise multiple regression analysis was used to analyze the data.

The result showed that most of the farmers were male with an average age of 60.76 years. Graduated from primary school, and had 14.74 years of experience in growing tangerines. The average number of household workers was 3.01 people, an average of 2.51 temporary workers, an average amount of tangerine growing area of 6.76 rai, and the average amount of tangerine production produced in 2022 was 15,278.54 kilograms. By selling produce, produce from the canal/orange stands. The produce can be sold at an average price of 10.84 baht/per kilogram. have net income (less production costs) from the sale of tangerine produce, an average of 136,463.22 baht. All farmers use their household land to produce tangerines. However, most farmers have outstanding debts. The farmers who are burdened with debt have an average outstanding debt of 148,633.33 baht. Most farmers do not have a social position. Farmers with the social position of village headman/village headman/assistant village headman and a member of the Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives (BAAC) customer group. The most farmers have contact with agricultural extension officers regarding the production of quality tangerine averaging 4.56 times/3 months. Farmers' compliance with technology for producing tangerines averaged 37.06 points. Farmers had a high level of compliance with technology for producing quality tangerines. Furthermore, it found that knowledge level regarding the production of quality tangerines had a statistically significant negative correlation at the 0.05 level with the level of compliance with quality tangerine production technology.

Keywords: Adoption, Production Technology of Quality Tangerine, Wang Chin District, Phrae Province

บทนำ

การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตทางการเกษตรถือเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สำคัญของการเพิ่มความมั่นคงทางอาหารให้แก่ประชากรของประเทศ จากการศึกษาพบว่าการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในขณะนี้พื้นที่ทำการเกษตรลดลงอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกในปัจจุบัน ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจึงต้องอาศัยเทคโนโลยีและการจัดการต่าง ๆ อย่างเป็นระบบและเหมาะสม ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์พืช การใช้พันธุ์พืชใหม่ การจัดการแหล่งน้ำและการปรับปรุงบำรุงดิน การเพิ่มปริมาณธาตุอาหาร

ของพืชให้เหมาะสม และการจัดการศัตรูพืชที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ที่ถูกต้องและเหมาะสม เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559)

จากข้อมูลในปีพ.ศ.2561 พบว่า จังหวัดแพร่ มีจำนวนครัวเรือนเกษตรกรจำนวน 73,449 ครัวเรือน จำนวนแรงงานภาคเกษตร จำนวน 249,513 ราย โดยมีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด 800,113 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่นา 322,274 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 40.28 พืชไร่/พืชผัก/ไม้ดอก 282,402 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 35.30 ไม้ผล/ไม้ยืนต้น 131,651 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16.45 และพื้นที่เกษตรอื่น ๆ 63,786 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 7.97 ตามลำดับ สำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจด้านไม้ผลที่สำคัญของจังหวัดแพร่ ปีการผลิต 2561/2562 ได้แก่ ส้มเขียวหวาน ลำไย และ แก้วมังกร โดยส้มเขียวหวานมีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด โดยเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานมีจำนวน 2,406 ครัวเรือน พื้นที่เพาะปลูกจำนวน 17,442 ไร่ ผลผลิตที่เก็บเกี่ยว 10,672 ตัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 746 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเกษตรจังหวัดแพร่, 2562) แหล่งปลูกส้มเขียวหวานมากที่สุดของจังหวัดแพร่ ได้แก่ อำเภอวังชิ้น อำเภอลอง และอำเภอเด่นชัย ตามลำดับ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกทั้งหมดรวม 17,423 ไร่ หรือคิดเป็น ร้อยละ 99.89 ของพื้นที่ปลูกส้มเขียวหวานทั้งจังหวัด ทั้งนี้เกษตรกรจะมีรูปแบบการปลูกแบบธรรมชาติ คือ เกษตรกรจะไม่มีการดูแลตามหลักวิชาการมากนัก อีกทั้งสวนส้มเขียวหวานส่วนใหญ่ค่อนข้างมีอายุมากเกิน 20 ปีขึ้นไป ซึ่งส่งผลทำให้ต้นส้มเขียวหวานไม่เจริญสมบูรณ์เท่าที่ควร อาจเนื่องมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงไม่มีความรู้และไม่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการผลิต เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตส้มเขียวหวานของตนเองเท่าที่ควร (สำนักงานเกษตรจังหวัดแพร่, 2562) สอดคล้องกับสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรได้อธิบายไว้ว่า ปัญหาและข้อจำกัดส้มเขียวหวานจังหวัดแพร่ คือ 1) ในช่วงฤดูกาลที่ผลผลิตออกมารวมกันจะส่งผลกระทบต่อในด้านราคา และด้านการรวบรวมผลผลิต เนื่องจากเกษตรกรต้องเร่งจำหน่ายผลผลิต ซึ่งทำให้ไม่สามารถต่อรองราคาได้ 2) โรคและแมลงศัตรูต้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นส้มเขียวหวาน ซึ่งจะทำให้ปริมาณและคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร 3) ราคาปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ยและสารเคมีต่าง ๆ มีราคาแพง ประกอบกับเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานขาดการตรวจวิเคราะห์ค่าดิน ส่งผลทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง 4) บางปีฝนทิ้งช่วงอาจทำให้เกิดความแห้งแล้งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตไม่ได้คุณภาพ 5) ขาดการรวมกลุ่มจึงทำให้เกษตรกรต่างคนต่างจำหน่ายไม่มีอำนาจต่อรองราคา 6) เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการดูแลบำรุงรักษาและการเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวานทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิต ซึ่งอาจส่งผลต่อความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลผลิตของผู้บริโภค (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) จากรายงานการถอดองค์ความรู้ เรื่องส้มเขียวหวานอำเภอวังชิ้น ปี พ.ศ.2562 พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกแบบธรรมชาติ ไม่ได้ดูแลตามหลักวิชาการมากนัก ทั้งที่สำนักงานเกษตรจังหวัดแพร่ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเพื่อพัฒนาการผลิตส้มเขียวหวานให้มีคุณภาพก็ตาม แต่ผลการดำเนินงานดังกล่าวกลับพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่ยอมรับหรือไม่ปฏิบัติตาม โดยที่ยังมีเกษตรกรอีกบางส่วนที่มีการดูแลรักษาที่ดี มีความต้องการความรู้และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิต (สำนักงานเกษตรจังหวัดแพร่, 2562)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานของเกษตรกรในจังหวัดแพร่ เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลส่วนนี้ไปปรับใช้ในการวางแผนด้านการส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพให้กับเกษตรกรในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ 2) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ ของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และ 3) เพื่อวิเคราะห์ปัญหา ความต้องการ และข้อเสนอแนะที่มีต่อเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

วัสดุและวิธีการ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานที่เข้าร่วมโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ ในพื้นที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ระหว่างปี พ.ศ. 2560 - 2564 จำนวน 194 ราย การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการหาจำนวนตัวอย่างของ Taro Yamane (1967 อ้างถึงใน ลิน, 2554) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้น ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเท่ากับ 131 ราย การสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการแจกแบบสัมภาษณ์ในแต่ละตำบล ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับสลากหมายเลขตามบัญชีรายชื่อเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานที่เข้าร่วมโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในพื้นที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ระหว่างปี พ.ศ. 2560 - 2564 ในแต่ละตำบล จำนวน 3 ตำบล ให้ครบตามจำนวนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 131 ราย โดยไม่นำสลากหมายเลขรายชื่อที่จับแล้วใส่กลับคืน เครื่องมือที่ใช้วิจัยในครั้งนี้เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.741 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา เพื่ออธิบายข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจและปัจจัยทางสังคม ทำการวิเคราะห์โดยใช้ ค่าความถี่ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุแบบเป็นขั้นตอนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 3 กลุ่ม ประกอบด้วย ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลจำนวน 4 ตัวแปร ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ จำนวน 5 ตัวแปร และปัจจัยทางด้านสังคม จำนวน 3 ตัวแปร กับตัวแปรตาม คือ การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

ผลการวิจัย

1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมบางประการของเกษตรกร

ผลการศึกษาด้านลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลบางประการของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 60.76 ปี จบการศึกษาระดับสูงสุดในระดับประถมศึกษา และมีประสบการณ์การผลิตส้มเขียวหวานเฉลี่ย 14.74 ปี

ผลการศึกษาด้านลักษณะพื้นฐานทางเศรษฐกิจบางประการของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า เกษตรกรมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 3.01 คน แรงงานจ้างชั่วคราวเฉลี่ย 2.51 คน มีจำนวนพื้นที่ปลูกส้มเขียวหวาน เฉลี่ย 6.76 ไร่ ปริมาณผลผลิตส้มเขียวหวานที่ผลิตได้ ในปี พ.ศ. 2565 เฉลี่ย 15,278.54 กิโลกรัม โดยจำหน่ายผลผลิตผลผลิตทางล้ง/แผงส้ม จำหน่ายผลผลิตได้ราคาเฉลี่ย 10.84 บาท/ต่อกิโลกรัม มีรายได้สุทธิ (หักต้นทุนการผลิต) จากการจำหน่ายผลผลิตส้มเขียวหวาน เฉลี่ย 136,463.22 บาท เกษตรกรทั้งหมดใช้พื้นที่ของครัวเรือนในการผลิตส้มเขียวหวาน อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่มีภาระหนี้สินคงค้าง โดยเกษตรกรที่มีภาระหนี้สินมีภาระหนี้สินคงค้างเฉลี่ย 148,633.33 บาท

ผลการศึกษาด้านลักษณะพื้นฐานทางสังคมบางประการของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งทางสังคม เกษตรกรที่มีตำแหน่งทางสังคมเป็นกำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน/ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และเป็นสมาชิกกลุ่มลูกค้าธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.) เกษตรกรติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในเรื่อง การผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ เฉลี่ย 4.56 ครั้ง/3เดือน

2) ระดับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

ผลการศึกษา ระดับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวาน เฉลี่ย 18.33 คะแนน (มีความรู้ในระดับสูง) เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวาน มากที่สุด 23 คะแนน (มีความรู้ในระดับสูง) และ) เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวาน น้อยที่สุด 12 คะแนน (มีความรู้ในระดับปานกลาง)

โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 74.0 และเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 26.0

3) ระดับการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

ด้านที่ 1 : สภาพพื้นที่ปลูก พบว่า ประเด็นที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานได้มากที่สุด คือ การปลูกส้มเขียวหวานในสภาพพื้นที่เป็นเนินเขา และพื้นที่ราบเชิงเขา คิดเป็นร้อยละ 98.5 แปลงปลูกไม่เคยเป็นที่ทิ้งขยะ 96.6 รองลงมา คือ การปรับสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการหลบซ่อนของโรคและแมลงศัตรูพืช คิดเป็นร้อยละ 96.9 ตามลำดับ

ด้านที่ 2 : พันธุ์ พบว่า ประเด็นที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานได้มากที่สุด คือ การใช้พันธุ์ส้มเขียวหวานที่ต้านทานโรคและแมลงศัตรู คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมา คือ การใช้ต้นพันธุ์ส้มเขียวหวาน จากแหล่งที่น่าเชื่อถือ ที่มีลักษณะต้นเตี้ย แตกทรงพุ่มดี ไม่มีโรคและแมลงติดมาด้วย (ร้อยละ 99.2) การใช้ส้มเขียวหวานพันธุ์บางมัดและสีทอง เป็นพันธุ์หลักที่ตลาดต้องการ (ร้อยละ 98.5) ตามลำดับ

ด้านที่ 3 : การปลูก (ระยะปลูก) พบว่า ประเด็นที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานได้มากที่สุด คือ การขุดหลุมปลูก โดยขุดดินลึก 20 x 20 เซนติเมตร (ลึกประมาณ 1 หน้าจอบ) และการขุดหลุมให้มีขนาดพอดีกับขนาดของกล้าส้มเขียวหวาน คิดเป็นร้อยละ 99.2 เท่ากัน รองลงมา คือ การปลูกส้มเขียวหวานที่ ระยะปลูก 5 x 5 เมตร เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลรักษา (ร้อยละ 75.6) การไม่ใช้สารเคมีควบคุมวัชพืชในแปลงนา (ร้อยละ 96.2) ตามลำดับ

ด้านที่ 4 : การตัดแต่งกิ่ง พบว่า ประเด็นที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานได้มากที่สุด คือ การตัดแต่งกิ่งแห้งที่เป็นโรคหรือถูกแมลงทำลาย การตัดแต่งกิ่งซ้อนทับ กิ่งแซม หรือกิ่งกระโดง และการตัดแต่งให้มีลักษณะทรงพุ่มโปร่ง คิดเป็นร้อยละ 100 เท่ากัน

ด้านที่ 5 : การใส่ปุ๋ย พบว่า ประเด็นที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานได้มากที่สุด คือ การใส่ปุ๋ยคอกที่หมักย่อยสลายดีแล้ว เพื่อป้องกันโรคโคนเน่าที่ติดมากับปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 99.2 รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยหวาน 13-13-21 หรือ 16-16-16 ผสม 0-0-60 ในเดือนสิงหาคม ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 2 เดือน และการใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 เพื่อขยายขนาดผล/เพิ่มปริมาณผลผลิต คิดเป็นร้อยละ 94.7 เท่ากัน

ด้านที่ 6 : การให้น้ำ พบว่า ประเด็นที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานได้มากที่สุด คือ การให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ หรือจำนวน 3 ครั้งต่อเดือน ยกเว้นฤดูฝน คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมา คือ การจัดทำบ่อเก็บกักน้ำเป็นของตนเอง เพื่อไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้ง (ร้อยละ 99.2) การงดการให้น้ำต้นส้มเขียวหวาน ก่อนเก็บเกี่ยว 10 - 20 วัน (ร้อยละ 98.5) การวางระบบการให้น้ำ เพื่อทำให้ต้นส้มเขียวหวานได้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม (ร้อยละ 97.7) ตามลำดับ

ด้านที่ 7 : การจัดการโรคแมลง และวัชพืช พบว่า ประเด็นที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานได้มากที่สุด คือ การป้องกันกำจัดโรคราสนิมในช่วงฤดูฝน คิดเป็นร้อยละ 99.2 รองลงมา คือ การตรวจแปลงในช่วงหมอกกลาง เพื่อป้องกันการระบาดของราสนิม ราดำ, การใช้สารเคมีที่ถูกต้องและเหมาะสมตามระยะการเจริญเติบโตของพืช และการใช้สารที่ความเป็นพิษตกค้างต่ำ เพื่อปลอดภัยต่อเกษตรกร (ผู้ใช้) และผู้บริโภค (ร้อยละ 98.5) เท่ากัน

ด้านที่ 8 : การเก็บเกี่ยว พบว่า ประเด็นที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานได้มากที่สุด คือ การตรวจสอบความสุก-แก่ของส้มเขียวหวานก่อนเก็บเกี่ยว และการหลีกเลี่ยงการวางผลผลิตส้มเขียวหวานลงบนพื้นดิน คิดเป็นร้อยละ 100 เท่ากัน รองลงมา คือ การใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวานที่

สะอาดและมีความเหมาะสม (ร้อยละ 97.7) การบังคับให้ส้มเขียวหวานออกในเดือนกุมภาพันธ์ ของทุกปี (ร้อยละ 96.9) ตามลำดับ

สำหรับประเด็นที่เกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานได้เกินร้อยละ 20 มี 6 ประเด็น ดังนี้ 1) การปลูกส้มเขียวหวานที่ ระยะปลูก 2×9 เมตร เพื่อให้ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ (ร้อยละ 63.4) 2) การใส่ปุ๋ยสูตร 0-0-60 ก่อนเก็บเกี่ยวส้มเขียวหวานประมาณ 1 - 1.5 เดือน (ร้อยละ 43.5) 3) การปลูกส้มเขียวหวานที่ ระยะปลูก 4×4 เมตร เพื่อให้ได้จำนวนต้นต่อไร่เพิ่มมากขึ้น (ร้อยละ 32.8) 4) การวิเคราะห์ดินและใบพืช เพื่อหาปริมาณปุ๋ยต้นทุนที่หลงเหลืออยู่ในดินและใบพืชหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในฤดูกาลเพาะปลูกผ่านไป (ร้อยละ 29.0) 5) การใส่ปุ๋ยคอกรองกันหลุม ก่อนการปลูกต้นกล้าส้มเขียวหวาน (ร้อยละ 28.2) และ 6) การวิเคราะห์สภาพความเป็นกรด/ด่างของดินก่อนปลูกส้มเขียวหวาน (ร้อยละ 26.7)

4) ปัญหาของเกษตรกร ความต้องการ และข้อเสนอแนะในการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานของเกษตรกรในจังหวัดแพร่

ผลการศึกษาด้านปัญหาต่อการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวาน พบว่า เกษตรกรประสบ 1) ปัญหาโรคและแมลงระบาด มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.4 รองลงมา คือ เกษตรกรประสบปัญหาแหล่งน้ำไม่เพียงพอ คิดเป็นร้อยละ 42.0 และปัญหาเกษตรกรประสบปัญหาน้อยที่สุด ได้แก่ 1) ไม่มีความชำนาญในการตรวจวิเคราะห์ดิน 2) การแข่งขันด้านการตลาดและราคา 3) ขาดต้นพันธุ์ดี 4) ผลผลิตตกต่ำ 5) วิธีการดูแลรักษา 6) สภาพดินเสื่อมโทรม และ 7) ปัญหาสารเคมี คิดเป็นร้อยละ 0.8 เท่ากัน ตามลำดับ

ผลการศึกษาด้านความต้องการความช่วยเหลือเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ พบว่า เกษตรกรมีความต้องการให้หน่วยงานภาครัฐเข้ามาสนับสนุนด้านราคาผลผลิต (เช่น ประกันราคาผลผลิต เป็นต้น) และการเชื่อมโยงตลาด มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.0 รองลงมา คือ เกษตรกรต้องการหน่วยงานเข้ามาส่งเสริมให้ความรู้วิชาการต่าง ๆ เช่น โรคและแมลง การผลิต การแปรรูป เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 27.5 และ เกษตรกรมีความต้องการเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.8 ตามลำดับ

ผลการศึกษาข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะว่าหน่วยงานภาครัฐควรมีตลาดกลางเพื่อควบคุมคุณภาพผลผลิต และราคาผลผลิต เพื่อกำหนดมาตรฐานผลผลิต และป้องกันปัญหาราคาผลผลิตตกต่ำ คิดเป็นร้อยละ 33.6 รองลงมา คือ เกษตรกรมีข้อเสนอแนะว่าหน่วยงานควรเข้ามาส่งเสริมด้านการผลิตและแปรรูป เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตให้แก่เกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 18.3 และหน่วยงานควรเข้ามาอบรมส่งเสริมและให้ความรู้ทางวิชาการ เช่น ความรู้ด้านโรคและแมลง และความรู้ด้านการผลิตส้มให้ได้คุณภาพ เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 12.2 ตามลำดับ และเกษตรกรมีข้อเสนอแนะประเด็นทุนทรัพย์ และการลดราคาปุ๋ยยา เครื่องจักร น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.8 เท่ากัน

5) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ ของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ โดยตัวแปรทั้งหมดสามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้ร้อยละ 7.6 และการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อน 10.583 คะแนน

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุ

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์		
	ถดถอย (b)	t	Sig.
ค่าคงที่	44.395	19.582	0.000
ความรู้เกี่ยวกับการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ (X ₄)	-0.275	-3.253	0.001*
R = 0.275	R ² = 0.076	SEE = 2.747	F = 10.583
Sig. of F = 0.001			

* ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิจารณ์ผล

1) ลักษณะพื้นฐานบางประการทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า ผลการศึกษาด้านลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลบางประการของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 60.76 ปี จบการศึกษาระดับสูงสุดในระดับประถมศึกษา และมีประสบการณ์การผลิตส้มเฉลี่ย 14.74 ปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกรรณิกา ศรีลัย (2549) ที่พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตส้มที่มีอายุมากทำให้มีประสบการณ์ในการปลูกส้ม ส่งผลให้การปฏิบัติตามระบบการจัดการคุณภาพของเกษตรกรที่เหมาะสมสำหรับส้มได้อย่างถูกต้อง

ผลการศึกษาด้านลักษณะพื้นฐานทางเศรษฐกิจบางประการของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า เกษตรกรมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 3.01 คน แรงงานจ้างชั่วคราวเฉลี่ย 2.51 คน มีจำนวนพื้นที่ปลูกส้มเขียวหวาน เฉลี่ย 6.76 ไร่ ปริมาณผลผลิตส้มเขียวหวานที่ผลิตได้ ในปี พ.ศ. 2565 เฉลี่ย 15,278.54 กิโลกรัม โดยจำหน่ายผลผลิตผลผลิตทางล้ง/แผงส้ม จำหน่ายผลผลิตได้ราคาเฉลี่ย 10.84 บาท/ต่อกิโลกรัม มีรายได้สุทธิ (หักต้นทุนการผลิต) จากการจำหน่ายผลผลิตส้มเขียวหวาน เฉลี่ย 136,463.22 บาท เกษตรกรทั้งหมดใช้พื้นที่ของครัวเรือนในการผลิตส้มเขียวหวาน อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่มีภาระหนี้สินคงค้าง โดยเกษตรกรที่มีภาระหนี้สินมีภาระหนี้สินคงค้างเฉลี่ย 148,633.33 บาท

ผลการศึกษาด้านลักษณะพื้นฐานทางสังคมบางประการของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งทางสังคม เกษตรกรที่มีตำแหน่งทางสังคมเป็นกำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน/ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และเป็นสมาชิกกลุ่มลูกค้าธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.) เกษตรกรติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในเรื่อง การผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ เฉลี่ย 4.56 ครั้ง/3เดือน ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า เกษตรกรมีการติดต่อส่งเสริมการเกษตรเป็นประจำ มีแนวโน้มที่จะยอมรับนวัตกรรมได้เร็ว ซึ่งสอดคล้องกับ Rogers and Shoemaker (1971) ที่ได้อธิบายว่า ผู้มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่มากกว่ามักจะยอมรับนวัตกรรมก่อน

2) ระดับความคิดเห็นในการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ จะเห็นได้ว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานเฉลี่ย 37.06 คะแนน โดยเกษตรกรมีระดับการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ ในระดับมาก อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนที่เกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติตามได้ ประกอบด้วย ด้านที่ 1 : สภาพพื้นที่ปลูก ได้แก่ 1) การวิเคราะห์สภาพความเป็นกรด/ด่างของดินก่อนปลูกส้มเขียวหวาน และ 2) การวิเคราะห์ดินและใบพืช เพื่อหาปริมาณปุ๋ยต้นตุนที่หลงเหลืออยู่ในดินและใบพืชหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในฤดูการเพาะปลูกผ่านไป เนื่องจาก เกษตรกรไม่มีความรู้ ไม่มีความชำนาญ เกษตรกรไม่มีความพร้อมและไม่มีความสนใจในการวิเคราะห์ ส่วนด้านที่ 3 : การปลูก (ระยะปลูก) ได้แก่ 1) การปลูกส้มเขียวหวานที่ ระยะปลูก 2 × 9 เมตร เพื่อให้ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ และ 3) การปลูกส้มเขียวหวานที่ ระยะปลูก 4 × 4 เมตร เพื่อให้ได้จำนวนต้นต่อไร่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก

ระยะดังกล่าวเกษตรกรมีความคิดเห็นว่า ต้นส้มเขียวหวานจะชิดกันเกินไป แน่นเกินไป และข้อจำกัดของขนาดพื้นที่ทำให้ไม่สามารถปลูกตามระยะที่กำหนดได้ และด้านที่ 5 : การใส่ปุ๋ย ได้แก่ 1) การใส่ปุ๋ยคอกรองกันหลุมก่อนการปลูกต้นกล้าส้มเขียวหวาน เนื่องจาก เกษตรกรคิดเห็นว่าเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยาก และ 2) การใส่ปุ๋ยสูตร 0-0-60 ก่อนเก็บเกี่ยวส้มเขียวหวานประมาณ 1 - 1.5 เดือน เนื่องจาก ปุ๋ยราคาสูง และเกษตรกรไม่มีเงินทุนสอดคล้องกับงานวิจัยของกรรณิกา ศรีลัย (2549) ได้อธิบายว่า การผลิตส้มเขียวหวานตามระบบเกษตรที่ดีเหมาะสมนั้นมีต้นทุนการผลิตสูง และเกษตรกรยังต้องมีความรู้ที่ถูกต้องในการจัดการเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ตั้งแต่การเตรียมพื้นที่ปลูกจนถึงช่วงสัปดาห์ติดผล และการจำหน่ายผลผลิต เพื่อให้ได้ราคาดี และยังคงสอดคล้องกับจรรยาบรรณ ต้นหล้า นาริรัตน์ สีระสาร และอรรณพ พัทธม (2563) ที่พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ต้องการความรู้เรื่องการใส่ปุ๋ยเคมีและสารเคมีที่ถูกต้องและเหมาะสม และต้องการการส่งเสริมการใช้สารชีวภัณฑ์และสารสกัดธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมี เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตส้มเขียวหวาน

3) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัว (Independent Variables) กับตัวแปรตาม (Dependent Variables) พบว่า มีตัวแปรอิสระจำนวน 1 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสามารถอภิปรายได้ดังนี้ คือ เกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพมากนั้นสามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพได้น้อยกว่าเกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพน้อย เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลา เงินทุน ระยะทางจากที่พักอาศัยไปสวน และการเข้ามาให้คำแนะนำช่วยเหลือในการปฏิบัติที่ถูกต้อง ทำให้เกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพมากไม่สามารถปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพได้อย่างถูกต้อง ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของกรรณิกา ศรีลัย (2549) ที่พบว่า ความรู้เรื่องระบบการจัดการคุณภาพของเกษตรที่ดีที่เหมาะสมสำหรับส้มมีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติตามระบบการจัดการคุณภาพของเกษตรที่ดีที่เหมาะสมสำหรับส้ม โดยเกษตรกรที่มีความรู้เรื่องมากจะสามารถปฏิบัติตามของเกษตรกรถูกต้องและเหมาะสมมากขึ้น

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ 2) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และ 3) เพื่อวิเคราะห์ปัญหา ความต้องการ และข้อเสนอแนะที่มีต่อเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานคุณภาพ อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่

ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 60.76 ปี จบการศึกษาระดับสูงสุดในระดับประถมศึกษา และมีประสบการณ์การผลิตส้มเฉลี่ย 14.74 ปี เกษตรกรมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 3.01 คน แรงงานจ้างชั่วคราวเฉลี่ย 2.51 คน มีจำนวนพื้นที่ปลูกส้มเขียวหวาน เฉลี่ย 6.76 ไร่ ปริมาณผลผลิตส้มเขียวหวานที่ผลิตได้ ในปี พ.ศ. 2565 เฉลี่ย 15,278.54 กิโลกรัม โดยจำหน่ายผลผลิตผลผลิตทางล้ง/แผงส้มจำหน่ายผลผลิตได้ราคาเฉลี่ย 10.84 บาท/ต่อกิโลกรัม มีรายได้สุทธิ (หักต้นทุนการผลิต) จากการจำหน่ายผลผลิตส้มเขียวหวาน เฉลี่ย 136,463.22 บาท เกษตรกรทั้งหมดใช้พื้นที่ของครัวเรือนในการผลิตส้มเขียวหวาน อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่มีภาระหนี้สินค่าง โดยเกษตรกรที่มีภาระหนี้สินมีภาระหนี้สินค่างเฉลี่ย 148,633.33 บาท เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งทางสังคม เกษตรกรที่มีตำแหน่งทางสังคมเป็นกำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน/ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และเป็นสมาชิกกลุ่มลูกค้าธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.) เกษตรกรติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในเรื่อง การผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ เฉลี่ย 4.56 ครั้ง/3เดือน เกษตรกรมีการ

ปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานเฉลี่ย 37.06 คก/ไร่ โดยเกษตรกรมีระดับการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพ ในระดับมาก นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพมีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ด้านปัญหา ความต้องการ และข้อเสนอแนะต่อการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพของเกษตรกรในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า เกษตรกรประสบปัญหาผลผลิตไม่มีคุณภาพ เนื่องจาก ปัญหาโรคและแมลงระบาด และแหล่งน้ำไม่เพียงพอตลอดฤดูกาลผลิต ดังนั้น รัฐบาลควรให้ความสำคัญต่อการจัดการปัญหาโรคและแมลงระบาดให้เหมาะสม และการสนับสนุนเรื่องแหล่งน้ำเพื่อให้เกษตรกรมีน้ำใช้อย่างเพียงพอในช่วงฤดูกาลผลิต และเกษตรกรต้องการให้หน่วยงานเข้ามาสนับสนุนด้านราคาผลผลิต และการเชื่อมโยงตลาด ดังนั้นภาครัฐจึงควรสนับสนุนการรวมกลุ่มผลิตและแปรรูป โดยกำหนดมาตรฐานและควบคุมราคาผลผลิตของส้มเขียวหวานให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และควรสนับสนุนการรวมกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตส้มเขียวหวานคุณภาพให้มากขึ้น เพราะเกษตรกรรายย่อยไม่สามารถสร้างอำนาจการต่อรองเรื่องราคาได้ ซึ่งการรวมกลุ่มอาจจะเป็นแนวทางในการบริหารการผลิตและการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพันธุ์ ประภาติกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐตากานต์ พัยคณา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงทิวา สุริยงค์ ที่ได้ให้คำแนะนำแนวคิดต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในสาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและพัฒนาชนบททุกท่านที่ให้ความกรุณาแนะนำและช่วยเหลือ และผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานเกษตรจังหวัดแพร่ สำนักงานเกษตรอำเภอวังชิ้น และผู้นำส่วนท้องถิ่นที่ได้อำนวยความสะดวกในด้านการสนับสนุนข้อมูล สำหรับการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานในอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ที่กรุณาให้ข้อมูลเป็นไปได้อย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2559). **ชุดวิชาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช**.
กรรณิกา ศรีลัย. (2549). **ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับระบบเกษตรดีที่เหมาะสมของผู้ปลูกส้มเขียวหวาน ในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จิรนนท์ ต้นหล้า นาริรัตน์ สีระสาร และอรรณเจต พัฒมุข. (2563). **การส่งเสริมการจัดการศัตรูส้มเขียวหวานโดยวิธีผสมผสานของเกษตรกรอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่**. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10: 1519 - 1528.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดแพร่. (2562). **เอกสารการถอดองค์ความรู้ ส้มเขียวหวานอำเภอวังชิ้น ปี 2562**. 1 - 25.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). **การวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจสินค้าเกษตรที่สำคัญตามแผนที่ Agri - Map จังหวัดแพร่**. กรุงเทพฯ ฯ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก
จังหวัดสมุทรปราการ

Packaging Development of Ban Srang Sok Community Enterprise Groups
Samut Prakan Province

ศิริรัตน์ บาศรี^{1*} และฉันททัย เกิดศรีเสริม¹

Sirirat Basri^{1*} and Chanhathai Kerdsriserm¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนน ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

¹Faculty of Agricultural Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chalong Krung Road Ladkrabang District, Bangkok 10520

*Corresponding author E-mail: chanhathai.ke@kmit.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพัฒนาบรรจุภัณฑ์สินค้า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และเพื่อพัฒนาตราสินค้าบรรจุภัณฑ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างและการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จากการจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยน ความต้องการในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และตราสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ ผลการวิจัยพบว่า มีความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และตราสินค้า โดยใช้ชื่อว่า “พรสำเภา” ด้านตราสินค้า อยู่ในระดับมากที่สุด คือ ความเด่นชัดของตราสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ ($\bar{X}=5$) รูปภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด คือ โทนสีเย็น (ให้ความรู้สึกสบายตา) ($\bar{X}=4.57$) ใช้สีแดงและสีเขียว เพื่อสื่ออารมณ์ถึงอาหารและของฝากที่ทำมาจากกุ้งเหี้ยยัด และบอกรายละเอียดวันผลิตและวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์ภายในอย่างครบถ้วน มีรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่มองเห็นได้ชัดเจน สร้างเอกลักษณ์เฉพาะของตราสินค้า คือ เรือสำเภาและกุ้งเหี้ยยัด และชุมชนมีความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดี ($\bar{X}=5$) บรรจุภัณฑ์ปิดมิดชิดเก็บสินค้าได้สะดวก ($\bar{X}=4.57$) ถูกรับประทานได้ทันที จัดเก็บง่าย น้ำหนักเบา มีความคงทน ช่วยถนอมอายุของสินค้า จากการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และตราสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ ทำให้ตราสินค้าแสดงสัญลักษณ์ของกุ้งเหี้ยยัดและเรือสำเภาที่เป็นเอกลักษณ์ของสินค้าจึงมีความโดดเด่นและสามารถดึงดูดลูกค้าได้มากขึ้นทำให้การออกแบบตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ครั้งนี้ตรงกับความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

คำสำคัญ: การพัฒนาบรรจุภัณฑ์, ผลิตภัณฑ์กุ้งเหี้ยยัด, วิสาหกิจชุมชน,

Abstract

This research has the objective to study and develop product packaging Ban Srang Sok Community Enterprise Group, Bang Bo District Samut Prakan Province and to improve and develop packaging brands Ban Srang Sok Community Enterprise Group, Bang Bo District, Samut Prakan Province The tools used were a structured questionnaire and group discussion activities with the Ban Srang Sok Community Enterprise Group. From organizing exchange activities, The need for packaging and brand development of the Ban Srang Sok Community Enterprise Group

Samut Prakan Province The research results found that There is a need to develop packaging and branding. using the name "Phorn Sampao" in terms of brand the highest level is the conspicuousness of the brand on the package ($\bar{X}=5$). The highest level of images is cool tones (comfortable to the eyes) ($\bar{X}= 4.57$), using red and green. To convey the emotion of food and souvenirs made from stretched shrimp. and tell complete details of the production date and expiration date of the internal product The font style and size are clearly visible. Create a unique identity for the brand: junk boat and shrimp. and the community has a desire to develop packaging The packaging can preserve the product well ($\bar{X}= 5$). The packaging is completely closed and convenient to store the product ($\bar{X}=4.57$). Can be held and eaten immediately, easy to store, lightweight, durable, helps preserve the shelf life of the product. From the development of packaging and branding of the Ban Srang Sok Community Enterprise Group. Samut Prakan Province This makes the brand displaying the symbols of stretched shrimp and the unique junk boat of the product stand out and be able to attract more customers. This makes the brand and packaging design meet the actual needs of the community enterprise group.

Keywords: Packaging development, Shrimp products, Community enterprise

บทนำ

วิสาหกิจชุมชน (Community Enterprise) เป็นกิจการของชุมชนเกี่ยวกับการผลิตสินค้า การให้บริการหรือการอื่น ๆ ที่ดำเนินการโดยคณะบุคคลที่มีความผูกพัน มีวิถีชีวิตร่วมกันและรวมตัวกันประกอบ กิจการดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็คนิติบุคคลในรูปแบบใด หรือไม่เป็คนิติบุคคล เพื่อสร้างรายได้และเพื่อการพึ่งพาตนเอง ของครอบครัว ชุมชนและระหว่างชุมชน เนื่องจากเศรษฐกิจของประเทศไทยในปัจจุบันรายได้ส่วนใหญ่ที่ได้มาจากการทำผลผลิตและผลิตภัณฑ์จากเกษตรกรและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่จัดตั้งขึ้นในอำเภอบางป้อ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งก็ได้มีการแปรรูป ผลผลิตหรือการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผลผลิตของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนั้น เดิม“กุ้งเหยียด”เป็นภูมิปัญญาชาวบ้านของชุมชนบ้านสาขลา ที่ตั้งอยู่ริมคลองสาขลาซึ่งเป็น คลองที่แยกมาจาก คลองสรรพสามิตในเขต ตำบลนาเกลือ อำเภอสรรคบุรีจังหวัดสมุทรปราการ สภาพพื้นที่ของชาวบ้านสาขลา ส่วนใหญ่ถูกขุดขึ้นเป็นบ่อเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากเลี้ยงกุ้งได้ง่าย เดิมกุ้งเหยียดเริ่มจากการทำเพื่อรับประทานเอง โดยในขณะนั้นยังไม่ได้ใช้ชื่อเรียกว่า กุ้งเหยียด (สำนักงานเกษตรอำเภอบางป้อ, 2566)

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก ตำบลคลองด่าน อำเภอลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2537 ในอดีตกลุ่มผลิตกะปิจากเคย มีคู่แข่งในตลาดค่อนข้างมาก เจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอบางป้อ เข้ามาช่วยเหลือเรื่องราคาของผลผลิตที่ตกต่ำ ระดมทุนเพื่อแปรรูปสินค้าจากเคย หลังจากได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ ทำให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคกเป็นที่รู้จักเพิ่มมากขึ้น ได้ผลิตสินค้าใหม่ เช่น น้ำพริกกะปิ และกุ้งเหยียด โดยนำเสนอว่าผลิตภัณฑ์เป็นสินค้าที่เชิวิตฤติภายในชุมชนและปลอดภัย (สำนักงานเกษตรอำเภอบางป้อ, 2566)

ปัจจุบัน กุ้งเหยียด ภูมิปัญญาชาวบ้าน ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก เริ่มมีการนำกุ้งมาทำเป็น ผลิตภัณฑ์เป็นการถนอมอาหารให้มีระยะเวลาการเก็บรักษาได้นานมากขึ้น เนื่องจากทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนยังขาด ความเชี่ยวชาญในการออกแบบบรรจุภัณฑ์และปรับปรุงตราสินค้าให้มีลักษณะที่โดดเด่น จึงยังไม่สามารถสร้างความน่าจดจำให้กับผู้บริโภคได้ เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจชุมชนสามารถนำไปต่อยอดต้องมีการพัฒนาให้ทันสมัยขึ้น

ดังนั้น ผู้ทำวิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และพัฒนาตราสินค้า ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างไศก ให้มีเอกลักษณ์โดดเด่นและมีความแตกต่างจากคู่แข่ง และเป็นการนำเสนอแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่นให้สามารถแข่งขันในตลาดต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพัฒนาบรรจุภัณฑ์สินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างไศก อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
2. เพื่อพัฒนาตราสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างไศก อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างไศก จังหวัดสมุทรปราการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประธาน รองประธาน เภรัญญิก เลขานุการ และคณะกรรมการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างไศก นักส่งเสริมการเกษตรอำเภอบางบ่อ จำนวน 10 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ แบบสัมภาษณ์ แบบมีโครงสร้าง แบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 รูปแบบความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างไศก

ตอนที่ 2 ความต้องการปรับปรุงพัฒนาตราสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างไศก

โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) (Likert, 1961) มี 5 ระดับคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด โดยเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5 คะแนน = ความต้องการมากที่สุด

4 คะแนน = ความต้องการมาก

3 คะแนน = ความต้องการปานกลาง

2 คะแนน = ความต้องการน้อย

1 คะแนน = ความต้องการน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การวัดระดับตัวแปร ตามหลักของ (John W,Bast (1970) ดังต่อไปนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับมาก

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับน้อย

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

3. การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยแบ่งเป็นการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และพัฒนาตราสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างไศก โดยมีกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา คือ ประธาน รองประธาน เภรัญญิก เลขานุการ และคณะกรรมการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างไศก นักส่งเสริมการเกษตรอำเภอบางบ่อ จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ การสัมภาษณ์ และกิจกรรมการสนทนากลุ่ม (Focus Group) มีการดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสัมภาษณ์ความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และพัฒนาตราสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จากการเข้าไปสัมภาษณ์ประธาน รองประธาน เภรัญญา เลขานุการ และคณะกรรมการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและทำการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบบรรจุภัณฑ์และตราสินค้า โดยการนำข้อมูลที่ได้จาก ขั้นตอนที่ 1 มาเป็นแนวทางการออกแบบพัฒนาบรรจุภัณฑ์และพัฒนาตราสินค้า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อให้ตรงตามความต้องการ

ขั้นตอนที่ 3 ลงพื้นที่จัดกิจกรรมการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคกสมาชิกประกอบด้วย ประธานกรรมการกลุ่มวิสาหกิจชุมชน รองประธาน เภรัญญา เลขานุการ การตลาดกรรมการ นักส่งเสริมการเกษตร จำนวน 10 คน ในประเด็นด้านตัวบรรจุภัณฑ์และด้านตราสินค้า

4. การสร้างเครื่องมือวิจัย

การสร้างเครื่องมือวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

4.1 ผู้วิจัยสร้างแบบสัมภาษณ์ โดยทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา วารสาร ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสร้างแบบสัมภาษณ์ตามแนวทางของ (จิตติมา เสือทอง, 2555) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ กลุ่มสตรีแม่บ้านเขียวขจี จังหวัดนนทบุรี

4.2 สร้างแบบสัมภาษณ์การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ตามแนวทางที่ได้ศึกษา และแนวทางการออกแบบพัฒนากราฟฟิกบนบรรจุภัณฑ์ตามแนวทางของ (อโรชา เทพรักษ์ และ ปฏิญญาณ์ แสงอรุณ, 2561) ศึกษาเรื่อง การออกแบบกราฟฟิกบนบรรจุภัณฑ์ข้าวสารไทยโดย นำเสนอภาพลักษณ์ของชาวนาไทย.

4.3 นำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คนเพื่อทดสอบและหาค่าเฉลี่ยของแบบสัมภาษณ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpa Coefficient) ของ Cronbach. (1970) แสดงว่าแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นมีความเชื่อมั่นสูง สามารถนำแบบสัมภาษณ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ดังรายละเอียดดังนี้

5.1 รูปแบบความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2 ความต้องการพัฒนาตราสินค้า วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า ความต้องการในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคกดังนี้

ด้านรูปแบบความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด คือ บรรจุภัณฑ์สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดี ($\bar{X} = 5$) บรรจุภัณฑ์เปิดบริโภคและเก็บสินค้าส่วนที่เหลือได้สะดวก ($\bar{X} = 5$) ความสามารถในการป้องกันผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์ ($\bar{X} = 5$) บรรจุภัณฑ์ปิดมิดชิดเก็บสินค้าได้สะดวก ($\bar{X} = 4.57$) บรรจุภัณฑ์มีลักษณะที่สะอาดปลอดภัยเก็บรักษาได้นาน ($\bar{X} = 4.57$) อยู่ในระดับมากที่สุดเท่ากัน คือ กล่องสี่เหลี่ยม ($\bar{X} = 4.43$) สามารถเห็นสินค้าด้านใน ($\bar{X} = 4.43$)

ด้านปริมาตรหรือปริมาณ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด คือ 150 กรัม ($\bar{X} = 4.43$) และ 500 กรัม ($\bar{X} = 4.43$) อยู่ในระดับปานกลาง คือ 320 กรัม ($\bar{X} = 3.14$)

ตารางที่ 1 รูปแบบความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์

รูปแบบความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
1. กล่องสี่เหลี่ยม	4.43	0.73	มาก
2. บรรจุภัณฑ์ปิดมิดชิดเก็บสินค้าได้สะดวก	4.57	0.73	มากที่สุด
3. บรรจุภัณฑ์สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดี	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สามารถเห็นสินค้าด้านใน	4.43	0.90	มาก
5. บรรจุภัณฑ์มีลักษณะที่สะอาดปลอดภัยเก็บรักษาได้นาน	4.57	0.73	มากที่สุด
6. บรรจุภัณฑ์เปิดบริโภคและเก็บสินค้าส่วนที่เหลือได้สะดวก	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ความสามารถในการป้องกันผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์	5.00	0.00	มากที่สุด
ปริมาตร หรือปริมาณ	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
8. 150 กรัม	4.43	0.49	มาก
9. 320 กรัม	3.14	0.64	ปานกลาง
10. 500 กรัม	4.43	0.49	มาก

ผลการศึกษาพบว่า ความต้องการในการพัฒนาตราสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคกดังนี้
ด้านตราสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด คือ ความเด่นชัดของตราสินค้าบน บรรจุภัณฑ์
($\bar{X}=5.00$) ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ ($\bar{X} = 4.71$) สร้างความทรงจำน่าประทับใจ ($\bar{X} = 5.00$) อยู่ในระดับมาก
คือชื่อของสินค้าที่บ่งบอกถึงลักษณะของสินค้า ($\bar{X} = 4.43$)

ด้านความเป็นเอกลักษณ์ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด คือ ต้องการรูปแบบน่าสนใจ จัดจำตรา
สินค้าและสินค้าง่าย ($\bar{X}= 5.00$) อยู่ในระดับมาก คือ บรรจุภัณฑ์มีความทันสมัย สวยงาม ดึงดูดน่าสนใจ ($\bar{X} =$
4.41) สร้างความโดดเด่นกว่าสินค้าอื่นๆที่วางจำหน่ายในทีเดียวกัน ($\bar{X} = 5.00$)

ด้านข้อมูลรายละเอียดสินค้า พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด คือ บอกรายละเอียดวันผลิต
และวันหมดอายุ ($\bar{X}= 5.00$) อยู่ในระดับมาก คือ บรรจุภัณฑ์บอกรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ภายในอย่าง
ครบถ้วน ($\bar{X} = 4.43$) อยู่ในระดับปานกลาง คือ มีรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่มองเห็นได้ชัดเจน ($\bar{X} = 4.86$)

ด้านองค์ประกอบรูปภาพ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด คือ โทนสีเย็น (ให้ความรู้สึกสบายตา) ($\bar{X} =$
4.57) อยู่ในระดับมาก บรรจุภัณฑ์บอกรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ภายในอย่างครบถ้วน ($\bar{X} = 4.43$)
บอกรายละเอียดวันผลิตและวันหมดอายุ ($\bar{X} = 4.43$) ตำแหน่งการจัดวางของงานกราฟิกทั้งหมดมีความ
เหมาะสม ($\bar{X} = 4.43$) อยู่ในระดับปานกลาง มีรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่มองเห็นได้ชัดเจน ($\bar{X} = 4.14$)

ตารางที่ 2 ความต้องการพัฒนาตราสินค้า

ตราสินค้าบนบรรจุภัณฑ์	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
1. ความเด่นชัดของตราสินค้าบน บรรจุภัณฑ์	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ	4.71	0.45	มากที่สุด
3. สร้างความทรงจำน่าประทับใจ	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ชื่อของสินค้า ที่บ่งบอกถึงลักษณะของสินค้า	4.43	0.90	มาก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ความเป็นเอกลักษณ์	\bar{x}	S.D.	แปลความหมาย
5. ต้องการรูปแบบนำเสนอใจ จดจำตราสินค้าและสินค้าง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
6. บรรจุภัณฑ์มีความทันสมัย สวยงาม ดึงดูดนำเสนอใจ	4.14	0.83	มาก
7. สร้างความโดดเด่นกว่าสินค้าอื่นๆที่วางจำหน่ายในทีเดียวกัน	5.00	1.39	มาก
ข้อมูลรายละเอียดสินค้า	\bar{x}	S.D.	แปลความหมาย
8. บรรจุภัณฑ์บอกรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ภายในอย่างครบถ้วน	4.43	0.49	มาก
9. มีรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่มองเห็นได้ชัดเจน	3.14	0.64	ปานกลาง
10. บอกรายละเอียดวันผลิตและวันหมดอายุ	4.86	0.35	มากที่สุด
องค์ประกอบรูปภาพ	\bar{x}	S.D.	แปลความหมาย
11. บรรจุภัณฑ์บอกรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ภายในอย่างครบถ้วน	4.43	0.49	มาก
12. มีรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่มองเห็นได้ชัดเจน	3.14	0.64	ปานกลาง
13. บอกรายละเอียดวันผลิตและวันหมดอายุ	4.43	0.49	มาก
14. ตำแหน่งการจัดวางของงานกราฟฟิกทั้งหมดมี ความเหมาะสม	4.43	0.73	มาก
15. โทนสีเย็น (ให้ความรู้สึกสบายตา)	4.57	0.73	มากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโศก จังหวัดสมุทรปราการ จากการสัมภาษณ์เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความต้องการบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโศก ดังต่อไปนี้

ด้านรูปแบบความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ คือ ต้องการบรรจุภัณฑ์สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดี บรรจุภัณฑ์เปิดบริโภคและเก็บสินค้าส่วนที่เหลือได้สะดวกและ มีความสามารถในการป้องกันผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ปิดมิดชิดเก็บสินค้าได้สะดวก บรรจุภัณฑ์มีลักษณะที่สะอาดปลอดภัย เก็บรักษาได้นาน และส่วนปริมาตรหรือปริมาณคือ 150 กรัม 500 กรัม และ 320 กรัม

ด้านตราสินค้าบนบรรจุภัณฑ์ คือ ต้องมีความเด่นชัดของตราสินค้าด้านบนบรรจุภัณฑ์ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือ สร้างความทรงจำน่าประทับใจ และชื่อของสินค้า ที่บ่งบอกถึงลักษณะของสินค้า และด้านความเป็นเอกลักษณ์ คือ ต้องการรูปแบบนำเสนอใจ จดจำตราสินค้าและสินค้าง่ายและบรรจุภัณฑ์มีความทันสมัย สวยงาม ดึงดูดนำเสนอใจ เพื่อสร้างความโดดเด่นกว่าสินค้าอื่นๆที่วางจำหน่ายในทีเดียวกัน และด้านข้อมูลรายละเอียดสินค้า บอกรายละเอียดวันผลิตและวันหมดอายุ บรรจุภัณฑ์บอกรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ภายในอย่างครบถ้วน มีรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่มองเห็นได้ชัดเจน ด้านองค์ประกอบรูปภาพ คือ โทนสีเย็น (ให้ความรู้สึกสบายตา) บรรจุภัณฑ์บอกรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ภายในอย่างครบถ้วน และมีการบอกรายละเอียดวันผลิตและวันหมดอายุที่ชัดเจนมีการปรับตำแหน่งการจัดวางของงานกราฟฟิกทั้งหมดมี ความเหมาะสมกลมกลืน และมีรูปแบบขนาดตัวอักษรที่มองเห็นได้ชัดเจน

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์

- 1) ลักษณะรูปทรงเป็นกล่องสี่เหลี่ยมเพื่อให้สะดวกต่อการการวางโชว์ผลิตภัณฑ์
- 2) กล่องบรรจุภัณฑ์เป็นกล่องพลาสติกสามารถรองรับน้ำหนักกึ่งเหยียดเหมาะสำหรับซื้อเป็นของฝากหรือรับประทานทั้งครอบครัวในครั้งเดียวหมด เป็นขนาดที่มีปริมาณพอเหมาะไม่ใหญ่หรือเล็กเกินไป ขนาดบรรจุภัณฑ์โดยเลือกเป็น 2 ขนาด คือ บรรจุภัณฑ์ขนาด 320 กรัม และบรรจุภัณฑ์ขนาด 500 กรัม
- 3) กล่องบรรจุภัณฑ์ใช้เป็นกล่องสี่ใสเพื่อให้เห็นตัวสินค้าที่อยู่ด้านในตามที่ทางกลุ่มวิสาหกิจต้องการให้ตัวสินค้าเด่นชัดและสร้างความโดดเด่นกว่าสินค้าอื่นๆที่วางจำหน่ายในที่เดียวกัน
- 4) กล่องมีความสะดวกต่อการเปิดใช้งานสามารถหยิบสินค้าออกจากบรรจุภัณฑ์ได้ง่าย
- 5) กล่องสามารถเปิดปิดถนอมสินค้าได้ป้องกันสินค้าตลอดอายุในการขาย
- 6) กล่องทนอุณหภูมิ -20 องศา ถึง +120 องศา คุณภาพดี ทนทานและป้องกันรั่วซึมได้สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง
- 7) ฝาปิดแน่นไม่รั่วซึมในขณะที่สินค้าบรรจุอยู่ด้านในกล่องและสามารถเข้าไมโครเวฟง่ายต่อการรับประทานในครั้งต่อไปมีปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สรุปผลการพัฒนาบรรจุภัณฑ์

จากข้อมูลความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์กึ่งเหยียด ซึ่งมีลักษณะรูปทรงเป็นกล่องสี่เหลี่ยมเพื่อให้สะดวกต่อการการวางโชว์ผลิตภัณฑ์ เหมาะสำหรับซื้อเป็นของฝากหรือรับประทานทั้งครอบครัวในครั้งเดียวหมด เป็นขนาดที่มีปริมาณพอเหมาะไม่ใหญ่หรือเล็กเกินไป บรรจุภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดี บรรจุภัณฑ์เปิดบริโภคและเก็บสินค้าส่วนที่เหลือได้สะดวกมีความสามารถในการป้องกันผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ปิดมิดชิดเก็บสินค้าได้สะดวกบรรจุภัณฑ์ที่ดีมีลักษณะสะอาดปลอดภัยเก็บรักษาได้นาน ซึ่งสอดคล้องกับ (นพวรรณ ชิวอารี, 2555) ที่ศึกษาเรื่อง การวิจัยและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์หมูแปรรูปเพื่อส่งเสริมการขาย

ดังนั้นจึงได้กำหนดรูปแบบบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด 2 รูปแบบ

- 1) บรรจุภัณฑ์ขนาด 320 กรัม
- 2) บรรจุภัณฑ์ขนาด 500 กรัม

จัดกิจกรรมคืนข้อมูลครั้งที่ 1

1. นำผลการออกแบบบรรจุภัณฑ์และตราสินค้าไปคืนข้อมูลให้แก่ ประธาน รองประธาน เภรัญญิก เลขาธิการ และคณะกรรมการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จำนวน 7 คน

2. ผลการจัดกิจกรรมพบว่า

2.1 ด้านการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้มีการตัดสินใจเลือก รูปแบบที่ 2 เนื่องจากตรงความต้องการของชุมชน (รูปภาพที่ 1) ซึ่งเป็นขนาด 500 กรัม ขนาดกล่อง กว้าง 17.1 ซม. ยาว 11.7 ซม. สูง 4.0 ซม ลักษณะเป็นกล่องพลาสติกฝาปิด สีใส ทนอุณหภูมิสภาพอากาศได้ดีไม่ทำให้สินค้ามีความเสียหาย คุณภาพดี ทนทานและป้องกันรั่วซึมได้ สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง สามารถเข้าไมโครเวฟได้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้ เหตุผลที่เลือกว่าขนาดเหมาะสมต่อความต้องการของผู้บริโภคซึ่งแต่ก่อนมีขนาดที่ไม่เพียงพอและมีความสามารถในการป้องกันผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับบรรจุกึ่งเหยียด อีกทั้งมีราคาต้นทุนไม่แพงและบรรจุภัณฑ์สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดีบรรจุภัณฑ์เปิดบริโภคและเก็บสินค้าส่วนที่เหลือได้สะดวกบรรจุภัณฑ์ปิดมิดชิดมีลักษณะที่สะอาดปลอดภัย



ภาพที่ 1 รูปแบบที่ 2 บรรจุภัณฑ์ขนาด 500 กรัม

2.2 ด้านการพัฒนาตราสินค้า

การออกแบบตราสินค้าแบบที่ 1

- 1) การเลือกจัดองค์ประกอบรูปภาพโดยการจัดเรียงส่วนที่สำคัญหรือองค์ประกอบหลักในตราสินค้าทำให้น่าเชื่อถือมากขึ้น
 - 2) ชื่อของกลุ่ม ที่อยู่ผู้ผลิต โดยระบุชื่อกลุ่มผู้ผลิต ที่อยู่ พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อความสะดวกในการติดต่อสำหรับกลุ่มคนที่สนใจสินค้า
 - 3) การระบุชนิดของสินค้า เช่น กุ้งแช่เย็น การใช้คำสื่อความหมายโน้มน้าวใจซึ่งทำให้เป็นจุดเด่นของตราสินค้า
 - 4) ใส่สัญลักษณ์หน่วยงานของผู้สนับสนุนทั้งส่วนภาครัฐ และเอกชนที่ได้เข้าไปช่วยเหลือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก
 - 5) ใส่ข้อมูลเพิ่มเติมวิธีการเก็บรักษาคือ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องระยะเวลาได้นานถึง 7 วันและก็เก็บรักษาในตู้แช่เย็นได้ระยะเวลานานถึง 3 เดือนและใส่วันผลิตและวันหมดอายุ ตามความต้องการของกลุ่ม
- นำผลการออกแบบครั้งที่ 1 ไปคืนข้อมูลให้กับ ประธาน รองประธาน เภรณูญิก เลขานุการ และ คณะกรรมการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จำนวน 7 คน พบว่า ทางวิสาหกิจต้องการให้ปรับดังนี้
- 1) การปรับรูปแบบเรือสำเภาให้มีความเก่าทำให้ตราสินค้าน่าจดจำมีความกลมกลืนกับชื่อสินค้าและความเป็นมาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก
 - 2) การเลือกใช้สีเนื่องจากทางกลุ่มคิดว่าสามารถมองและจดจำได้ง่ายเห็นได้ชัดเจนพื้นหลังต้องตัดกับตัวผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เย็นและได้ปรับการใส่รูปภาพให้เป็นตัวกุ้งแช่เย็นเด่นที่สุดและดึงความสนใจให้ เรือสำเภาเป็นเอกลักษณ์และมีความสำคัญ
- สีแดง ให้ความรู้สึกน่าสนใจมีความโดดเด่นชัดเจนตามที่ทางกลุ่มต้องการ
สีเขียว ให้ความรู้สึกถึงการทำเกษตรธรรมชาติปลอดภัยแสดงถึงวัตถุดิบจากเกษตรกรโดยตรง
- 3) การออกแบบตราสินค้า ต้องมีความเหมาะสมกับตลาดในวงกว้างโดยเน้นออกแบบที่สื่อถึงเอกลักษณ์และจุดเด่นของผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่า ราคา ให้กับตัวผลิตภัณฑ์
- นำผลจากการจัดกิจกรรม คืนข้อมูลมาปรับปรุงตราสินค้า



ภาพที่ 1 ตราสินค้าครั้งที่ 1

การออกแบบตราสินค้าแบบที่ 2

- 1) นำข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรมคืนข้อมูลครั้งที่ 1 มาใส่รูปแบบปรับเปลี่ยนสีให้ตราสินค้ากลุ่มวิสาหกิจเป็นจุดเด่นมากขึ้นคือ พรสำเภา ให้มีความกลมกลืนคงสภาพตราสินค้าเดิมคือเรือสำเภา
- 2) ใส่รูปแบบกราฟิกโดยมีการใช้ลายเส้นร่างโครงสร้างปรับเพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้สึกสบายตาสามารถมองได้ชัดเจน
- 3) การปรับเลือกใช้สีของเรือให้มีสีที่สร้างความแตกต่างโดยการใช้สีเดียวกันทั้งหมดเพื่อทำให้ไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้ง่ายต่อการจดจำและไม่ล้าสมัยเกินไป
- 4) สร้างจัดทำตราสินค้าใหม่ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโศก



ภาพที่ 2 ตราสินค้าครั้งที่ 2

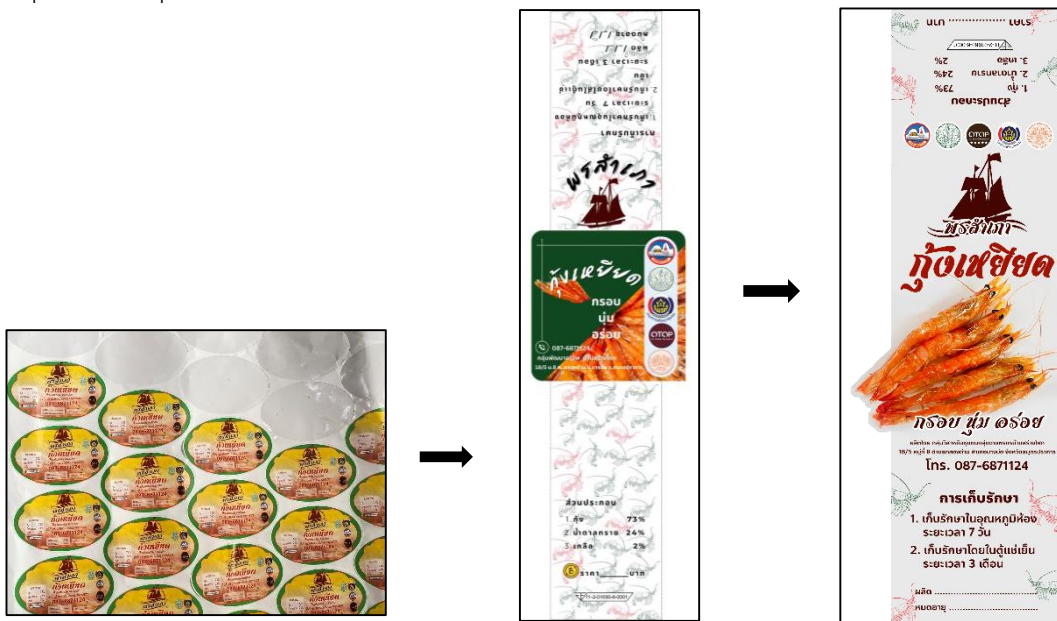
จัดกิจกรรมคืนข้อมูลครั้งที่ 2

1. นำผลการออกแบบบรรจุภัณฑ์และตราสินค้าไปคืนข้อมูลให้แก่ ประธาน รองประธาน เற்றுญิก เลขานุการ และคณะกรรมการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จำนวน 7 คน

2. ผลการจัดกิจกรรมพบว่า

ด้านการออกแบบตราสินค้าแบบที่ 1 และแบบที่ 2 หลังจากจัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus Group) ได้นำข้อมูลมาออกแบบโดยให้เรือสำเภาเป็นจุดเด่น การเลือกนำเอารูปประกอบมาจัดเรียงให้เกิดรูปแบบใหม่ที่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่ม จากที่ได้ปรับองค์ประกอบในส่วนต่าง ๆ เพื่อทำตราสินค้าใหม่ให้แตกต่างจากของเดิมพบว่า มีความทันสมัยมากขึ้นและสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์สามารถนำไปติดบนกล่องสินค้าและก็สร้างจุดขายได้จนเป็นที่น่าพอใจในการนำไปต่อยอดใช้ได้จริง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเด่นที่มองเห็นได้จากภายนอกเป็นความรู้สึกน่าสนใจและทำให้เกิดความเชื่อมั่นของสินค้าเนื่องจากมีเครื่องหมายมาตรฐานใส่ลงในตราสินค้า เพื่อทำให้สินค้าเกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากขึ้นและสอดคล้องกับ (สมาลี ทองรุ่งโรจน์, 2555) ที่กล่าวไว้ว่า บรรจุภัณฑ์ที่ดีต้องมีความแข็งแรงและได้กล่าวถึงตราสินค้าที่ดีต้องมีสีสัน สวยงามสะดุดตาและมีความทันสมัยมีความโดดเด่น

ดังนั้นทางกลุ่มวิสาหกิจได้มีการคัดเลือกแบบตราสินค้าเมื่อเปรียบเทียบครั้งที่ 1 และ 2 พบว่ามีความพึงพอใจในการออกแบบตราสินค้าครั้งที่ 2 ซึ่งประธานและคณะกรรมการได้ตัดสินใจเลือกรูปแบบตราสินค้าครั้งที่ 2 โดยมีการให้เหตุผลที่เลือกกว่ามีความทันสมัยเหมาะสมกับปัจจุบันสามารถสร้างเอกลักษณ์ให้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ และสามารถให้ผู้บริโภคเกิดความน่าเชื่อถือและจดจำได้ง่ายจึงได้มีการส่งมอบตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ให้ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก



ตราสินค้าเดิม

การออกแบบตราสินค้า 1

การออกแบบตราสินค้า 2

ภาพที่ 3 การออกแบบตราสินค้าบรรจุภัณฑ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก

อภิปรายผลการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อประเมินความต้องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และพัฒนาตราสินค้าโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่จัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus Group) ซึ่งทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีอายุค่อนข้างมากจึงได้มีการสัมภาษณ์

ความต้องการและนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบลักษณะบรรจุภัณฑ์และตราสินค้าเพื่อให้ตรงตามความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการการวิจัยครั้งนี้ คือ ประธาน รองประธาน เภรัณญิก เลขานุการ การตลาดกรรมการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ

1) จากการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า บรรจุภัณฑ์รูปแบบใหม่แตกต่างจากบรรจุภัณฑ์ดั้งเดิมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก โดยมีการปรับเปลี่ยนขนาดบรรจุภัณฑ์ให้มีความหลายหลายและตรงตามกลุ่มผู้บริโภค บรรจุภัณฑ์ได้รับมาตรฐานและสามารถการเก็บรักษา ป้องกันผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายในให้คงสภาพต่อการขนส่ง และไม่เกิดความเสียหาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ ทักษิณา สุขพัตถี และ กนกนันท์ อ่อนโพธิ์เตี้ย (2558) กล่าวว่า บรรจุภัณฑ์ที่ดีคือความมีเอกลักษณ์พิเศษบรรจุภัณฑ์ควรมีรูปแบบสีของบรรจุภัณฑ์โดยใช้โทนสีที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับตัวผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ดึงดูดมีความทันสมัยใช้งานง่ายทำให้เวลานำไปจัดจำหน่ายหรือนำผลิตภัณฑ์กึ่งเหยียดขายสู่ตลาดออนไลน์ หรือวางขายตามงาน นิทรรศกาลเป็นจุดเด่นทำให้กลุ่มคนที่สนใจสามารถเข้าถึงสินค้าได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์เดิม ยังไม่น่าประทับใจและไม่น่าจดจำซึ่งในบรรจุภัณฑ์เดิมมีตราสินค้าค่อนข้างเล็กและยังไม่ได้บอกถึงวิธีการเก็บรักษาใน ตัวกล่องบรรจุภัณฑ์ ควรมีการนำเสนอสร้างความทันสมัยให้ตราสินค้าให้เป็นที่ดึงดูดน่าประทับใจแตกต่างจาก กลุ่มอื่น เพื่อให้เหมาะสมกับกล่องบรรจุภัณฑ์ให้มีความหลากหลายเนื่องจากต้องพัฒนาให้ดีขึ้นจากจุดอ่อนให้ สามารถเป็นจุดแข็งของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก สอดคล้องกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ของ สุมาลี ทองรุ่งโรจน์ (2555) กล่าวว่า การออกแบบพัฒนาบรรจุภัณฑ์มีหลักการที่ต้องคำนึงถึง คือ มีความโดดเด่น (Outstanding) ภาพ ลักษณะแบรนด์และความแตกต่าง (Brand Differentiate) ความรู้สึกร่วมที่ดี (Brand Experience) และ สอดคล้องกับ ประชิต ทิณบุตร (2531) กล่าวว่า บรรจุภัณฑ์ หมายถึง หน่วยรูปแบบของวัตถุภายนอกของ ผลิตภัณฑ์ ที่ทำหน้าที่ปกป้องคุ้มครอง หรือห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ภายในไม่ให้เกิดความเสียหาย สะดวกในการขนส่ง และ เอื้อประโยชน์ในทางการค้าและการบริโภค

2) จากการพัฒนาตราสินค้า ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ พบว่าการ ออกแบบตราสินค้าใหม่ขึ้นโดย การพัฒนาจากตราสินค้าเดิมที่มีอยู่มาทำการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงลักษณะ รูปภาพ องค์ประกอบของตราสินค้า มีการวางตัวหนังสือโดยการเลือกใช้สีแดงและสีเขียวให้ตัดกับลายเส้นให้มีความดึงดูดน่าสนใจ และรูปภาพต้องมีความเด่นชัดสามารถสื่อถึงเอกลักษณ์เฉพาะตัวผลิตภัณฑ์และข้อมูล รายละเอียดที่แสดงความน่าเชื่อถือ ปรากฏบนตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้เป็นที่น่าจดจำและประทับใจต่อ ผู้บริโภคที่สนใจผลิตภัณฑ์ มีการใช้คำที่จดจำง่าย และสามารถสื่อถึงรสชาติได้อย่างชัดเจน ทำให้เข้าถึงอารมณ์ที่มี การเปรียบเทียบและแตกต่างจากสินค้าประเภทเดียวกัน การสร้างภาพลักษณ์ที่แสดงถึงเอกลักษณ์ท้องถิ่นโดย เป็นวัตถุดิบที่สามารถหาได้ง่ายเป็นจุดแข็งของกลุ่ม และมีความสดใหม่ รสชาติดี สามารถสื่อออกมาทาง ภาพลักษณ์ได้อย่างชัดเจน เป็นของฝากที่มีจุดขายเฉพาะตัวของจังหวัดสมุทรปราการ สอดคล้องกับ การศึกษาของ ดวงพร ตั้งวงศ์ (2554) และสอดคล้องกับ พรลภัส พิบูลโกศาสมบัติ (2562) กล่าวว่า การออกแบบ ผลิตภัณฑ์ เป็นเรื่องที่สำคัญ รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่สวยงาม ทันสมัย จะยิ่งช่วยดึงดูดให้ลูกค้าอยากใช้สินค้า และ เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ และสอดคล้องกับ มยุรี ภาคลำเจียก (2556) พบว่าตราสินค้าต้องใช้สีเป็นองค์ประกอบที่มี บทบาทในลักษณะเดียวกับรูปทรงซึ่งมีผลต่อการจดจำของกลุ่มเป้าหมายและการออกแบบสัญลักษณ์ นอกจากนี้สี ยังส่งผลต่อผู้พบเห็นในด้านจิตวิทยาอย่างมากได้แก่การใช้สีเขียวและสีแดงกับสินค้าประเภทผักผลไม้และเนื้อสัตว์ ย่อมทำให้เกิดความรู้สึกถึงความสดน่ารับประทาน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ สำเร็จลงได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือและความร่วมมือสนับสนุนของหลายฝ่ายทั้ง นักส่งเสริมวิชาการเกษตรอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ให้คำแนะนำในการเก็บข้อมูล และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคกอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่ตอบแบบสอบถามและให้ข้อมูลด้านต่าง ๆ เพื่อทำโครงการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณทุกท่านที่ช่วยประสานงานและอนุเคราะห์ในเรื่องเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยจนทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จิตติมา เสือทอง, มัทนา โมรากุล และ วรฤทัย หาญโชติพันธ์. (2555). **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ กลุ่มสตรีแม่กลุ่มสตรีแม่บ้านเขียวขจี จังหวัดนนทบุรี**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ดวงพร ตั้งวงศ์. (2554). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากผ้าพื้นเมืองไทยทรงดำ อำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี**. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สาขาเกษตรศาสตรศึกษา.
- ทักษิณา สุขพัทธี, กนกนันท์ อ่อนโพธิ์เตี้ย. (2558). **การออกแบบบรรจุภัณฑ์เค้กมะพร้าวน้ำหอมของดีของเด่นสินค้าโอท็อปจังหวัดนครปฐม**. สาขาวิชาออกแบบนิเทศศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา , กรุงเทพมหานคร.
- นพวรรณ ชิวอารี. (2555). **การวิจัยและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์หมูแปรรูปเพื่อส่งเสริมการขาย : กรณีศึกษาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์หมูแปรรูปในชุมชนท้องถิ่น จังหวัดนครปฐม**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประชิด ทิณบุตร. (2531). **การออกแบบบรรจุภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- พรลภัส พิบูลโกศาสมบัติ. (2562). **หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/jpcru/article/view/265095> (วันที่ค้นข้อมูล: 11 มิถุนายน 2564).
- มยุรี ภาคลำเจียก. (2556). **การวิจัยบรรจุภัณฑ์สินค้าอุปโภคบริโภค**. กรุงเทพฯ : หิ่เฮง.
- สุมาลี ทองรุ่งโรจน์. (2555). **การออกแบบบรรจุภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเกษตรอำเภอบางบ่อ. (2566). **ประวัติความเป็นมาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้างโคก จังหวัดสมุทรปราการ** : สำนักงานเกษตรอำเภอบางบ่อ
- อโรชา เทพรักษ์, และ ปฎิญาณ์ แสงอรุณ. (2561). **การออกแบบกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ข้าวสารไทยโดยนำเสนอภาพลักษณ์ของชาวนาไทย**. การประชุมวิชาการสำหรับนักศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 2. 7 มิถุนายน 2562. 246-253. กรุงเทพมหานคร : คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- Cronbach. (1970). **Essentials of Psychological Testing**. New York : Harper and Row.
- John W. Best. (1970). **Research in Education**. 3 rd. th. New Jersey : Prentice – Hall Inc. Research in Education. Boston MA.
- Likert, Rensis. (1961). **New Pattern of Management**. New York : McGraw – Hill.

ศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสม
ทางการตลาดผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรในคณะ
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Study the Behavior and Opinions on Marketing Mix Factors of
Fermented Fish Sauce Consumers of Students and Personnel in the
School of Agricultural Technology King Mongkut's Institute of
Technology Ladkrabang

อุไรรัตน์ บุญวัง^{1*} และจิรนนท์ เข็มขันธุ์¹

Aurairat Bunwang^{1*} and Jeeranun Khermkhan¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนน ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

¹Faculty of Agricultural Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chalong Krung Road Ladkrabang District, Bangkok 10520

*Corresponding author E-mail: 63040409@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไป และ ศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าของผู้บริโภค 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้า 3) เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดแผนกลยุทธ์การตลาดรวมถึงการวางแผนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักศึกษาและบุคลากรจากผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาและบุคลากรจำนวน 338 คน นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่เป็นเพศ หญิง ร้อยละ 71.90 มีอายุ 21-30 ปี ร้อยละ 27.50 การศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 95.00 อาชีพนักศึกษา ร้อยละ 92.60 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน ร้อยละ 36.40 เกิดในภูมิภาคกลาง ร้อยละ 56.20 การวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากร พบว่า นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่บริโภคน้ำปลาร้าแบบปรุงสุกและแบบดิบ ร้อยละ 57.10 เลือกซื้อด้วยรสชาติ ร้อยละ 47.30 เพื่อเพิ่มความกลมกล่อมให้กับเมนู ร้อยละ 51.10 รับประทาน 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 34.00 ซื้อผ่านช่องทางออนไลน์ ร้อยละ 28.40 เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง ร้อยละ 59.20 มักลองบริโภคน้ำปลาร้ายี่ห้อใหม่ ๆ อยู่เสมอ ร้อยละ 55.30 นอกจากนี้ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความคิดเห็นต่อส่วนประสมทางการตลาดในด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมา ด้านส่งเสริมการตลาด ด้านราคา และ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ตามลำดับ

คำสำคัญ : น้ำปลาร้า, กลยุทธ์ทางการตลาด, พฤติกรรมผู้บริโภค

Abstract

The objectives of this study were to study 1) To study general information and study the behavior of consumers in purchasing fermented fish sauce products. 2) To study opinions on marketing mix factors that affect the purchase of fermented fish sauce products. 3) To serve as a guideline in formulating marketing strategies, including planning to be in line with consumer needs. fermented fish sauce products. Questionnaires were used as a tool to collect information

on students and staff. From the results of the study it was found that General data analysis of 338 students and staff. Most are female, 71.90 percent, aged 21-30 years, 27.50 percent, have a bachelor's degree 95.00 percent, are students 92.60 percent, the number of household members is 4 people, 36.40 percent were born in the central region, 56.20 percent. Analysis of data on the behavior of consumers of fermented fish sauce among students and staff found that most of them consume fermented fish sauce in both cooked and raw form. 57.10% choose to buy based on taste, 47.30% to add flavor to the menu, 51.10% eat 1-2. Times/week 34.00 percent Products are purchased through online channels, 28.40 percent, choose to buy products by themselves, 59.20 percent, often try new brands of fermented fish sauce, 55.30 percent. In addition, consumers attach the most importance to opinions on the marketing mix in terms of products, followed by marketing promotions, prices, and distribution channels, respectively.

Keywords : fermented fish sauce, marketing strategy ,consumer behavior

บทนำ

น้ำปลาร้าเป็นอาหารหมักชนิดหนึ่งใช้สำหรับปรุงแต่งรสชาติอาหารซึ่งเกิดจากการแปรรูปปลาตามกรรมวิธีชาวบ้านจนเกิดการเปลี่ยนแปลง กลิ่น สี และรสชาติ ซึ่งนิยมบริโภคในพื้นที่ภาคอีสานตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันจากนั้นได้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในทุกภูมิภาคทุกพื้นที่ของประเทศไทยรวมถึงเพื่อนบ้านประเทศต่าง ๆ แต่จะมีชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น ประเทศลาวเรียกว่า ปาแตก กัมพูชาเรียกว่า ตะพรอฮก ฟิลิปปินส์เรียกว่า บากุง อิสตมา มาเลเซียเรียกว่า เปกาซัม อินโดนีเซียเรียกว่า บากาแซ็ง เป็นต้น (กรมส่งเสริมวัฒนธรรม, 2558 : 99)

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าได้รับความนิยมเป็นอย่างมากโดยเฉพาะน้ำปลาร้าสำเร็จรูปบรรจุขวด ผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าจากเครือข่ายงานวิจัยก็เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมซึ่งคัดสรรวัตถุดิบปลาน้ำจืดธรรมชาติจากเขื่อนลำปาวทำให้น้ำปลาร้ามีรสชาติหอมอร่อยผ่านกรรมวิธีการแปรรูปถูกหลักอนามัยผ่านกระบวนการต้มสุกพาสเจอร์ไรซ์ โดย ฟาร์มเจ้าคุณซึ่งเป็นร้านค้าประจำคณะเทคโนโลยีการเกษตร จำหน่ายสินค้าผลิตภัณฑ์แปรรูปที่เกิดจากองค์ความรู้งานวิจัยและการเรียนการสอนของคณะผลิตโดยอาจารย์นักวิจัยและนักศึกษา ฟาร์มเจ้าคุณมีโครงการวางแผนจำหน่ายน้ำปลาร้าให้กับนักศึกษาและบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตรโดยน้ำปลาร้าที่นำมาจำหน่ายจากเครือข่ายงานวิจัยซึ่งน้ำปลาร้ายังไม่เคยถูกขายในฟาร์มเจ้าคุณเพื่อเป็นการวางแผนและกำหนดกลยุทธ์จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคน้ำปลาร้าเพื่อเพิ่มการแข่งขันทางการตลาดและเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการในการใช้เป็นแนวทางในการวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดของผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ปลาร้าเป็นจำนวนมาก (กมลชนก แก้วจินดา และคณะ, 2564) ได้ทำการศึกษาและวิจัยเรื่อง กลยุทธ์การตลาดที่มีผลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ปลาร้าฝาง งานวิจัยนี้ศึกษาทัศนคติด้านส่วนประสมทางการตลาดเปรียบเทียบระหว่างแบบเดิมและแบบปรับปรุงใหม่และวิเคราะห์ทัศนคติด้านส่วนประสมทางการตลาดและความตั้งใจซื้อจำแนกตามลักษณะประชากรและสังคม (นภัสวรรณ คุ้มครอง และคณะ, 2566) ได้ทำการศึกษาและวิจัยเรื่อง การพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายสินค้ากรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนปลาร้าหลนนิคมสงเคราะห์ จังหวัดอุดรธานี งานวิจัยนี้ศึกษาสภาพปัญหา และ แนวทางการพัฒนาการจัดจำหน่ายสินค้าของวิสาหกิจชุมชนปลาร้าหลนนิคมสงเคราะห์ และ เพื่อพัฒนาการจัดจำหน่ายสินค้าของวิสาหกิจชุมชนปลาร้าหลนนิคมสงเคราะห์ (วรมุข

ทองนาม และคณะ, 2564) ได้ทำการศึกษาและวิจัยเรื่อง แนวทางการเพิ่มยอดขายน้ำปลาร้าต้มสุกปรุงรสผ่านช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ กรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าต้มสุกปรุงรสตรา หอมนัว งานวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด และ กำหนดแนวทางการเพิ่มยอดขายร้อยละ 20 ให้กับผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าต้มสุกปรุงรสตรา หอมนัว ซึ่งงานวิจัยปลาร้าส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการเพิ่มมูลค่าสินค้าเป็นส่วนใหญ่มีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรม และความคิดเห็นยังไม่มากนัก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดผู้บริโภคน้ำปลาร้าเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดแผนกลยุทธ์การตลาดรวมถึงการวางแผนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไป และ ศึกษาพฤติกรรมในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าของผู้บริโภค
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้า
3. เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดแผนกลยุทธ์การตลาดรวมถึงการวางแผนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เป็นผู้บริโภคน้ำปลาร้าที่บริโภคน้ำปลาร้าโดยใช้ กลุ่มนักศึกษาและบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างวันที่ 1 – 31 ตุลาคม พ.ศ.2566 ประชากรจำนวนทั้งหมด 2,187 คน(สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2566) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 338 คน แบ่งเป็นนักศึกษาจำนวน 315 คน บุคลากรจำนวน 23 คน

การหาขนาดตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสูตรของ Taro Yamanee ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้เป็นจำนวน 338 (ศิริพงศ์ พุทธิพันธ์, 2553)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม โดยออกแบบเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษาอาชีพ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน

ตอนที่ 2 : ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคน้ำปลาร้าเป็นลักษณะคำถามปลายปิด (Close -Ended Questionnaires) ที่มีลักษณะเป็นแบบตรวจคำตอบ (Check List) โดยสอบถามถึงพฤติกรรมต่าง ๆ ในด้านกรบริโภคน้ำปลาร้า

ตอนที่ 3 : ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดผู้บริโภคน้ำปลาร้าเป็นคำถามที่เกี่ยวกับด้านส่วนประสมทางการตลาด โดยแยกเป็นปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และ ด้านการส่งเสริมการตลาด โดยเป็นแบบสอบถามประเภท มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

(Rating Scale) โดยใช้แนวคิดของลิเคิร์ต (Likert Scale) เป็นเกณฑ์วัดซึ่งมีเกณฑ์ให้คะแนนตามระดับ
ความสำคัญ 5 ระดับ จากคะแนนมากที่สุด (5 คะแนน) ไปน้อยที่สุด (1 คะแนน) (มัลลิกา บุนนาค, 2537)

3. การทดสอบคุณภาพแบบสอบถาม

โดยผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นสำหรับการวิจัยไปทำการทดสอบคุณภาพเครื่องมือ คือ หา
ค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Validity) ของแบบสอบถามครั้งนี้ โดยการนำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไป
ปรึกษากับอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบความถูกต้องและความครอบคลุมของเนื้อหาที่ต้องการศึกษาโดย
ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลและสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็น
ต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดผู้บริโภคหน้าปลาซ่าของนักศึกษาและบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและดำเนินการส่งแบบสอบถาม
ให้กับนักศึกษาและบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อผู้วิจัยรวบรวมแบบสอบถามแล้ว นำมาตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของ
แบบสอบถามแล้วนำไปวิเคราะห์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS Statistical Package for the Social
Science) โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยผู้วิจัยจะแสดง
ข้อมูลเป็นตารางพร้อมคำอธิบายตารางข้อมูลจากแบบสอบถามในการอธิบาย และ สรุป ลักษณะทั่วไปของตัว
แปรต่าง ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะประชากรศาสตร์ โดยสถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ร้อยละ

ตอนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคหน้าปลาซ่า โดยสถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ร้อยละ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคหน้าปลาซ่า

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มี
การกำหนดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต Likert (บุญชุม ศรีสะอาด, 2545) ซึ่ง
เป็นเกณฑ์ 5 ระดับ ดังนี้ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ซึ่งมีเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละระดับ ดังนี้ ระดับ
ความพึงพอใจมากที่สุด 5 คะแนน ความพึงพอใจมาก 4 คะแนน ความพึงพอใจปานกลาง 3 คะแนน ความพึง
พอใจน้อย 2 คะแนน และความพึงพอใจน้อยที่สุด 1 คะแนน กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย
(วรศรา ทรัพย์เกษม และ สุพัตรา ศรีสุวรรณ, 2559) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 หมายถึง มีระดับความสำคัญต่อการตัดสินใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20 หมายถึง มีระดับความสำคัญต่อการตัดสินใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 หมายถึง มีระดับความสำคัญต่อการตัดสินใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายถึง มีระดับความสำคัญต่อการตัดสินใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80 หมายถึง มีระดับความสำคัญต่อการตัดสินใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

การศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลตามขอบเขตของเนื้อหาผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามจำนวน 338 คน โดยแบ่งการนำเสนอข้อมูลออก ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะประชากรศาสตร์ของนักศึกษาและบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 338 คน ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคด้าน เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ภูมิภาค โดยใช้สถิติหาค่าเฉลี่ย และ ร้อยละ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะประชากรศาสตร์

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	95	28.10
หญิง	243	71.90
อายุ		
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี	93	27.50
21-30 ปี	228	67.50
31-40 ปี	8	2.40
41-50 ปี	8	2.40
51-60 ปี	1	0.30
60 ปีขึ้นไป	0	0.00
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	0	0.00
มัธยมศึกษาตอนต้น	0	0.00
มัธยมศึกษาตอนปลาย	8	2.40
ปวช.	0	0.00
ปวส.	4	1.20
ปริญญาตรี	321	95.00
สูงกว่าปริญญาตรี	5	1.50
อาชีพ		
นักเรียน / นักศึกษา	313	92.60
พนักงานสถาบัน	14	4.10
ลูกจ้างทั่วไป	11	3.30
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน		
2 คน	14	4.10
3 คน	83	24.60
4 คน	123	36.40
มากกว่า 5 คน	118	34.90

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะประชากรศาสตร์ (ต่อ)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ภูมิภาค		
ภาคเหนือ	44	13.00
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	63	20.40
ภาคกลาง	190	56.20
ภาคใต้	35	10.40

2. ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภค
น้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและ
บุคลากรโดยใช้สถิติความถี่ และ ร้อยละ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากร

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
รูปแบบน้ำปลาร้าที่นักศึกษาและบุคลากรบริโภค		
น้ำปลาร้าแบบปรุงสุก	126	37.30
น้ำปลาร้าแบบดิบ	19	5.60
รับประทานน้ำปลาร้าทั้งแบบปรุงสุกและแบบดิบ	193	57.10
ปัจจัยที่ทำให้นักศึกษาและบุคลากรการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้า		
รสชาติ	160	47.30
ปริมาณ	33	9.80
คุณภาพ	117	34.60
ลักษณะบรรจุภัณฑ์	28	8.30
วัตถุประสงค์ในการซื้อผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้านักศึกษาและบุคลากร		
เพิ่มความกลมกล่อมให้กับเมนู	193	51.10
ต้องการอุดหนุนผลิตภัณฑ์	48	14.20
ต้องการสร้างความแปลกใหม่ให้กับเมนู	64	18.90
เพื่อเป็นของฝาก	33	9.80
พฤติกรรมการบริโภคน้ำปลาร้า		
ทุกวัน	15	4.40
3-4 ครั้ง/สัปดาห์	95	28.10
1-2 ครั้ง/สัปดาห์	115	34.00
1-2 ครั้ง/เดือน	107	31.70
ไม่บริโภค	6	1.80
รูปแบบการเลือกซื้อน้ำปลาร้า		
ห้างสรรพสินค้าทั่วไป	56	11.60
ร้านขายของชำในตลาดสดใกล้บ้าน	78	23.10

ตารางที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากร (ต่อ)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ร้านสะดวกซื้อ 7-11	37	10.90
ช่องทางออนไลน์	96	28.40
ร้านค้าตัวแทนจำหน่าย	71	21.00
ผู้ที่มีส่วนร่วมเลือกซื้อน้ำปลาร้า		
เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง	200	59.20
เลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากคำแนะนำของผู้อื่น	69	20.40
เลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากคำแนะนำของพนักงานขาย	69	20.40
พฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำปลาร้า		
มักลองบริโภคน้ำปลาร้ายี่ห้อใหม่ๆ อยู่เสมอ	187	55.30
เลือกบริโภคแต่ยี่ห้อเดิมเป็นประจำ	81	24.00
เลือกบริโภคโดยพิจารณาจากราคา	63	18.60
อื่น ๆ	7	2.10

3. ความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากร การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรในคณะ เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาดซึ่งมี 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และ ด้านการส่งเสริมการตลาด ดังตารางที่ 3

การวิเคราะห์ระดับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด แบ่งเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วยด้านผลิตภัณฑ์ ด้าน ราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และ ด้านการส่งเสริมการตลาด เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ปัจจัยส่วนประสม ทางการตลาดที่มีผลต่อการศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคน้ำ ปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ด้านต่าง ๆ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 3 ความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากร

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด	(\bar{x})	(S.D)	ระดับความสำคัญ	อันดับ
ด้านผลิตภัณฑ์	4.21	0.79	มากที่สุด	1
ด้านราคา	4.18	0.84	มาก	3
ด้านช่องทางการจำหน่าย	3.91	0.87	มาก	4
ด้านส่งเสริมการตลาด	4.19	0.80	มาก	2
รวม	4.12	0.82	มาก	

วิจารณ์ผล

ผลการศึกษาความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและ บุคลากร พบว่า ระดับความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ซึ่ง

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านผลิตภัณฑ์ รองลงมา ด้านส่งเสริมการตลาด ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในรายด้านมีประเด็นให้อภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

ด้านผลิตภัณฑ์ โดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระดับ มากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า คุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฑารัตน์ นิมนวล (2557) ที่พบว่า ผู้บริโภคส่วนมากให้ความสำคัญต่อบริการด้านผลิตภัณฑ์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดในเรื่อง คุณภาพมาตรฐานได้รับการรับรองจาก อย. และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนันต์ นาเมืองรักษ์ (2565) ที่พบว่า ผู้บริโภคส่วนมากให้ความสำคัญกับแบรนด์สินค้าเป็นส่วนมากแสดงถึงค่านิยมในชื่อเสียงของแบรนด์ ๆ เป็นหลักทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้บริโภคมีพฤติกรรมการตัดสินใจบริโภคแตกต่างกัน

ด้านราคา โดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระดับ มาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ราคาเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ คำพึ้ง (2562) จากการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีผลต่อการเลือกซื้อโยเกิร์ตแช่แข็งกรณีศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งปัจจัยด้านราคามีความสัมพันธ์ในการตัดสินใจซื้อโยเกิร์ตแช่แข็งผู้บริโภคนำไปปัจจัยในเรื่องของราคาพิจารณาเลือกซื้อคือ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการซื้อสินค้าที่มีราคาเหมาะสมกับคุณภาพ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ หัสยา อินทคง (2560) พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกลยุทธ์ราคาอยู่ในระดับเห็นด้วยและมีคะแนนมากที่สุดคือ การตั้งราคาสินค้าออร์แกนิกเหมาะสมกับคุณภาพ และ ปริมาณ

ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย โดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า สามารถหาซื้อได้สะดวก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นพธร สุขसारอมรกุล (2554) ได้ศึกษาปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภคในห้างสรรพสินค้าซีคอนสแควร์ พบว่า ลูกค้านำความสำคัญกับตำแหน่งที่ตั้งสะดวกต่อการเดินทาง การบริการขนส่งสาธารณะให้เลือกมากมาย ความสะดวกสบายในการเดินเลือกซื้อสินค้าและใช้บริการ เวลาเปิด-ปิด อยู่ใกล้สถานที่พักอาศัย ที่ทำงานและการจัดผังร้านค้าเป็นหมวดหมู่ สามารถหาได้ง่าย มีป้ายบอกชัดเจน

ด้านส่งเสริมการตลาด โดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีโปรโมชั่นและส่วนลดอยู่เสมอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยวัฒน์ พิทักษ์รักษาธรรม (2558) ศึกษา ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภค ผลการวิจัยพบว่า ส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าและบริการทางออนไลน์ทางด้านระบบรักษาความปลอดภัยและผู้บริโภคได้เล็งเห็นความสำคัญของการส่งเสริมการตลาดเกี่ยวกับ ลด แลก แจก แถมสินค้าหรือบริการจากระบบออนไลน์ รวมถึงการได้รับสิทธิพิเศษเมื่อทำการสั่งซื้อสินค้า

สรุปผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะประชากรศาสตร์ของนักศึกษาและบุคลากร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาและบุคลากรจำนวน 338 คน นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่ เป็นเพศ หญิง ร้อยละ 71.90 มีอายุ 21-30 ปี ร้อยละ 27.50 การศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 95.00 อาชีพ นักศึกษา ร้อยละ 92.60 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน ร้อยละ 36.40 เกิดในภูมิภาคกลาง ร้อยละ 56.20

2. ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากร พบว่า นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่บริโภคน้ำปลาร้าแบบปรุงสุกและแบบดิบ ร้อยละ 57.10 เลือกซื้อด้วยรสชาติ ร้อยละ 47.30 เพื่อเพิ่มความกลมกล่อมให้กับเมนู ร้อยละ 51.10 รับประทาน 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 34.00 ซื้อผ่านช่องทางออนไลน์ ร้อยละ 28.40 เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง ร้อยละ 59.20 มักลองบริโภคน้ำปลาร้ายี่ห้อใหม่ๆ อยู่เสมอ ร้อยละ 55.30

3. ความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากร

ผลการศึกษาคำความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากร นักศึกษาและบุคลากรให้ความสำคัญกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในภาพรวมอยู่ในระดับ มาก โดยปัจจัยที่มีระดับค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านผลิตภัณฑ์ รองลงมา ด้านส่งเสริมการตลาด ด้านราคา และ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงข้อย่อยในแต่ละด้านสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ด้านผลิตภัณฑ์ นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่อยู่ในระดับ มากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต รองลงมา มีข้อมูลทางโภชนาการที่ปรากฏในผลิตภัณฑ์ชัดเจน มีมาตรฐานการผลิตและความปลอดภัยสามารถตรวจสอบได้ รสชาติของผลิตภัณฑ์ และ สีสีนของผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ

ด้านราคา นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่อยู่ในระดับ มาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ราคาเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รองลงมา แฉ่งราคาชัดเจน และ ราคาเหมาะสมกับปริมาณผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ

ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่อยู่ในระดับ มาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า สามารถหาซื้อได้สะดวก รองลงมา มีบริการสั่งซื้อผ่านช่องทางออนไลน์ มีตัวแทนจำหน่ายในทุกพื้นที่ และ มีการจัดจำหน่ายตามบูธงานเกษตรต่าง ๆ ตามลำดับ

ด้านส่งเสริมการตลาด นักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่อยู่ในระดับ มาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีโปรโมชั่นและส่วนลดอยู่เสมอ รองลงมา การรับประกันคุณภาพสินค้าเมื่อเกิดความเสียหายมีการประชาสัมพันธ์ผ่านช่องทางออนไลน์ และ มีการแจกผลิตภัณฑ์ให้ผู้บริโภคทดลอง ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย เรื่องศึกษาพฤติกรรมและความคิดเห็นต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคน้ำปลาร้าของนักศึกษาและบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำเร็จลงได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือและความร่วมมือสนับสนุนของหลายฝ่ายทั้ง อาจารย์บุคลากรภายในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำในการเก็บข้อมูล และ นักศึกษา ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำโครงการวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่ช่วยประสานงานและ อนุเคราะห์ในเรื่องเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยจนทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมวัฒนธรรม. (2558). วัฒนธรรมการแสดงมหากาพย์รามายณะอาเซียน. กรุงเทพฯ : ศรีเอท มายด์.

กมลชนก แก้วจินดา, มัญชรี รอดโพธิ์ทอง, วัฒนชัย ไชยมัน, สุกัลญา ฤมพูล ,สัจจิตาพรหมโชติ, และปณิศา มีจินดา. (2564).

กลยุทธ์การตลาดที่มีผลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ปลาร้าผง. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 13(2), 196–216.

จุฑารัตน์ นิมนวล. (2557). การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มจากปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคในเขต

- เทศบาลจังหวัดสมุทรสงคราม. (การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, คณะบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการตลาด.
- ชัยวัฒน์ พิทักษ์ภรณ์. (2558). ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภค. (วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, คณะบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการจัดการ.
- นพพร สุขसारอมกุล. (2554). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคในห้างสรรพสินค้าซีคอนสแควร์. (การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกริก, คณะบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการตลาด.
- นภัสวรรณ คุ่มครอง, ภิรายุ แสนบุตดา และอมรรัตน์ หมั่นจิตน้อย. (2566). การพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายสินค้ากรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนชนปลาร้าหลนนิคมสงเคราะห์จังหวัดอุดรธานี. วารสารรัฐประศาสนศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 6(1), 180-188.
- มัลลิกา บุณนาค. (2537). สถิติเพื่อการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณช ทองนาม และวิเชียร วรพุทธพร. (2564). แนวทางการเพิ่มยอดขายน้ำปลาร้าต้มสุกปรุงรสผ่านช่องทางสื่อสังคมออนไลน์กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าต้มสุกปรุงรสตราหอนิว. วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษากิจการ มข, 14(1), 170-189.
- ศิริพงศ์ พงษ์พันธ์. (2553). ระเบียบวิธีวิจัย. กรุงเทพฯ : อักษรวิพัฒน์.
- ศิริลักษณ์ คำพึง. (2562). พฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีผลต่อการเลือกซื้อโยเกิร์ตแช่แข็งกรณีศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร. (การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, บัณฑิตวิทยาลัย, คณะบริหารธุรกิจ.
- หัสยา อินทคง. (2560). คุณภาพบริการคุณภาพผลิตภัณฑ์กลยุทธ์ราคาและคุณลักษณะของร้านค้าที่ส่งผลต่อความพึงพอใจและความภักดีต่อร้านค้าปลีกสินค้าออร์แกนิกของผู้บริโภคใน กรุงเทพมหานคร. (การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, บัณฑิตวิทยาลัย,
- อนันต์ นาเมืองรักษ์. (2565). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำปลาร้าปรุงสำเร็จรูปของคนในเขตกรุงเทพมหานคร. (การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรามคำแหง, คณะบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม.

การพัฒนากระบวนการฟอกหนังแพะแบบเรียบโดยใช้กากกาแฟ สำหรับผลิตภัณฑ์หัตถกรรม

Development of the tanning goat leather process by coffee grounds for handicraft products

จรัสศรี แก้วฝั้น^{1*}, วุฒิชัย ลัดเครือ¹, เอื้องพลอย ใจลังกา¹ และสรณิกิติ แก้วกันใจ¹

Jarassri Kaewfun^{1*}, Vuttichai Ladkruea¹, Auengploy Chailangka¹ and Sarankit Kaewkanjai¹

¹ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ 122 ต. ช้างเผือก อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50300

¹Chiang Mai Livestock Product Research and Development center, 122, Chang Puak, Muang, Chiang Mai, 50300

*Corresponding author E-mail: fun_jara@yahoo.com

บทคัดย่อ

แพะ เป็นสัตว์เลี้ยงง่าย โตเร็ว ใช้ต้นทุนการเลี้ยงที่ต่ำ จึงมีการเลี้ยงเพื่อบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก แต่ส่วนที่เหลือจากการบริโภค ได้แก่ หนังแพะยังมีการนำมาใช้ประโยชน์น้อย การนำไปฟอกโดยวิธีทางอุตสาหกรรมมีต้นทุนสูงและใช้สารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง การฟอกโดยวิธีพื้นบ้านยังได้หนังแพะที่มีคุณภาพต่ำ การวิจัยนี้จึงเปรียบเทียบการฟอกหนังแพะแบบไม่ติดขนโดยใช้กากกาแฟเป็นวัตถุดิบหลัก โดยมีวิธีคือ นำหนังแพะมาขูดเนื้อเยื่อและไขมันออก กำจัดขนด้วยการแช่ในน้ำปูนขาว 20% นาน 1 สัปดาห์แล้วขูดขนแพะออก เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นกากกาแฟที่ใช้ในการฟอกที่ความเข้มข้น 10% 20% และ 30% และเปรียบเทียบเวลาในการแช่ที่ 1 2 และ 3 วัน นำหนังแพะที่แช่แล้วมาล้างกากกาแฟออก ซึ่งบนแบบให้ดึง ผึงลม จนแห้ง ผลจากการเปรียบเทียบพบว่า หนังแพะที่ฟอกโดยใช้กากกาแฟเข้มข้น 20% นาน 2 วัน มีผลการทดสอบที่ดีที่สุด และมีผลการทดสอบทางกายภาพ คือ ผลร้อยละการกลับคืนด้านพื้นที่ผิว $86.64 \pm 2.98\%$ และร้อยละความหนา $49.68 \pm 1.20\%$ มีคุณภาพด้านสี $\Delta L^* = 46.18 \pm 1.21$, $\Delta a^* = 6.57 \pm 2.17$, $\Delta b^* = 8.60 \pm 1.92$ $\Delta E^* = 163.30$ แรงดึง = 73.72 ± 8.2 N/mm² และแรงฉีก = 45.34 ± 1.31 N/mm และได้รับการยอมรับของผู้ชำนาญการด้านผลิตภัณฑ์เครื่องหนังมากที่สุด และหนังแพะที่ฟอกโดยวิธีนี้มีต้นทุนเท่ากับ 223.85 บาทต่อผืน อีกทั้งกระบวนการนี้ยังเป็นวิธีการฟอกหนังแพะที่สามารถทำได้ง่าย ใช้ส่วนผสมในการฟอกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้หนังแพะที่มีคุณภาพเหมาะกับการทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรม ได้แก่ พวงกุญแจ กระเป๋าต่างค์ กระเป๋าถือ และ กระเป๋าใส่คอมพิวเตอร์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน และยังเป็นการนำของเหลือจากการบริโภคแพะ (หนังแพะ) และกากกาแฟมาใช้ประโยชน์ ลดการปริมาณขยะเหลือทิ้ง เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : หนังแพะ, การฟอกหนัง, กากกาแฟ, และผลิตภัณฑ์หัตถกรรม

Abstract

Goats are the easiest to raise, fast-growing, and Low-cost. Therefore, it is widely grown for consumption all over the world. However, the remainder of the consumption of goat skin is still underutilized. The leather industry for tanning, is highly cost and uses highly toxic chemicals. Traditional tanning methods result in low-quality goat leather. This research therefore compares the coffee grounds for goat tanning method. The methods are as follows: Remove goat hair, tissue, and fat of the goat skin with Calcium hydroxide (Ca(OH)₂) 20% in water for 1 week and then off the goat hair. Compare the coffee grounds concentration used in tanning at

concentrations of 10%, 20%, and 30% and the tanning times at 1, 2 and 3 days. Wash the leather with water. Stretch it taut on the frame and air dry it. The results show Goat leather tanned using 20% concentrated coffee grounds for 2 days had the best test results. And there are physical test results, namely the percentage of surface area recovery $86.64 \pm 2.98\%$ and thickness $49.68 \pm 1.20\%$, with color quality $\Delta L^* = 46.18 \pm 1.21$, $\Delta a^* = 6.57 \pm 2.17$, $\Delta b^* = 8.60 \pm 1.92$ $\Delta E^* = 163.30$ tensile strength = 47.55 N/mm² Tear strength = 45.34 \pm 1.31 N/mm And has been accepted by the most experts in leather products. This method's cost of goat leather tanning is 223.85 baht per piece. This process is also an easy way to tanning goat leather. Use environmentally friendly tanning ingredients. get quality goat leather suitable for making Handicrafts products such as handbags, computer bags, wallets keychains, etc., which products are strong and Durable to use, is also use of leftovers from goat consumption (goat leather), and coffee grounds are used to reduce the amount of waste as well.

Keywords : goat skin, tanning method, coffee grounds, Handicrafts products

บทนำ

จากการที่กรมปศุสัตว์ซึ่งมีภารกิจในด้วยการส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ให้กับเกษตรกรมาอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบันมีเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมาก สามารถผลิตสัตว์พันธุ์ดี สุขภาพดีเหมาะกับการบริโภค โดยข้อมูลจากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ กรมปศุสัตว์ ระบุว่า ณ วันที่ 20 กันยายน 2566 ประเทศไทยมีจำนวนแพะทั้งสิ้น 1,549,922 ตัว และมีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะทั้งหมด 91,090 ราย โดยกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ ซึ่งเกษตรกรเหล่านี้มักเป็นเกษตรกรรายย่อยและมีรายได้น้อย ทำการเลี้ยงแพะเพื่อบริโภคในชุมชน และโดยส่วนมากทำการเชือดภายในชุมชนเองหรือในโรงเชือดขนาดเล็ก และสิ่งหนึ่งที่เป็นส่วนเหลือจากการเชือดแพะ คือ หนังแพะ โดยมีชุมชนส่วนน้อยที่มีการบริโภคหนังแพะ เกษตรกรหรือผู้เชือดมักนำหนังแพะมาแปรรูปโดยการหมักเกลือแล้วส่งขายเพื่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หนังแพะ แต่จากการที่แพะมีปริมาณน้อยการเชือดต่อครั้งน้อย ไม่คุ้มค่าต่อการส่งฟอกในโรงงานสำหรับฟอกหนังซึ่งมีค่าใช้จ่ายประมาณครั้งละ 5,000 – 10,000 บาท จึงมีผู้รับซื้อหนังเหล่านี้บ้างบางครั้งต้องนำหนังที่เก็บไว้นานไปทิ้งทำให้เกษตรกรเสียรายได้ และเป็นมลพิษกับสิ่งแวดล้อม แม้ว่าจะมีเกษตรกรบางรายที่ฟอกหนังด้วยตัวเอง แต่ในกระบวนการฟอกหนังโดยทั่วไปโดยเฉพาะการฟอกหนังแบบไม่ติดขน (Leather) มีการใช้สารเคมีอันตรายในกระบวนการฟอกด้วย เช่น โครเมียม ซัลเฟส แทนนิน กรดซัลฟูริก กรดฟอร์มิก และฟอร์มารีน เป็นต้น จึงทำให้เกษตรกร หรือผู้ประกอบการที่ต้องการฟอกหนังมีโอกาสเกิดอันตรายจากสารเคมีเหล่านี้ และสารเคมีเหล่านี้ยังเป็นสารพิษต่อสิ่งแวดล้อมเกิดการตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย อีกทั้งยังมีราคาแพง และหาซื้อได้ยาก ทำให้เกษตรกรจำต้องทิ้งหนังเหล่านี้ไป แม้ว่าหนังแพะจะเป็นหนังที่เหมาะสมกับการทำผลิตภัณฑ์ เป็นที่ต้องการของตลาด และมีราคาแพงก็ตาม

ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ซึ่งมีภารกิจในการศึกษาวิจัย ส่งเสริม และถ่ายทอดความรู้ด้วยการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์โดยเฉพาะ มีบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากปศุสัตว์จึงได้คิดค้นวิธีการฟอกหนังแพะที่ไม่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย ได้แก่ สารโครเมียม ซัลเฟส แทนนิน กรดซัลฟูริก กรดฟอร์มิก และฟอร์มารีน โดยใช้กากกาแฟ ซึ่งมีสารแทนนิน ที่จำเป็นในการฟอกหนังอยู่ และกากกาแฟยังเป็นวัตถุดิบเหลือทิ้งที่มีอยู่มากมาย โดยร้านกาแฟ 1 ร้าน มีกากกาแฟทิ้งประมาณ 3 – 5 กิโลกรัมต่อวัน

และจากข้อมูลของจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าในปี 2566 เชียงใหม่มีร้านกาแฟมากกว่า 2,700 ร้าน จึงมีการใช้กาแฟอย่างน้อย 8,100 กิโลกรัมต่อวัน โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ได้ทดลองทำการพอกหนังแพะแบบเรียบด้วยกากกาแฟ เบื้องต้น ซึ่งมีความเป็นไปได้ แต่เพื่อให้ได้หนังแพะพอกแล้วที่มีคุณภาพดี เหมาะกับการนำไปใช้ในการทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจึงต้องมีการศึกษากระบวนการพอกและสูตรน้ำยาพอก เพื่อให้ได้กระบวนการพอกหนังแพะแบบเรียบที่มีกระบวนการที่ง่าย เกษตรกรและผู้สนใจสามารถทำเองได้โดยใช้อุปกรณ์ในครัวเรือน ต้นทุนต่ำ และได้หนังที่มีคุณภาพดีเหมาะกับการทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรม โดยศูนย์ ฯ ได้มีความร่วมมือกับกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์ทุ่งครุ ซึ่งได้มีการเลี้ยงแพะเพื่อบริโภคและทำการเชือดเองในชุมชนที่มีความสนใจในการพอกหนังเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากหนังแพะในชุมชน เป็นผลิตภัณฑ์ของใช้ ของฝาก สร้างรายได้ให้กับสมาชิกในชุมชน และผู้ที่สนใจ

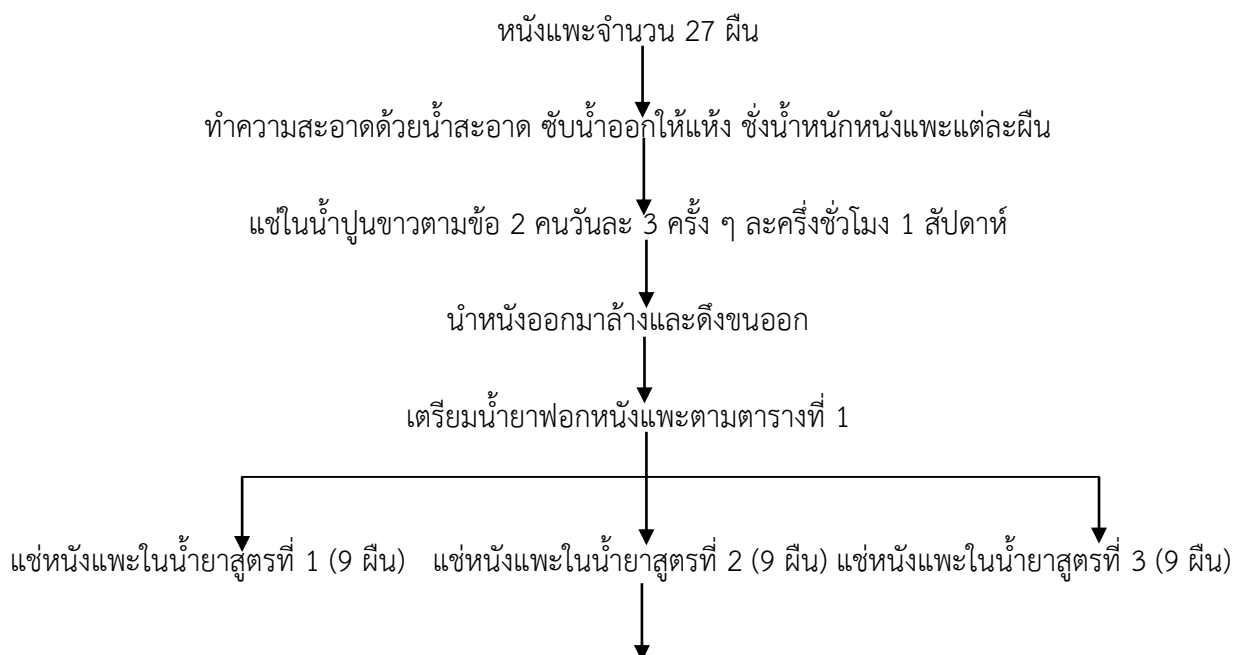
ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจึงมีแผนในการปรับปรุงกระบวนการและสูตรการพอกหนังแพะแบบเรียบที่เหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรม อีกทั้งในงานวิจัยนี้ยังได้มีการต่อยอดนำหนังแพะที่ได้ร่วมหารือกับชุมชน (กลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์ทุ่งครุ) เพื่อจัดทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ชุมชน และตลาดมีความต้องการ เป็นเอกลักษณ์ให้เป็นผลิตภัณฑ์ของชุมชน ชุมชนสามารถพอกหนังและผลิตผลิตภัณฑ์ได้เอง ลดการเกิดสิ่งเหลือใช้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ผู้ประกอบการ ผู้ที่สนใจ สามารถนำมาสร้างอาชีพที่มีความมั่นคง ยั่งยืนพึ่งพาตนเอง ตลอดจนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และยังเป็นส่งเสริมการเลี้ยงแพะให้กับเกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

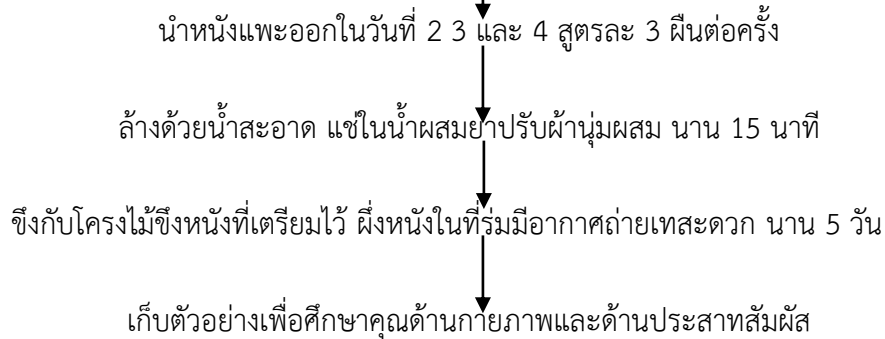
1. การศึกษาปริมาณกากกาแฟและระยะเวลาการหมักที่เหมาะสมในการพอกหนังแพะแบบเรียบ

ตัวอย่างหนังแพะที่ใช้ในการศึกษาจะใช้เป็นหมักเกลือคละเทศ ทั้งหมด 81 ผืน ทำการศึกษาจำนวน 3 รอบ ๆ ละ 27 ผืน โดยแต่ละรอบมีขั้นตอนดังแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 1 แสดงวิธีการศึกษากระบวนการและอัตราส่วนน้ำยาการพอกของการพอกหนังแพะแบบเรียบ



แผนภาพที่ 1 แสดงวิธีการศึกษากระบวนการและอัตราส่วนน้ำยาการฟอกของการฟอกหนังแพะแบบเรียบ (ต่อ)
กวนน้ำยาในถังฟองหนังทุกวันๆ ละ 2 ครั้ง เวลา เข้า เย็น โดยแต่ละครั้ง นาน 30 นาที



ศึกษาคุณสมบัติด้านกายภาพ โดยการ

- เปรียบเทียบขนาดของหนังแพะ ก่อน และหลังการฟอก เพื่อนำมาหาค่าร้อยละของผลผลิตของหนังแพะที่ฟอกได้ (%Yield)
- เปรียบเทียบความหนาของหนังแพะ ก่อน และหลังการฟอก เพื่อนำมาคำนวณหาค่าร้อยละของความหนาของหนังแพะที่ฟอกได้ (% Δ Thick)
- เปรียบเทียบเนื้อสัมผัสของหนังที่ฟอกได้ โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ใช้ใช้การทดสอบแรงดึง (Tensile test, N/mm²) โดยวิธี ISO 3376:2020(E) และแรงฉีกขาด (Tear strength, N/mm) โดยวิธี ISO 3377:2020(E)
- เปรียบเทียบค่าสีของหนัง ได้แก่ ค่า L* (Lightness) a* (Redness) และ b* (Yellowness) ด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter ชนิดพกพา ดังสมการต่อไปนี้ (ดัดแปลงจาก เทวรัตน์, 2555)

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

เมื่อ ตัวห้อย “1” คือค่าสีของผลิตภัณฑ์สด และ ตัวห้อย “2” คือค่าสีของผลิตภัณฑ์แห้ง

ศึกษาคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส

การศึกษาคูณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดยคุณลักษณะที่ทดสอบมีดังนี้ คือ สี (Color) กลิ่นโดยรวม (Odor) ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) การบิดงอ (Bending) การคืนตัว (Springiness) และการยอมรับโดยรวม (Overall acceptability) ทำการทดสอบกับผู้ชำนาญการทำผลิตภัณฑ์เครื่องหนังแพะหรือหนังลูกวัว จำนวน 10 คน

การศึกษาต้นทุนการฟอกหนังแพะแบบเรียบ

ศึกษาต้นทุนในการฟอกหนังแพะแบบเรียบ ด้วยกากกาแพแต่ละระดับความเข้มข้น เทียบกับการฟอกด้วยระบบอุตสาหกรรม โดยมีการศึกษาซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ วัตถุดิบ แรงงาน และค่าปัจจัยการฟอกหนังแพะแบบเรียบ ตามวิธีของเพ็ญศรี (2549) โดยเปรียบเทียบต้นทุนที่ใช้กับปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์หนังแพะที่ได้

วิเคราะห์ เปรียบเทียบ แปรผล

ทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติดังนี้ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD ทำการทดลอง 9 ซ้ำ แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA (Analysis of variance) จากนั้น

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ (ดัดแปลงจาก ปรานค์ทอง, 2560) เลือกกระบวนการที่ให้หนังแพะที่มีสมบัติทางกายภาพ คุณภาพด้านประสาทสัมผัส และต้นทุนต่ำ เหมาะแก่การถ่ายทอดความรู้ที่ได้สู่เกษตรกรและผู้ประกอบการขนาดย่อม

2. จัดทำผลิตภัณฑ์จากหนังแพะต้นแบบ

จัดทำผลิตภัณฑ์เครื่องหนังต้นแบบโดยใช้ข้อมูล ข้อคิดเห็นจากผู้ชำนาญการทำผลิตภัณฑ์เครื่องหนังแพะหรือหนังลูกวัว ร่วมกับการประสานงานกับผู้ประกอบการหรือสถาบันเกษตรกรเพื่อจัดทำผลิตภัณฑ์จากหนังแพะต้นแบบ ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตกรรมโดยใช้หนังแพะที่ฟอกตามวิธีการฟอกแบบเรียงตามสูตรที่ได้ผลดีที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปริมาณกากกาแฟและระยะเวลาการหมักที่เหมาะสมในการฟอกหนังแพะแบบเรียง

คุณสมบัติด้านกายภาพ

ผลการศึกษาพบว่าค่าร้อยละของผลผลิตของหนังแพะที่ฟอกได้ (%Yield) เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณกากกาแฟในน้ำยาฟอก แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการฟอกน้ำยาฟอกที่มีกากกาแฟ 10% และ 20% ได้ร้อยละการกลับคืนที่มากขึ้น ส่วนน้ำยาฟอกที่มีกากกาแฟ 30% ให้ค่าร้อยละการกลับคืนที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าร้อยละของความหนาของหนังแพะที่ฟอกได้จะลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกากกาแฟในน้ำยาฟอกและเพิ่มระยะเวลาในการฟอกอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติร้อยละของผลผลิต (%Yield) และร้อยละของความหนา (% Δ Thick) ของหนังแพะที่ฟอกได้ ($n=9$)

ปริมาณกากกาแฟใน น้ำยาฟอกหนัง (%)	จำนวนวันที่แช่น้ำยา ฟอกหนัง (วัน)	%Yield (%)	% Δ Thick (%)
10%	1	76.09 \pm 3.31 ^a	54.22 \pm 2.62 ^c
	2	79.35 \pm 3.09 ^b	53.02 \pm 2.47 ^c
	3	82.82 \pm 3.37 ^b	50.77 \pm 1.53 ^b
20%	1	82.39 \pm 2.37 ^b	49.97 \pm 1.96 ^b
	2	86.64 \pm 2.98 ^c	49.68 \pm 1.20 ^b
	3	86.62 \pm 3.23 ^c	46.80 \pm 1.44 ^a
30%	1	86.16 \pm 2.38 ^c	52.11 \pm 1.89 ^{bc}
	2	84.19 \pm 2.36 ^{bc}	45.18 \pm 2.20 ^a
	3	81.31 \pm 3.34 ^b	44.23 \pm 1.75 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b, และ c ในแถวแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ทดสอบแต่ละกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

การเปรียบเทียบแรงดึง (Tensile test, N/mm²) แรงฉีกขาด (Tear strength, N/mm) และค่าสีของหนังแพะที่ฟอกได้ พบว่าหนังแพะที่ฟอกในน้ำยาฟอกที่ใช้ปริมาณกากกาแฟ 20% นาน 2 วัน มีค่าแรงดึง และใช้แรงที่ทำให้หนังแพะฉีกขาดสูงที่สุด ดังตารางที่ 2 และเมื่อพิจารณาจากค่าแรงดึงและแรงฉีกขาดพบว่าหนังแพะที่

พอกในน้ำยาพอกที่ใช้ปริมาณกากกาแฟ 20% มีค่าแรงดึงและแรงฉีกขาดสูงที่สุด ลำดับถัดมาคือ หนึ่งแพะที่พอกในน้ำยาพอกที่ใช้ปริมาณกากกาแฟ 10% มีค่าแรงดึงและแรงฉีกสูงเป็นลำดับถัดมาอาจเกิดจากน้ำยาพอกมีความเข้มข้นของกากกาแฟน้อยเกินไปทำให้หนึ่งแพะมีการย่อยสลายไม่คงรูปและเปื่อยยุ่ยกว่าหนึ่งแพะที่พอกในน้ำยาพอกที่ใช้ปริมาณกากกาแฟ 20% ส่วนหนึ่งแพะที่พอกในน้ำยาพอกที่ใช้ปริมาณกากกาแฟ 30% มีค่าแรงดึงและแรงฉีกน้อยที่สุดมีอาจเกิดจากน้ำยาพอกมีความเข้มข้นของกากกาแฟมากเกินไปทำให้น้ำยาพอกเกิดการย่อยสลายโปรตีนในหนึ่งแพะทำให้หนึ่งแพะบางลงมีความแข็งและกรอบมากขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้านแรงดึง (Tensile) แรงฉีกขาด (Tear strength) และค่าสีของหนึ่งแพะที่พอกได้ (n=9)

กากกาแฟ (%)	จำนวนวัน (วัน)	Tensile (N/mm ²)	Tear strength (N/mm)	ค่าสี ^{ns}			
				ΔL^{*ns}	Δa^{*ns}	Δb^{*ns}	ΔE^*
10%	1	72.38±8.04 ^c	32.49 ±2.94 ^a	42.76±3.50	8.08±1.98	8.21±2.11	175.45 ^b
	2	68.01±8.87 ^b	36.48 ±0.62 ^a	45.59±2.22	7.29±1.79	8.70±2.13	174.42 ^b
	3	64.71±8.82 ^b	37.94 ±2.01 ^a	45.65±3.23	8.13±1.41	8.30±2.88	180.64 ^b
20%	1	72.02±6.06 ^c	34.96 ±3.60 ^a	42.96±3.11	8.29±1.13	9.35±2.80	199.11 ^c
	2	73.73±8.20 ^c	45.34 ±1.31 ^b	46.18±1.21	6.57±2.17	8.60±1.92	163.30 ^a
	3	71.10±6.36 ^c	47.94 ±5.94 ^b	45.65±3.23	6.91±0.99	9.93±2.13	192.00 ^c
30%	1	56.71±7.93 ^a	33.03 ±2.21 ^a	42.96±3.23	9.42±1.85	10.65±1.80	245.12 ^d
	2	53.71±4.85 ^a	32.53 ±4.49 ^a	45.60±2.33	7.86±1.05	9.58±2.86	199.16 ^c
	3	64.87±5.68 ^b	35.25 ±3.23 ^a	45.65±1.84	6.12±1.50	8.87±2.77	161.78 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษร ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความชอบของกลุ่มผู้ทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

ตัวอักษร a, b, c และ d ในแถวแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความชอบของกลุ่มผู้ทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญ (p< 0.05)

คุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส

ผลการศึกษาพบว่า ค่าสี (Color) กลิ่น (Odor) และการคืนตัว (Springiness) ของแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.05) ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) การบิดงอ (Bending) และการยอมรับโดยรวม (Overall acceptability) พบว่าตัวอย่างหนึ่งแพะที่พอกในน้ำยาพอกที่ใช้ปริมาณกากกาแฟ 20% นาน 2 วัน มีคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้ชำนาญการทำผลิตภัณฑ์เครื่องหนึ่งแพะหรือหนึ่งลูกวัวมากที่สุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.05) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของหนังแพะที่พอกได้ (n=10)

กากกาแฟ (%)	จำนวนวัน (วัน)	คุณลักษณะ					
		ความชอบโดยรวม	สี ^{ns}	กลิ่นโดยรวม ^{ns}	เนื้อสัมผัส	การบิดงอ	การคืนตัว ^{ns}
10%	1	6.10 ±1.80 ^a	6.60 ±1.02	6.43 ±1.50	5.30 ±1.93 ^a	5.67 ±1.45 ^a	5.30 ±1.93
	2	6.57 ±1.71 ^b	6.80 ±1.14	6.20 ±1.38	5.70 ±1.79 ^{ab}	6.40±1.52 ^b	5.70 ±1.79
	3	6.67 ±1.58 ^b	6.73 ±1.15	6.37 ±1.33	5.90 ±1.92 ^b	6.73 ±1.50 ^b	5.90 ±1.92
20%	1	6.73 ±1.88 ^b	6.70 ±1.27	6.27 ±1.39	5.80 ±2.01 ^b	6.83 ±1.77 ^b	5.80 ±2.01
	2	7.97 ±0.60 ^c	6.87 ±1.15	6.23 ±1.41	6.83 ±0.82 ^c	7.27 ±1.71 ^c	5.93 ±1.86
	3	7.07 ±1.03 ^b	6.93 ±1.18	6.30 ±1.32	6.13 ±1.67 ^b	7.03 ±1.60 ^c	5.90 ±1.96
30%	1	6.27 ±1.53 ^a	6.40 ±1.17	6.13 ±1.54	5.53 ±1.77 ^a	6.43 ±1.65 ^b	5.53 ±1.77
	2	6.70 ±1.37 ^b	6.70 ±1.27	6.27 ±1.50	6.13 ±1.48 ^b	6.60 ±1.46 ^b	5.77 ±1.91
	3	6.90 ±1.74 ^b	6.60 ±0.92	6.00 ±1.39	5.90 ±1.99 ^b	6.87 ±1.80 ^b	5.90 ±1.99

หมายเหตุ : ตัวอักษร ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความชอบของกลุ่มผู้ทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

ตัวอักษร a, b, c และ d ในแถวแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความชอบของกลุ่มผู้ทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญ (p≤ 0.05)

การศึกษาต้นทุนการพอกหนังแพะแบบเรียบ

การศึกษาต้นทุนการพอกหนังแพะแบบเรียบ ของหนังแพะที่พอกในน้ำยาพอกที่ใช้ปริมาณกากกาแฟ 20% นาน 2 วัน ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ให้ผลร้อยละของผลผลิต (%Yield) แรงดึง (Tensile) แรงฉีกขาด (Tear strength) และคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบสูงสุด 3 มาสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ พบว่า ต้นทุนการผลิตเมื่อทำการพอกหนังแพะครั้งละ 10 ผืนมีต้นทุนค่าวัสดุและวัสดุเกี่ยวเนื่องทั้งหมด 2,035 บาท มีค่าแรงและค่าปัจจัยการผลิตรวมเป็นค่าดำเนินการร้อยละ 10 เท่ากับ 203.50 บาท จึงได้ค่าต้นทุนการพอกต่อรอบการผลิตเท่ากับ บาท คิดเป็น 2,238.50 บาท/ผืน เมื่อนำมาคำนวณราคาจำหน่ายโดยต้องการกำไรร้อยละ 100 และภาษีมูลค่าเพิ่ม พบว่า ราคาจำหน่ายหนังแพะแบบเรียบ เท่ากับ 479.04 บาท โดยสามารถตั้งราคาขายได้ที่ราคา 500 บาท/ผืน ซึ่งจะได้กำไรทั้งหมดต่อรอบการผลิตเท่ากับ 2,448.11 บาท คิดเป็น 244.81 บาท/ผืน รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การศึกษาต้นทุนการพอกหนังแพะแบบเรียบ ของหนังแพะที่พอกในน้ำยาพอกที่ใช้ปริมาณกากกาแฟ 20% นาน 2 วัน

วัตถุดิบ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	วิธีคำนวณ
หนังแพะ	10.00	ผืน	100.00	1000.00	
ผงซักฟอก	1.00	กิโลกรัม	50.00	50.00	
ปูนขาว	20.00	กิโลกรัม	3.50	70.00	
กากกาแฟ	30.00	กิโลกรัม	20.00	600.00	
น้ำยาปรับผ้านุ่ม	1.00	กิโลกรัม	20.00	20.00	
เชือกฟาง	5.00	ม้วน	7.00	35.00	
ลวดขึง	1.00	ม้วน	60.00	60.00	
น้ำ	5.00	ลบม.	20.00	100.00	
ถุงบรรจุภัณฑ์	20.00	ใบ	5.00	100.00	
ต้นทุนวัตถุดิบ				2,035.00	(1)
ค่าดำเนินการ (10% ของต้นทุนวัตถุดิบ อุปกรณ์)				203.50	(2)=(1)*10/100
ต้นทุนการผลิต				2,238.50	(3)=(1)+(2)
กำไร (100% ของต้นทุนการผลิต)				2,238.50	(4)=(3)*100/100
ต้นทุน+ กำไร การผลิตสินค้าต่อรอบ				4,477.00	(5)=(3)+(4)
ต้นทุน+ กำไร การผลิตสินค้าต่อผืน				447.70	(6)=(5)/6.5
Vat 7%				31.34	(7)=(6)*7/100
ต้นทุน+ กำไร +Vat 7% (1 ผืน)				479.04	(8)
ราคาจำหน่าย (1 ผืน)				500.00	(9)
					(10)=((9)*10)-(3)-
รวมกำไรที่ได้ต่อรอบ				2448.11	((7)*10)
รวมกำไรที่ได้ต่อชิ้น				244.81	(11) = (10)/10

หมายเหตุ : ราคาวัตถุดิบอาจมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับปริมาณการซื้อและแหล่งจำหน่ายวัตถุดิบ

2. ผลการจัดทำผลิตภัณฑ์จากหนังแพะต้นแบบ

จากการสอบถามความคิดเห็นในการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์จากผู้ชำนาญการทำผลิตภัณฑ์เครื่องหนังแพะหรือหนังลูกวัว พบว่าผลิตภัณฑ์ที่แนะนำให้นำหนังที่พอกได้ไปแปรรูปต่อ ได้แก่

1. งานของฝาก พวงกุญแจ เครื่องประดับ ซองมีด ของตกแต่งบ้าน กรอบรูปหนัง โดยอาจทำเป็นชิ้นเล็กๆและถักเป็นลวดลาย หรือเป็นหนังฉลุลาย

2. กระเป๋าหนังหรือเสริมชิ้นงาน เพราะหนังแพะมีคุณสมบัติที่เรียบลื่นและทนทาน และซับในแพะก็นำมาทำซับในกระเป๋าเพื่อเพิ่มความทนทานให้กับกระเป๋าและยืดอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์อีกด้วย

3. ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเครื่องดนตรีประกอบจังหวะและเครื่องดนตรีประเภทเครื่องหนัง เช่น ตะโพน กลอง กลองยาว, กลองรำมะนา ฯลฯ

4. ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเครื่องใช้ที่มีความต้องการความทนทาน เช่น เสื้อผ้าบอย อานม้า หรืออุปกรณ์ที่เครื่องหนังควาบอย

ประสานงานกับกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์ทุ่งครุซึ่งเป็นผู้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้เพื่อจัดทำผลิตภัณฑ์จากหนังแพะต้นแบบ ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับวิถีหัตถกรรมโดยใช้หนังแพะที่ฟอกตามวิธีการฟอกแบบเรียบ โดยใช้หนังแพะที่ฟอกโดยใช้น้ำยาที่มีปริมาณกากกาแฟ 20% นาน 2 วัน โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพิจารณาทั้งหมด 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ซองกุญแจ กระเป๋าต่างค์ กระเป๋าถือ และกระเป๋าคอมพิวเตอรื

แผนภาพที่ 2 แสดงผลิตภัณฑ์จากหนังแพะต้นแบบ



วิจารณ์ผล

จากการทดลองนี้ทำให้ได้กระบวนการและอัตราส่วนน้ำยาการฟอกของการฟอกหนังแพะแบบเรียบที่มีคุณสมบัติค่อนข้างแข็ง การบิดงอสามารถทำได้น้อย แต่มีความทนทานสูงทั้งต่อแรงดึงและแรงฉีก หนังแพะที่ฟอกโดยวิธีนี้จึงเหมาะกับการทำผลิตภัณฑ์หัตถการ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับการทำเครื่องหนังเฉพาะกลุ่มผู้แปรรูปต้องมีความชำนาญ แต่หากผู้แปรรูปมีความต้องการใช้หนังที่มีคุณสมบัติความนุ่มและยืดหยุ่นมากกว่านี้สามารถเพิ่มขึ้นตอนของการฟอกให้หนังมีความนุ่มขึ้นแต่กระบวนการทำให้นุ่มขึ้นมักมีการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย เช่น กรดแก่ เบสแก่ หรือสารโลหะหนัก (สารกลุ่มโครเมียม) เป็นต้น และต้องมีการวิจัยพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้ใช้สารเหล่านี้หรือสารอื่นที่ทดแทนได้อย่างเหมาะสม ปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สรุปผล

จากผลการทดลองวิธีการฟอกแบบเรียบโดยที่ให้ผลคุณสมบัติและคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้ชำนาญการด้านการแปรรูปเครื่องหนังคือ การบวนการฟอกที่ใช้กากกาแฟ 20% แช่นาน 2 วัน โดยมีวิธีที่ฟอกดังนี้ นำหนังแพะมาทำความสะอาดด้วยผงซักฟอก แช่น้ำปูนขาว 20% นานหนึ่งสัปดาห์ นำหนังออกมาล้างและดึงชุดขนออก แช่น้ำยาฟอกด้วยกากกาแฟเข้มข้น 20% นาน 2 วัน ล้างน้ำยาฟอกออก นำหนังแพะไปแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มเข้มข้น 1% นาน 15 นาที นำไปซิงกับโครงไม้ซึ่งหนังที่เตรียมไว้ ผึ่งหนังในที่ร่มมีอากาศถ่ายเทสะดวก นาน 5 วัน จนแห้งแห้ง หนังแพะแบบเรียบที่ฟอกด้วยกากกาแฟ 20% นาน 2 วัน มีค่าร้อยละการกลับคืนด้านพื้นที่ผิวเท่ากับ $86.64 \pm 2.98\%$ ร้อยละความหนาเท่ากับ $49.68 \pm 1.20\%$ มีคุณภาพด้านสีดังนี้ $\Delta L^* = 46.18 \pm 1.21$ $\Delta a^* = 6.57 \pm 2.17$ $\Delta b^* = 8.60 \pm 1.92$ $\Delta E^* = 163.30$ ค่าแรงดึง = 73.72 ± 8.2 N/mm² แรงฉีก = 45.34 ± 1.31 N/mm และได้รับการยอมรับของผู้ชำนาญการด้านผลิตภัณฑ์เครื่องหนังมากที่สุด โดยหนังแพะที่ฟอกโดยวิธีนี้มีต้นทุนเท่ากับ 223.85 บาทต่อผืน และเมื่อขายในราคา 500 บาทต่อผืน จะได้กำไรหลังหักภาษี 7% เป็นเงินผืนละ 244.81 บาท และเมื่อนำหนังแพะที่ได้ไปต่อยอดสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบได้ 4 ผลิตภัณฑ์ คือ ของกุญแจ กระเป๋าสตางค์ กระเป๋าถือ และกระเป๋าคอมพิวเตอร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ ซึ่งเป็นสถานที่ในการทำการวิจัยในครั้งนี้ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม ผู้เป็นแหล่งสนับสนุนทุนวิจัย ผู้ชำนาญการทำผลิตภัณฑ์เครื่องหนังแพะหรือหนังลูกวัวที่ให้ข้อคิดเห็นด้านคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์และแนวทางการแปรรูป และกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์ทุ่งครุที่ร่วมให้ข้อคิดเห็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากหนังแพะและเป็นผู้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้เพื่อต่อยอดสร้างอาชีพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ผกาพรรณ สุกุลมัน. 2551. การวิจัยเพื่อพัฒนาหนังควาย. โครงการพัฒนาหนังดิบภายในประเทศ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
สมาคมฟอกหนังไทย. 2020. กระบวนการฟอกหนัง. แหล่งข้อมูล: <https://thaitanning.org/Leather/%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9A%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9F%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B8%B1%E0%B8%87/>. ค้นเมื่อ 10 มกราคม 2567.

- สุชน ตั้งทวีวัฒน์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, อองอาจ ส่องสี, ณัฐกานต์ มณีทอง, วิไลพร ทันทะรักษ์ และสรณ์กิติ์ แก้วกันใจ. 2564. ระดับของสารส้มที่เหมาะสมต่อการฟอกหนังแกะ. เกษตร 49(2).
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ กรมปศุสัตว์. 2566. ข้อมูลจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และปศุสัตว์ ปี 2566. แหล่งข้อมูล: <https://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/413-report-thailand-livestock/reportservey2566/1721-2566-monthly>. ค้นเมื่อ 10 มกราคม 2567.
- Ahmed, I. N., E. Mohammed, and A. Mohamed. 2023. Potential Application of Used Coffee Grounds in Leather Tanning. *Journal of Ecological Engineering*. 24(3): 10–19.
- Edmilson, Q.F., P. Sousa, P. F. Pedro, and A. B. Guilherme. 2020. Evaluation of Goat Leather Quality Based on Computational Vision Techniques. *Circuits Syst Signal Process*. 39: 651–673.
- Krittiya L., K. Mathurada, Y. Phakatip, S. Wilaiwan, and R. Ajchara. 2016. Comparisons of Physical characteristics of crossbred boer goat fur skin tanned by Coffee Pomace and Gros Michel banana bunch. *Agriculture and Agricultural Science*. 11: 143 – 147.
- International standard ISO 3376:2020 E) IULTCS/IUP 6:2020(E). 2020. Leather - Physical and mechanical tests - Determination of tensile strength and percentage elongation. Available: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/db8f52c3-c114-4813-b572776eb95670e5/iso-3376-2020>. Accessed March.18, 2023.
- International standard ISO 3377-2:2016 | IULTCS/IUP8. 2020. Leather - Physical and mechanical tests - Determination of tear load. Available: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e3f85e8f-b0c8-44a5-b740-b5e9c/iso-3377-2016>. Accessed March.18, 2023.

ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการทำนา และสายพันธุ์ของข้าวพื้นเมือง ตำบลบุตี อำเภอมืองยะลา จังหวัดยะลา

Local Wisdom of Paddy Farming and Varieties of Indigenous Rice, Budil Sub-District, Mueang Yala District, Yala Province.

อุบล ต้นสม^{1*} ศศิธร พังสุพรรณ¹ กุรอซียะห์ ยามิรุเด็น¹ ซูไบดี โต๊ะโมะ² มุฮัมมัดตายุดิน บาฮะคีรี² พาตีเมาะ อาแยกาจิ²
และนัสรี มะแน.²

Ubol Tansom^{1*}, Sasithorn Pangsuban¹, Kurosiyah Yamirudeng¹, Subaidee Tohmoh², Muhammadtayudin Bahakheeree², Patimoh Ayaekachi² and Nasree Manae².

^{1*} คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 133 ถ.เทศบาล 3 ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา 95000

² ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 133 ถ.เทศบาล 3 ต.สะเตง
อ.เมืองยะลา จ.ยะลา 95000

¹ Faculty of Science Technology and Agriculture Yala Rajabhat University. 133 tesban 3 Road. Sateng Sup-District, Muang Yala District, Yala Prvince, 95000

² Biodiversity Center Queen sirikit 72nd Southern Border Research and Development Institute. Yala Rajabhat University.
133 tesban 3 Road. Sateng Sup-District, Muang Yala District, Yala Prvince, 95000

*Corresponding auther, E-mail: ubol.t@yru.ac.th, Sasithorn.p@yru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ดำเนินการในช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563 - เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการทำนา และลักษณะประจำพันธุ์ข้าวพื้นเมือง 8 พันธุ์ ที่ปลูกในแปลงเกษตรกรของตำบลบุตี อำเภอมืองยะลา จังหวัดยะลา วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบสอบถาม การสำรวจและจดบันทึกข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวนาปีเป็นอาชีพหลัก เพื่อบริโภคในครัวเรือน มีการจำหน่ายในตลาดหรือแหล่งจำหน่ายในชุมชน ใช้ทุนของตนเอง ไม่มีการทำบัญชีรายรับ-รายจ่าย มีการทำปฏิทินการทำนา มีพื้นที่นาเป็นของตนเองมากกว่า 1 ไร่ อาศัยน้ำฝนในการทำนา มีเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นของตนเอง เก็บเกี่ยวใช้แรงงานในครอบครัว และใช้เครื่องมือจาก ภูมิปัญญาท้องถิ่น เมล็ดพันธุ์ถูกเก็บรักษาในรูปแบบข้าวเปลือก มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 1,881.25 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ การบำรุงรักษาต้นข้าวมีการใส่ปุ๋ย มีการป้องกันและกำจัดศัตรูและวัชพืช มีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรไปใช้ประโยชน์ อีกทั้งยังมีประเพณีวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับข้าว มีการนำข้าวไปแปรรูปเป็นอาหารอื่น ๆ นอกจากการนำไปหุงรับประทาน และเป็นที่น่าสนใจว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจทำนาคือ ต้องการสืบทอดภูมิปัญญาการทำนา ในส่วนของข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ จากการสำรวจและบันทึกตามเกณฑ์ของกรมการข้าว พบว่า ข้าวพื้นเมืองทั้งหมด มีขนบนแผ่นใบ สีของแผ่นใบและสีของกาบใบเป็นสีเขียว มุมของยอดแผ่นใบเอน รูปร่างของลิ่มใบเป็น 2 ยอด สีของลิ่มใบ ส่วนใหญ่เส้นม่วง ยกเว้นพันธุ์ลูกปลาที่มีสีขาว ความยาวของลิ่มใบ อยู่ในช่วง 10.84 -24.57 มิลลิเมตร สีของหูใบและสีของข้อใบ เป็นสีเขียวอ่อน ในระยะออกดอก 50% ลำต้นมีเส้นผ่านศูนย์กลาง อยู่ในช่วง 2.27- 9.86 มิลลิเมตร ทรงกอตั้งตรง ในขณะที่สีของปล้อง สีของยอดเกสรตัวเมีย สีกลีบรองดอก แตกต่างกันไปตามพันธุ์ ส่วนในระยะออกดอกแล้ว พบว่า ความยาวของลำต้นอยู่ในช่วง 34.3 - 58.1 มิลลิเมตร ความยาวของแผ่นใบ อยู่ในช่วง 16.9 - 30.9 มิลลิเมตร ความกว้างของแผ่นใบ อยู่ในช่วง 0.9 - 1.3 มิลลิเมตร จำนวนรวงอยู่ในช่วง 5 - 15 รวง ลักษณะรวงจับกันค่อนข้างแน่น ถึงแน่น คอรวงยาว ก้านรวงอ่อน และมีการแตกกระแงเป็นระแงถี่ และในระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ส่วนใหญ่ใบแก่ช้า เมล็ดนวดง่าย และความยาวของรวง อยู่ในช่วง 30.6 - 38.9 มิลลิเมตร การติดเมล็ดและจำนวนเมล็ดร่วงแตกต่างกันไปตามพันธุ์ข้าว

คำสำคัญ : ข้าวพันธุ์พื้นเมือง, ภูมิปัญญาท้องถิ่น, ลักษณะประจำพันธุ์

Abstract

This research was conducted during October 2020 - March 2021. The objective is to explore and collect local knowledge about paddy farming and characteristics of 8 native rice varieties grown in farmer plots in Budi Subdistrict, Mueang Yala District, Yala Province. Methods and tools used include questionnaires, surveys, and record keeping of species characteristics. The results showed that Most of the farmers grow in-season rice as their main occupation for household consumption. It is sold in the market or in the community. They use your own capital and no accounting of income-expenses. There is farmers' farming calendar. They have more than one paddy area of their own. They use rainwater in farming. They have their own rice seeds which harvesting for family labor, and using tools from local wisdom. The seeds were preserved in paddy form. The average yield is about 1,881.25 kg per hectare. The maintenance of the rice plant is fertilizing. There is protection and removal of pests and weeds. Agricultural waste materials are utilized. Moreover, there is also a tradition Culture and local wisdom related to rice. The rice is processed into other foods besides being used for cooking. It is interesting that the factors affecting the decision to farming are they would like to inherit the wisdom of farming. In the section on the characteristics of the breed, they were survey and record according to the criteria of the Rice Department. It was found that all native rice varieties had hairs on the leaf plates, the color of the leaf plate and the color of the leaf sheath were green. The corner of the leaf top is leaning. The shape of the ligule is 2 shoots. Color of ligule appear mostly purple veins except for the lokpale. The length of the ligule is in the range of 10.84 - 24.57 millimeters. The color of the auricle and the color of the auricle is light green. In the 50% flowering phase, the stem is in the range of 2.27 - 9.86 mm in diameter, clump upright. While the color of the segment, the color of the pistil shoots, the color of the secondary petals varies by varieties. In the flowering phase, it was found that the stem length was in the range of 34.3 - 58.1 millimeters. The length of the leaf plate is in the range of 16.9 - 30.9 millimeters. The width of the leaf plate is in the range of 0.9 - 1.3 mm. The number of spikes is in the range of 5 - 15 spikes. The pedicle appears to be held together quite tight to tight, long neck, soft stem, and frequent breakage. And during the harvesting period, it was found that most of the leaves were slow to mature and the seeds were easy to thresh. and the length of the ears is in the range of 30.6 - 38.9 millimeters. The settling and the number of seed fall differed by the rice variety.

Keyword: Indigenous rice, local wisdom, Characteristics

บทนำ

การทำนาในภาคใต้โดยรวมผลผลิต ไม่เพียงพอต่อการบริโภคสำหรับประชากรในภาคใต้ เนื่องจากมีปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่เป็นข้อจำกัด เช่น พื้นที่ปลูกข้าวมีน้อยกว่าภาคอื่น ๆ ภาคเทคโนโลยีเฉพาะพื้นที่ซึ่งเขตชลประทานที่สามารถทำนาต่อเนื่องได้ของชาวนาภาคใต้ในจังหวัดพัทลุง สงขลา และนครศรีธรรมราชปี 2551/2552 มีพื้นที่ 339,290 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2550 ซึ่งมีพื้นที่ 288,009 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 2 และ ปทุมธานี 1 โดยทำนาแบบวิธีหว่านน้ำตม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) จึงจะเห็นได้ว่าสายพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกนั้น เป็นสายพันธุ์ที่ปรับปรุงเพื่อตอบสนองต่อความนิยมของผู้บริโภค มีใช้สายพันธุ์ดั้งเดิมที่มีอยู่ในพื้นที่ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญโดยเฉพาะประเทศไทยข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม และวิถีชีวิตของคนภายในประเทศไทย พันธุ์ข้าวพื้นเมืองมีความหลากหลายอย่างมากทางพันธุกรรม โดยมีลักษณะดีของแต่ละสายพันธุ์ที่เป็นเอกลักษณ์ เช่น ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืชในธรรมชาติ ทนทานสิ่งแวดล้อม คุณภาพเมล็ด เป็นต้น สามารถเป็นฐานพันธุกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชน สามารถนำมาพัฒนาให้ได้พันธุ์ที่ดีในอนาคต ปัจจุบันข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีแนวโน้มลดจำนวนลง เนื่องจากภาครัฐเน้นให้เกษตรกรปลูกผลผลิตอื่นที่มีรายได้มากกว่าปลูกข้าวพื้นเมือง เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ทำให้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองลดน้อยลงหรือบางสายพันธุ์อาจสูญพันธุ์ไป เช่นเดียวกับพื้นที่ตำบลคูเตี อำเภอมือเือง จังหวัดยะลา ที่สภาพทั่วไปเป็นพื้นที่ราบและมีนาข้าว ซึ่งพบข้าวพันธุ์พื้นเมืองหลากหลายสายพันธุ์ บนพื้นที่กว่า 300 ไร่ คนในชุมชนปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองไว้เพื่อรับประทานในครัวเรือนและการจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียง โดยเก็บเมล็ดไว้เพื่อไว้ใช้ในการปลูกในฤดูถัดไป แต่ทั้งนี้กลุ่มเกษตรกรที่ปลูกข้าวยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับเอกลักษณ์ของสายพันธุ์ ข้าวที่ปลูกอยู่ในพื้นที่ สมบัติและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวพันธุ์พื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์ ทำให้ขาดความเข้าใจที่จะพัฒนาเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง และขาดความตระหนักถึงการอนุรักษ์พันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองไว้

วิธีการการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้เป็น การวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed-Method Research) ระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) จึงมีเครื่องมือวิจัยดังนี้

1. แบบสอบถาม โดยสอบถามจากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพื้นเมืองปลอดสารพิษ (ข้าวบุติ)
2. การทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเป็นการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งดัดแปลงมาจากตามแบบบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ข้าว จากศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร (อรพิน วัฒนเสถ์, 2550)

วิธีการในการวิจัย แบบมีส่วนร่วม ดำเนินการวิจัยโดยใช้การรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สภาพทั่วไปของตำบลคูเตี ร่วมกับการจัดประชุมแบบมีส่วนร่วมกับกลุ่มตัวอย่างได้แก่ชาวบ้านในชุมชนตำบลคูเตีที่เป็นกลุ่มเกษตรกรเป็นหลัก และศึกษาลักษณะประจำพันธุ์โดยลงพื้นที่เพื่อบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ในแปลงนาของเกษตรกร จากนั้นเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์พื้นเมืองนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ

จากนั้นนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์และสรุปปัญหาในการทำนา และลักษณะประจำพันธุ์ข้าวพื้นเมือง ตำบลคูเตี อำเภอมือเืองยะลา จังหวัดยะลา

ผลการวิจัย

การศึกษาเรื่อง ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการทำนา และสายพันธุ์ของข้าวพื้นเมือง ตำบลบุดี อำเภอเมือง ยะลา จังหวัดยะลา คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการวิจัย ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำเสนอ 3 ตอน ได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาข้อมูลดังนี้ อายุ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41-50 ปี จำนวน 11 คน (27.5%) มีอายุระหว่าง 51-60 ปี จำนวน 11 คน (27.5%) ตามลำดับ ภูมิลำเนา อยู่ในจังหวัดยะลา จำนวน 39 คน (97.5%) สถานภาพ มีสถานะสมรส จำนวน 27 คน (67.5%) ระดับการศึกษา จบระดับประถมศึกษา จำนวน 26 คน (65%) อาชีพ มีอาชีพเป็นเกษตรกร จำนวน 38 คน (95%) รายได้ครอบครัวโดยเฉลี่ยต่อเดือน มีรายได้ครอบครัวเฉลี่ยน้อยกว่า 5,000 บาท จำนวน 27 คน (67.5%) สถานะทางการเงินของครอบครัว มีรายได้เพียงพอ แต่ไม่เหลือเก็บ จำนวน 22 คน (55%) จำนวน สมาชิกในครัวเรือน อาศัยในครัวเรือนที่มีสมาชิกระหว่าง 2-5 คน จำนวน 24 คน (60%) การประกอบอาชีพทำ นา ทำนาเป็นอาชีพหลัก จำนวน 23 คน (57.5%)

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม ประเพณี วัฒนธรรม และวิถีชีวิตชาวนา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม ประเพณี วัฒนธรรม และวิถีชีวิตชาวนาสามารถ แยกประเด็นหรือหัวข้อดังนี้ ประเภทการทำนา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ทำชาวนาปี จำนวน 40 คน (100%) วิธีการดำนา ทั้งหมดทำชาวนาดำ จำนวน 40 คน (100%) วัตถุประสงค์ในการทำนา ทำนาเพื่อบริโภค ในครัวเรือนเท่านั้น จำนวน 28 คน (70%) ตลาด/แหล่งจำหน่าย มีตลาด/แหล่งจำหน่ายในชุมชน จำนวน 13 คน (61.9%) รูปแบบการจำหน่าย จำหน่ายแบบข้าวเปลือกอย่างเดียว จำนวน 16 คน (76.2%) แหล่งที่มาของ ต้นทุนที่ใช้ในการทำนา ใช้ทุนของตนเองในการทำนา จำนวน 33 คน (82.5 %) การทำบัญชีรายรับ-รายจ่าย (ทำนา) ไม่มีการทำบัญชีรายรับ-รายจ่าย (ทำนา) จำนวน 21 คน (52%) การเข้าร่วมโครงการ/ความช่วยเหลือ จากภาครัฐ เข้าร่วม/ได้รับความช่วยเหลือจากภาครัฐ จำนวน 39 คน (97.5%) การตั้ง/รวมกลุ่มของเกษตรกร มีการตั้งกลุ่ม/รวมกลุ่ม จำนวน 36 คน (90%) การทำปฏิทินการทำนา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการ ทำปฏิทินการทำนา จำนวน 38 คน (95%) พื้นที่ทำนาปัจจุบัน (ปี2563/254) มีพื้นที่ทำนามากกว่า 1 ไร่ จำนวน 35 คน (87.5%) ลักษณะการถือครองพื้นที่นา มีพื้นที่นาเป็นของตนเอง จำนวน 21 คน (52.5%) น้ำหรือ แหล่งน้ำในการทำนา อาศัยน้ำจากธรรมชาติ (น้ำฝน) ในการทำนา จำนวน 37 คน (92.5%) กำลัง/แรงงานใน การทำนา (ปักดำ+เก็บเกี่ยว) ส่วนใหญ่ใช้แรงงานในครอบครัว จำนวน 33 คน (82.5%) อัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ ใช้ ในอัตรา 6-10 กิโลกรัม จำนวน 11 คน (27.5%) แหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์ข้าว มีเมล็ดข้าวเป็นของตนเอง จำนวน 1 คน (77.5%) การใส่ปุ๋ย ทั้งหมดมีการใส่ปุ๋ย จำนวน 40 คน (100%) ศัตรู การป้องกันและกำจัดศัตรูที่ พบในการข้าว มีการป้องกันและกำจัดศัตรู จำนวน 23 คน (57.55%) วัชพืช การป้องกันและกำจัด มีการ ป้องกันและกำจัด จำนวน 23 คน (57.5%) รูปแบบการเก็บเกี่ยว มีรูปแบบการเก็บเกี่ยวที่ใช้แรงงานคน, เครื่องมือที่ใช้ (เกราะ, เคียว) จำนวน 35 คน (87.5%) จำนวนผลผลิต ส่วนใหญ่มีผลผลิตมากกว่า 301 กิโลกรัม จำนวน 25 คน (62.5%) การเก็บรักษา เก็บรักษาในรูปแบบข้าวเปลือก จำนวน 24 คน (60%) การใช้ประโยชน์ จากของเหลือจากการทำนา เช่น การทำฟางข้าว ทำปุ๋ย เพาะเห็ด ฯลฯ พบว่า มีการนำไปใช้ประโยชน์ จำนวน 21 คน (52.5%) ประเพณี วัฒนธรรมเกี่ยวกับการทำนา มีประเพณี วัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับข้าว จำนวน 31 คน (77.5%) ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่นำมาใช้ในการทำนา เช่น การกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สมุนไพร หุ่น ไล่กา พบว่า ส่วนใหญ่มีภูมิปัญญาท้องถิ่นที่นำมาใช้ในการทำนา จำนวน 2 คน (57.5%) การนำข้าวไปแปรรูปเป็นอาหารอื่น ๆ นอกจากการนำไปหุงรับประทาน ส่วนใหญ่มีการนำข้าวไปแปรรูปเป็นอาหารอื่น ๆ นอกจากการนำไปหุง

รับประทานจำนวน 28 คน (70%) ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจทำนา ปัจจัยผู้ตอบแบบสอบถามเลือกคือมีการ
สืบทอดองค์ความรู้ จำนวน 18 คน (45%)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ข้าวพื้นเมือง

การบันทึกลักษณะลงในแบบบันทึก ซึ่งการบันทึกประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลเบื้องต้น (บันทึกเฉพาะข้อ 1 และ 2) จำนวน 6 ลักษณะ (ลักษณะที่ 1 – 6)
2. ระยะแตกกอเต็มที่ จำนวน 9 ลักษณะ (ลักษณะที่ 7 – 15)
3. ระยะออกดอก 50% จำนวน 9 ลักษณะ (ลักษณะที่ 16 – 24)
4. ระยะออกดอกแล้ว 20-25 วัน จำนวน 10 ลักษณะ (ลักษณะที่ 25 – 34)
5. ระยะเก็บเกี่ยว จำนวน 5 ลักษณะ (ลักษณะที่ 35 – 39)

ผลการการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ข้าวพื้นเมือง จำแนกตามระยะการเจริญเติบโต สามารถ
สรุปได้ดังนี้

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นข้าวพื้นเมือง พบทั้งหมด 8 ชนิดพันธุ์ ประกอบด้วยชื่อพันธุ์คือ กาแบ, วัวเปียก, ลาโย๊ะ
บาลีละ, บุเตการัน, จาเต๊ะ, กูเบ, หมอแต และลูกปลา แหล่งรวบรวมข้อมูลทั้งหมดได้มาจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชน
กลุ่มเกษตรกรปลูกข้าวพื้นเมืองปลอดภัยปลอดสารพิษ ประเทศไทย และทั้งหมดเป็นสายพันธุ์พื้นเมือง

3.2 ผลของระยะแตกกอเต็มที่ของข้าวพื้นเมืองทั้ง 8 พันธุ์ จำแนกตามลักษณะโดยอธิบายผลที่เกิด
ส่วนใหญ่ พบว่า ลักษณะที่ 7 การมีขนบนแผ่นใบ คือ มีขน (3) ลักษณะที่ 8 สีของแผ่นใบ คือ สีเขียว (2) ลักษณะ
ที่ 9 สีของกาบใบ คือ สีเขียว (1) ลักษณะที่ 10 มุมของยอดแผ่นใบ คือ เอ็น (x) ลักษณะที่ 11 สีของลิ้นใบ คือ
เส้นม่วง (2) ลักษณะที่ 12 รูปร่างของลิ้นใบ คือ มี 2 ยอด (2) ลักษณะที่ 13 ความยาวของลิ้นใบ (มม.) N=5 คือ
มีหลายมม.ตั้งแต่ค่าสูงสุด (24.57) และค่าต่ำสุด (10.84) ลักษณะที่ 14 สีของหูใบ คือ สีเขียวอ่อน (1) และ
ลักษณะที่ 15 สีของข้อใบ คือ สีเขียวอ่อน (1)

3.3 ผลระยะออกรวง 50% ของข้าวพื้นเมือง พบว่า ข้าวพื้นเมืองทั้ง 8 พันธุ์ เส้นผ่านศูนย์กลาง
ลำต้น N=3 มีหลายมม.ตั้งแต่ค่าสูงสุด (9.86) และค่าต่ำสุด (2.27) สีของปล้องมีหลากหลายตั้งแต่สีเหลือง เหลือง
อ่อน และสีเขียว ทรงกอทั้งหมดก่อดั้ง จำนวนวันตกลำถึงออกดอก 50% 3 สัปดาห์ สีของยอดเกสรตัวเมีย มีสี
ม่วงดำและสีเหลือง รวมทั้งดำ สีของยอดดอกสีขาวและดำ สีกลีบรองดอกสีฟาง ม่วงดำ และสีเหลือง ไม่มีหางข้าว

3.4 ผลของระยะออกรวงแล้ว 20-25 วันของข้าวพื้นเมือง พบว่า ข้าวพื้นเมืองทั้ง 8 พันธุ์ มี
ความแข็งของลำต้น (ซม.)ที่แข็ง ความยาวของลำต้นตั้งแต่ค่าสูงสุด (58.1) และค่าต่ำสุด (34.3) ความยาวของ
แผ่นใบตั้งแต่ค่าสูงสุด (30.9) และค่าต่ำสุด (16.9) ความกว้างของแผ่นใบแต่ค่าสูงสุด (1.3) และค่าต่ำสุด (0.9)
จำนวนรวงตั้งแต่ค่าสูงสุด (15) และค่าต่ำสุด (5) ลักษณะรวงจับกันแน่น และค่อนข้างแน่น การยึดของคอรวง
ทั้งหมดคอรวงยาว ก้านรวงทั้งรวงทั้งหมดอ่อน และการแตกกระแงเป็นระแงงถี่

3.5 ผลของระยะเก็บเกี่ยวของข้าวพื้นเมือง พบว่า ข้าวพื้นเมืองทั้ง 8 พันธุ์ การแก่ของใบ ส่วน
ใหญ่ใบแก่ช้า (> 2ใบเขียว) การติดเมล็ดมีหลายระดับตั้งแต่ติดน้อย (50-75 %) , ติดปานกลาง (75- 90%) และติด
เมล็ด > 90 % การร่วงของเมล็ดร่วงง่ายและง่ายมาก การนวดง่าย และความยาวของรวง (ซม.) N=5 ตั้งแต่
ค่าสูงสุด (38.9) และค่าต่ำสุด (30.6)

วิจารณ์ผล

1) ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเกษตรกรส่วนใหญ่การประกอบอาชีพทำนาอาชีพหลัก การทำนาในพื้นที่
ตำบลบุตตี ส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก จึงสามารถทำนาได้ปีละ 1 ครั้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทำนาที่อาศัยน้ำฝน
อย่างเดียวมีความเสี่ยงพอสมควร เนื่องจากความแปรปรวนของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ทั้งนี้ปัจจัยดังกล่าว

จะส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวและรายได้ของเกษตรกรที่เกิดจากความเสียดังกล่าว เช่น สภาพภูมิอากาศ ซึ่งบางพื้นที่ของการทำนาของประเทศไทยสามารถทำได้หลายวิธี การใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมต่อสภาพภูมิอากาศ หรือสภาพพื้นที่ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเมื่อควบคู่กับการจัดการที่เหมาะสม ความไม่แน่นอนของผลผลิตข้าวมีอิทธิพลจากระยะปลูกซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน มีมากกว่าลักษณะของพื้นที่นาที่มีลักษณะปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกัน ทั้งนี้จะพบว่าการผลิตข้าวต้นฤดูมีแนวโน้มจะให้ผลผลิตสูงกว่าปลูกข้า (สุรจิต และเบาวิแมนน์, 2551) เกษตรกรในพื้นที่ตำบลบุดีส่วนใหญ่ปลูกข้าวเพื่อการบริโภคภายในครัวเรือน จึงไม่ให้ความสำคัญกับความเสียหายในการปลูกข้าวมากกว่าเกษตรกรในพื้นที่อื่นๆ หรือทำการเกษตรเพื่อการจัดจำหน่ายเป็นหลัก แต่ปัญหาที่พบในปัจจุบันคือ องค์กรความรู้ในการจัดการทำนา รวมทั้งสภาพพื้นที่ ๆขาดควมอุดมสมบูรณ์ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายอื่นๆ ตามมา ในขณะที่เดียวกันผลผลิตข้าวของพื้นที่ตำบลบุดีมีแนวโน้มให้ผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากเกษตรกรหันมาปลูกข้าวกันมากขึ้น อันเนื่องมาจากปริมาณความต้องการที่เพิ่มขึ้น ซึ่งประเทศไทยเองในฐานะผลิตข้าวเป็นพืชหลักทางการเกษตรแล้ว ปัจจุบันเกษตรกรเองจำเป็นต้องมีการเพิ่มปริมาณสายพันธุ์ข้าวใหม่ๆ ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานต่อสภาพอากาศที่มีความแปรปรวนสูง การปลูกข้าวพพันธุ์ใดพพันธุ์หนึ่งในพื้นที่กว้างติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน มักจะเกิดผลเสียต่อกระบวนการผลิตอย่างรุนแรง เช่น ผลผลิตลดลง การระบาดของศัตรูเป็นต้น จึงจำเป็นต้องปรับปรุงพันธุ์ข้าวใหม่ ๆ ในขณะเดียวกันหากเราไม่อนุรักษ์ข้าวพื้นเมืองดั้งเดิมที่มีแต่ละพื้นที่เพื่อเป็นการรักษาแหล่งพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งเท่ากับว่าท้องถิ่นจะไม่มีการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวพื้นเมืองของแต่ละถิ่นไว้เพื่อเป็นแหล่งพันธุ์ไว้ ในขณะเดียวกันพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ให้มีความหลากหลายและน่าสนใจ เช่น ข้าวเลียดปลาไหล ข้าววัวเปือก ข้าวลาโยะบาโล๊ะ ข้าวบูเตการัน ข้าวจาเต๊ะ ข้าวกูเบ ข้าวขอเต ข้าวลูกปลา เป็นต้น ซึ่งพันธุ์ข้าวเหล่านี้ควรแก่การอนุรักษ์ และนำมาปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ ในส่วนของเหลือการกระบวนการผลิตข้าว เช่น ชั่งข้าว ฟางข้าว เป็นต้น ยังมีการใช้ประโยชน์น้อยมาก และมีการจัดการกับการฟางข้าวของเกษตรกรในการทำนาอย่างไม่ดีเท่าที่ควร การจัดการฟางในนาข้าวของเกษตรกรเพื่อการปรับปรุงดิน และหลีกเลี่ยงการเผาก่อนการเตรียมดิน การปลูกข้าวในฤดูกาลต่อไป เนื่องจากว่าการเผาฟางเป็นการทำลายทรัพยากรที่มีคุณค่าไปโดยเปล่าประโยชน์ (นิตยา และคณะ 2549 ; นิตยา และคณะ 2551)

2) ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ข้าวพันธุ์พื้นเมือง ที่สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกพันธุ์ข้าว สามารถแบ่งเป็นกลุ่มข้อมูล 2 ลักษณะใหญ่ คือ ลักษณะข้อมูลในเชิงคุณภาพ จำนวน 22 ลักษณะ และลักษณะข้อมูลในเชิงปริมาณ 9 ลักษณะ โดยถึงแม้ชุมชนจะมีการปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองมาเป็นเวลานาน แต่คนในชุมชนยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพันธุ์พื้นเมืองในท้องถิ่นตนเอง ทำให้ไม่มีความตระหนักถึงความสำคัญของการบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ข้าว ซึ่งจำเป็นต่อการจดทะเบียนรับรองพันธุ์ การจดทะเบียนเป็นสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) อีกทั้งข้อมูลดังกล่าวยังมีความสำคัญที่จะใช้ในการพัฒนาต่อยอดเพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ หรือนวัตกรรมต่าง ๆ ต่อไป

สรุปผล

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวนาปีเป็นอาชีพหลัก ถึงแม้ในพื้นที่นาจะสามารถปลูกข้าวนาปรัง แต่เกษตรกรยังคงเลือกที่จะปลูกข้าวนาปี ซึ่งเป็นการปฏิบัติที่สืบทอดกันมาตามบรรพบุรุษ และการนำข้าวพันธุ์พื้นเมืองไปการจำหน่ายในตลาดหรือแหล่งจำหน่ายในชุมชน ทำให้เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียนในชุมชนและนำรายได้เข้าสู่ชุมชน โดยมีการรวมกลุ่มในรูปแบบวิสาหกิจชุมชน ใช้งบของตนเอง ไม่มีการทำบัญชีรายรับ-รายจ่าย มีการทำปฏิทินการทำนา มีพื้นที่นาเป็นของตนเองมากกว่า 1 ไร่ อาศัยน้ำฝนในการทำนา มีเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นของตนเอง เก็บเกี่ยวใช้แรงงานในครอบครัว และใช้เครื่องมือจากภูมิปัญญาท้องถิ่น

เมล็ดพันธุ์ถูกเก็บรักษาในรูปแบบข้าวเปลือก มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 1,881.25 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ การบำรุงรักษาต้นข้าวมีการใส่ปุ๋ย มีการป้องกันและกำจัดศัตรูและวัชพืช มีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรไปใช้ประโยชน์ อีกทั้งยังมีประเพณี วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับข้าว มีการนำข้าวไปแปรรูปเป็นอาหารอื่น ๆ นอกจากการนำไปหุงรับประทาน และเป็นที่น่าสนใจว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจทำนาคือ ต้องการสืบทอดภูมิปัญญาการทำนา

ในส่วนของการจำแนกข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์เป็น 2 ลักษณะใหญ่ คือ ลักษณะข้อมูลในเชิงคุณภาพ และลักษณะข้อมูลในเชิงปริมาณ ได้แก่

1. ลักษณะข้อมูลในเชิงคุณภาพ พบ 22 ลักษณะ ได้แก่ การมีขนบนแผ่นใบ สีของแผ่นใบ สีของกาบใบ มุมของยอดแผ่นใบ สีของลิ้นใบ รูปร่างของลิ้นใบ สีของหูใบ สีของข้อต่อใบ สีของปล้อง ทรงกอ สีของยอดเกสรตัวเมีย สีของยอดดอก สีกลีบรองดอก การพบหางข้าว ความแข็งของลำต้น ลักษณะใบธง ลักษณะรวง การยึดของคอรวง การแก่งของใบ การติดเมล็ด การร่วงของเมล็ด การนวด

2. ลักษณะข้อมูลในเชิงปริมาณพบ 9 ลักษณะ ได้แก่ ความยาวของลิ้นใบ (มิลลิเมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม.) จำนวนวันตกกล้าถึงออกดอก (วัน) ความยาวของลำต้น (เซ็นติเมตร) ความยาวของแผ่นใบ(ซม.) ความกว้างของแผ่นใบ (ซม.) จำนวนรวง (รวงต่อต้น) ความยาวของรวง (ซม.) ความยาวของกลีบรองดอก (มม.) โดยลักษณะประจำพันธุ์เหล่านี้สามารถใช้ในการจัดจำแนกพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในระดับเบื้องต้น ก่อนการนำข้าวพันธุ์พื้นเมืองไปพิสูจน์เอกลักษณ์ประจำพันธุ์ข้าวด้วยเครื่องหมายในระดับโมเลกุลต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการลุล่วงไปได้ด้วยดี จากการได้รับทุนจากงบประมาณด้านวิจัยและนวัตกรรมประเภท Fundamental Fund กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และความร่วมมือเป็นอย่างดีจากชุมชน ตำบลบุตี อำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลา

เอกสารอ้างอิง

นิตยา รื่นสุข, ประนอม มงคลบรรจง, เฉลิมชาติ ฤาไชยคาม และ วาสนา อินแถลง. (2551). การจัดการฟางข้าวใน พื้นที่ทำนาอย่างต่อเนื่อง. วารสารวิชาการข้าว 2: 35-46

นิตยา รื่นสุข, ลัดดาวัลย์ กรรณนุช และวาสนา อินแถลง. (2549.) ผลของการจัดการฟางต่อการสะสมธาตุ

เหล็กในเมล็ด. รายงานผลงานปี 2549 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2552). เอกสารเผยแพร่ย้อนหลัง. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/view/1/เอกสารเผยแพร่ย้อนหลัง/TH-TH_ ค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2563.

สุรจิต ภูภักดี และบาส เบาวแมนน์. (2551). การวิเคราะห์ความเสี่ยงในการปลูกข้าวน้ำฝนโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช. วารสารวิชาการข้าว 2: 13-25

อรพิน วัฒนเสร์. (2550). การประเมินลักษณะประจำพันธุ์ข้าวตามแบบบันทึกมาตรฐานของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง “การจำแนกและประเมินลักษณะเชื้อพันธุ์กรรมข้าว”. วันที่ 17-19 กันยายน 2550. ณ ห้องประชุม สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ.

ผลของพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีต่อคุณภาพเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก Effect of Soybean Varieties on the Quality of Germinated Soybean Paste

ปัทมพร วาสนาเจริญ^{1*} สุพรรณณี เบ็ญคำ¹ และละอองดาว แสงหล้า¹

Pattamaporn Vassanacharoen^{1*} Supanee Paengkham¹ and Laongdown Sangla¹

¹ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Chiang Mai Field Crops Research Center, Nong Han, San Sai, Chiang Mai, 50290

*Corresponding author E-mail: pvpattamaporn8@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของพันธุ์ถั่วเหลืองต่อคุณภาพเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก เพื่อหาพันธุ์ถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับนำไปแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี คือ พันธุ์ถั่วเหลือง จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ กวก. เชียงใหม่ 60 (กวก. ชม 60) พันธุ์ กวก. ชม 2 (กวก. ชม 2) พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง นำถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์มาแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก หลังจากนั้นทำการตรวจหาปริมาณสารกาบ้าและปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ คุณภาพการเก็บรักษาที่ระยะเวลาเก็บรักษา 3 เดือน ทำการประเมินความพึงพอใจ และต้นทุนการผลิต พบว่า เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกที่ทำจากถั่วเหลืองพันธุ์ตาแดงมีปริมาณสารกาบ้าในเมล็ดสูงสุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ กวก. ชม 2 ปริมาณสารกาบ้าอยู่ระหว่าง 1,441.7-1,713 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักเปียก 100 กรัม ปริมาณโปรตีนสูงสุดในพันธุ์ศรีสำโรง 1 เท่ากับ ร้อยละ 5.43 เมื่อทำการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้องปกติเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบการสลายตัวของปริมาณสารกาบ้าและโปรตีน โดยในถั่วเหลืองพันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ กวก. ชม 60 มีการสลายตัวของสารกาบ้า (ร้อยละ 5.97-8.86) และโปรตีน (ร้อยละ 3.8-6.2) อยู่ในระดับต่ำกว่าพันธุ์ กวก. ชม 2 และพันธุ์ตาแดง การประเมินคุณภาพลักษณะทางประสาทสัมผัสและความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า ความชอบเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกพันธุ์ กวก. ชม 60 และพันธุ์ศรีสำโรง 1 มีความชอบอยู่ในระดับสูง โดยเนื้อเต้าเจี้ยวมีสีน้ำตาลอมแดง เนื้อสัมผัสของเม็ดเต้าเจี้ยวไม่แข็งและยุ่ยเกินไป ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 22 บาทต่อเต้าเจี้ยว 1 ลิตร

คำสำคัญ : เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก, ถั่วเหลืองงอก, ถั่วเหลือง, กาบ้า

Abstract

This research investigated the effects of soybean varieties on the quality of germinated soybean paste. To find suitable soybean varieties for processing into germinated soybean paste. The experimental design in CRD with 5 replicates and 4 treatments of soybean varieties: Chiang Mai 60 (CM 60), Chiang Mai 2 (CM 2), Sri Samrong 1 and Ta Daeng. Four varieties of soybeans are processed into germinated soybean paste. After that, the amount of GABA, protein, storage quality, satisfaction and unit costs were measured. The result showed that germinated soybean paste from Ta Daeng variety had the highest GABA content, followed by CM 60, Sri Samrong 1 and CM 2 varieties, with GABA content ranging from 1,441.7 to 1713 mg/100 g wet weight. The highest protein content in Sri Samrong 1 was 5.43 percent. After storage at room temperature for 3 months, degradation of GABA and protein was found to be lower in Sri Samrong 1 and CM

60 variety (5.97-8.86%) and protein degradation (3.8-6.2%) than CM 2 and Ta Daeng. The evaluation of the quality, organoleptic properties and satisfaction of the testers revealed that the germinated soybean paste of CM 60 and Sri Samrong 1 varieties had a high preference with reddish-brown color and the texture of the soybean paste is not too hard and crumbly. Unit cost 22 baht per 1 liter of germinated soybean paste.

Keywords : germinated soybeans paste, germinated soybean, soybean, GABA

บทนำ

ถั่วเหลืองจัดเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งโปรตีนชั้นดีจากพืช และเป็นที่นิยมบริโภคในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ความต้องการใช้ถั่วเหลืองในอุตสาหกรรมอาหารมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อการบริโภคโดยตรงและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น ซอสปรุงรส น้านมถั่วเหลือง เต้าเจี้ยว ผลิตภัณฑ์แปรรูปโปรตีนทดแทนเนื้อสัตว์ เป็นต้น เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากถั่วเหลืองหมักด้วยเชื้อราชนิดดี *Aspergillus oryzae* จากหัวเชื้อที่เรียกว่า โคจิ (koji) เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตให้อยู่ในรูปที่ย่อยสลายเพื่อนำไปใช้ในร่างกายได้ง่าย ในปัจจุบันการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพเป็นที่นิยมมากขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกจึงเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผู้บริโภคได้ การผลิตเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกแตกต่างจากการผลิตเต้าเจี้ยวปกติ โดยใช้เมล็ดถั่วเหลืองงอกที่เตรียมมาจากการนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มทิ้งไว้ในถุงผ้าหรือถุงตาข่าย 1 คืน เมล็ดถั่วเหลืองจะเกิดต้นอ่อน (embryo) จากนั้นจึงนำไปแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก การนำเมล็ดถั่วเหลืองไปผ่านขบวนการงอกนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ทำให้สารกาบ้าในเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น สารกาบ้ามี่ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า γ -aminobutyric acid การผลิตสารกาบ้าในต้นพืชนั้นสามารถเกิดจากขบวนการงอก ซึ่งมีรายงานว่าสารกาบ้ามี่ในเมล็ดถั่วเหลืองงอกมีมากกว่าเมล็ดที่ไม่งอกถึง 5 เท่า (Mayumi, 2008) สารกาบ้ามี่เกี่ยวข้องการส่งผ่านของสารเคมีในระบบประสาทและโรคเกี่ยวกับเส้นประสาทบกพร่อง เช่น Seizures, Parkison, Stiff-man syndrom และมีการรายงานว่าทำให้กาบ้ามี่เพิ่มในสมองสามารถเพิ่มฮอร์โมนการเจริญเติบโตให้แก่ร่างกาย ช่วยลดอาการเครียดและทำให้อ่อนหลับง่าย ลดอาการโรคความดันโลหิตสูง ทั้งในหนูทดลองและในคนและยังสามารถรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับ alcohol-related symptoms ได้ (Lacerda et al., 2003; Elliot and Hobbiger, 1959; Snedden, 1995) ความนิยมในการบริโภคเต้าเจี้ยวของผู้บริโภคทั่วไปจะพิจารณาถึงลักษณะทางกายภาพ รสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการร่วมด้วย ในถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์จะมีลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวงอกไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการเป็นเช่นไร และที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาอย่างชัดเจนถึงลักษณะของพันธุ์มีผลต่อคุณภาพของเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกหรือไม่ ในความแตกต่างขององค์ประกอบภายในเมล็ดย่อมทำให้ความเหมาะสมในการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แตกต่าง ๆ กันไป ดังนั้นแล้วงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับนำไปแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกที่มีคุณภาพทางโภชนาการที่สูง คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากถั่วเหลืองและเพิ่มความหลากหลายให้แก่ผู้บริโภคตลอดจนเพิ่มช่องทางการตลาดและรายได้ให้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมแปรรูป

วิธีการดำเนินการวิจัย

สิ่งที่ใช้ในการวิจัย

1. ถั่วเหลืองจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ กวก. ชม 2 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และ พันธุ์ตาแดง
2. เชื้อราชนิดดีสำหรับผลิตเต้าเจี้ยว เชื้อรา *Aspergillus oryzae*
3. แป้งสาลี เกลือ น้ำตาล
4. อุปกรณ์สำหรับผลิตเต้าเจี้ยว

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี กรรมวิธี คือ พันธุ์ถั่วเหลือง จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ กวก. ชม 2 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง ดำเนินการวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การเพาะงอกถั่วเหลือง นำเมล็ดถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์อย่างละ 10 กิโลกรัม แช่น้ำสะอาดอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (อิงฟ้า และคณะ, 2552) จากนั้นรินน้ำออก นำเมล็ดถั่วเหลืองมาบรรจุถุงผ้าหรือถุงตาข่ายบ่มทิ้งไว้ 1 คืน จนเมล็ดถั่วเหลืองมีต้นอ่อนงอกออกมา

ขั้นตอนที่ 2 การแปรรูปเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก นำเมล็ดถั่วเหลืองงอกไปต้มให้สุก (15-20 นาที) ทิ้งไว้ให้เย็นและผึ่งบนตะแกรงให้พอร่ม นำแป้งสาลีหรือแป้งข้าวเจ้า 2 กิโลกรัม มาคั่วพอเหลืองทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำเชื้อรา *Aspergillus oryzae* จำนวน 1 ซ้อนชาผสมแป้งสาลีคลุกเคล้าให้ทั่ว นำถั่วเหลืองใส่กระด้งไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 ซม. เกลี่ยให้สม่ำเสมอ ใส่แป้งที่คั่วแล้ววางบนถั่วเหลืองกลางกระด้ง ใส่เชื้อราที่ผสมแป้งลงไปบนแป้งกลางกระด้งแล้วคลุกแป้งกับเชื้อราให้เข้ากันอีกครั้ง คลุกเคล้าเมล็ดถั่วเหลืองกับแป้งให้แป้งติดเมล็ดอย่างสม่ำเสมอทุกเมล็ด แล้วเกลี่ยถั่วเหลืองให้กระจายทั่วถาดโดยให้ความหนา 2-3 เซนติเมตร ปิดด้วยผ้าขาวบางชุบน้ำบิดพอร่มหมาด ๆ นำกระด้งที่มีเมล็ดถั่วเหลืองไปบ่มในห้องที่มีการระบายอากาศเป็นระยะเวลา 2-3 วัน จนมีเชื้อราสีเขียวอมเหลืองปกคลุมเมล็ดถั่วทั้งหมด จากนั้นนำถั่วเหลืองไปหมักในน้ำเกลือ (อัตราส่วนเกลือ 4 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ต้มให้เดือดแล้วพักให้เย็น) ปิดฝาให้สนิท ทำการหมักเป็นระยะเวลา 2 เดือน ในระหว่างการหมักใช้พายคนให้ทั่วสัปดาห์ละครั้ง เมื่อครบกำหนดนำไปต้มจนเดือดเพื่อหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อรา ทำการปรุงรสด้วยน้ำตาลทรายจำนวน 100 กรัม จัดเตรียมภาชนะสำหรับบรรจุโดยนำขวดแก้วมาล้างให้สะอาดและทำการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยแรงดันไอน้ำ ทำการบรรจุเต้าเจี้ยวงอกในขวดปิดฝาให้สนิท ป้องกันไม่ให้อากาศเข้าออกได้

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ แบ่งผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตรวจสอบคุณภาพทันที และชุดที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 3 เดือน ดำเนินการโดยส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์คุณภาพ ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

การบันทึกข้อมูล

1. ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลือง
2. ปริมาณสารกาบ้าและโปรตีนในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก
3. คุณภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 3 เดือน
4. ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก
5. ความพึงพอใจของผู้บริโภค
6. ต้นทุนการผลิต

ผลการวิจัย

จากการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกจากถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ กวก. ชม 2 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง และทำการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิปกติเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า

1. ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลือง

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างในสีของเปลือกหุ้มเมล็ด แต่พบความแตกต่างของสีตาเมล็ด ถั่วเหลืองพันธุ์ กวก. ชม 60 และ กวก. ชม 2 มีสีขั้วเมล็ดเป็นสีน้ำตาล พันธุ์ศรีสำโรง 1 สีขั้วเมล็ดสีน้ำตาลอ่อน และ พันธุ์ตาแดง สีขั้วเมล็ดสีน้ำตาลแดง (ตารางที่ 1)

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่า ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน ความงอกอยู่ระหว่างร้อยละ 98-99 ความแข็งแรงอยู่ระหว่างร้อยละ 84-89 พันธุ์ กวก. ชม 60 มีน้ำหนักเมล็ดสูงสุด ปริมาณโปรตีนในเมล็ดสูงสุดในพันธุ์ตาแดง และปริมาณสารกาบ้าในเมล็ดสูงสุดในถั่วเหลืองพันธุ์ศรีสำโรง 1 (ตารางที่ 2)

2. ปริมาณสารกาบ้าและโปรตีนในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก

ปริมาณสารกาบ้าและโปรตีนในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก พบว่า ปริมาณสารกาบ้าในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก พันธุ์ กวก. ชม 2 และพันธุ์ตาแดงมีปริมาณสารกาบ้าสูงสุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 60 และพันธุ์ศรีสำโรง 1 (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบกับเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองแบบไม่ได้บ่มงอก พบว่า เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกทุกพันธุ์มีปริมาณสารกาบ้าสูงกว่าเต้าเจี้ยวปกติ (ตารางที่ 4)

ปริมาณโปรตีนในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก พบว่า ปริมาณโปรตีนในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกพันธุ์ กวก. ชม 2 และพันธุ์ศรีสำโรง 1 มีปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 60 และพันธุ์ตาแดง (ตารางที่ 3)

3. คุณภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ เป็นระยะเวลา 3 เดือน

เมื่อทำการเก็บรักษาเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกในสภาพอุณหภูมิปกติเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ปริมาณสารกาบ้าในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกหลังเก็บรักษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในพันธุ์ตาแดงมีปริมาณสารกาบ้าสูงสุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ กวก. ชม 2 แต่เมื่อพิจารณาอัตราการสูญเสียปริมาณสารกาบ้าในระหว่างเก็บรักษา พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ศรีสำโรง 1 มีอัตราการสูญเสียต่ำที่สุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ตาแดง และพันธุ์ กวก. ชม 2 (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบกับเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองแบบไม่ได้บ่มงอก พบว่า เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกทุกพันธุ์หลังจากการเก็บรักษามีปริมาณสารกาบ้าสูงกว่าเต้าเจี้ยวปกติ (ตารางที่ 4)

ในส่วนของปริมาณโปรตีนในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกหลังจากเก็บรักษา พบว่า ปริมาณโปรตีนในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ กวก. ชม 2 มีปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง (ตารางที่ 3) แต่เมื่อพิจารณาอัตราการสูญเสียปริมาณโปรตีนในระหว่างเก็บรักษา พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ศรีสำโรง 1 มีอัตราการสูญเสียต่ำที่สุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ กวก. ชม 2 และพันธุ์ตาแดง (ตารางที่ 3)

4. ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก

ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกจากการประเมิน พบว่า สีของเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกที่ได้มีสีน้ำตาลอมแดง โดยพันธุ์ศรีสำโรง 1 มีสีเข้มสุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชม 2 และพันธุ์ กวก. ชม 60 แต่ในพันธุ์ตาแดงจะมีสีน้ำตาลอ่อน ซีด และมีลักษณะของสีตาเมล็ดที่เป็นสีดำอย่างชัดเจน ในส่วน

ของลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกพันธุ์ตาแดงมีลักษณะเนื้อเต้าเจี้ยวที่คงรูป เมล็ดแข็งที่สุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ศรีสำโรง 1 พันธุ์ กวก. ชม 60 และพันธุ์ กวก. ชม 2 ตามลำดับ โดยพันธุ์ กวก. ชม 2 จะมีลักษณะเมล็ดอยู่สลายตัวมากที่สุดทำให้ได้เนื้อเต้าเจี้ยวที่มีลักษณะเมล็ดแตกหักมากที่สุด (ภาพที่ 1) ในส่วนของกลิ่นของเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกทั้ง 4 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ที่ผ่านการเพาะงอกและไม่เพาะงอก พบว่า ลักษณะเมล็ดหลังแช่นาน 6 ชั่วโมง พันธุ์ตาแดงมีลักษณะเมล็ดที่แข็งที่สุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ศรีสำโรง 1 พันธุ์ กวก. ชม 60 และพันธุ์ กวก. ชม 2 ตามลำดับ โดยพันธุ์ กวก. ชม 2 ลักษณะเมล็ดจะนิ่มและนุ่มกว่าเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์อื่น ๆ ลักษณะการคงตัวของเมล็ด พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ตาแดงมีสภาพการคงตัวของเมล็ดสูงสุดและมีการสลายตัวของเมล็ดน้อยกว่าถั่วเหลืองพันธุ์อื่น ๆ ยังคงสภาพความเป็นเมล็ดถั่วให้เห็น และปรากฏลักษณะสีตาที่ชัดกว่าถั่วเหลืองพันธุ์อื่น ๆ แต่ในพันธุ์ กวก. ชม 2 เมล็ดมีสภาพการคงตัวของเมล็ดน้อยที่สุดและมีการสลายตัวของเมล็ดมากกว่าถั่วเหลืองพันธุ์อื่น ทำให้เต้าเจี้ยวที่หมักได้มีลักษณะเนื้อเต้าเจี้ยวเปื่อยยุ่ยมากที่สุด (ภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3)

5. ความพึงพอใจของผู้บริโภค

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคจำนวน 25 ราย พบว่า เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกพันธุ์ กวก. ชม 60 มีความชอบมากที่สุด ด้วยมีสีน้ำตาลอมแดง เนื้อสัมผัสของเมล็ดไม่แข็งและไม่ยุ่ยเกินไป กลิ่นหอม และไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวจากการหมัก รองลงมา ได้แก่พันธุ์ศรีสำโรง 1 พันธุ์ตาแดง และพันธุ์ กวก. ชม 2 ตามลำดับ โดยพันธุ์ศรีสำโรง 1 ลักษณะเมล็ดเต้าเจี้ยวไม่แข็งเกินไป สีเต้าเจี้ยวมีสีน้ำตาลออกแดง แต่มีความหอมของเต้าเจี้ยวน้อยกว่าพันธุ์ กวก. ชม 60 ในพันธุ์ ชม. 2 เนื้อเต้าเจี้ยวมีความนุ่มและเนื้อสัมผัสละเอียดเกินไปเมื่อนำไปประกอบอาหารไม่ได้รสสัมผัสของเมล็ดเต้าเจี้ยว ส่วนพันธุ์ตาแดงได้รับความนิยมน้อยที่สุดเนื่องจากว่าเมล็ดเต้าเจี้ยวมีความแข็งและลักษณะสีตาที่เห็นชัดทำให้อาหารดูไม่น่ารับประทาน

6. ต้นทุนการผลิต

ในการผลิตเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกเมื่อใช้ถั่วเหลืองเมล็ดแห้งจำนวน 1 กิโลกรัมจะสามารถแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกได้จำนวน 4,550 มิลลิลิตร คิดต้นทุนการผลิตเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกจากถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง จำนวน 1 กิโลกรัม เท่ากับ 104 บาท หรือคิดเป็น 22 บาทต่อเต้าเจี้ยว 1 ลิตร (ตารางที่ 5) เมื่อบรรจุขวดสำหรับจำหน่ายที่ความจุขวดละ 350 มิลลิลิตร เมล็ดถั่วเหลืองแห้ง 1 กิโลกรัมจะสามารถแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกสามารถบรรจุขวดขนาดบรรจุ 350 มิลลิลิตรได้จำนวน 13 ขวด จำหน่ายในราคา 30 บาทต่อขวด มีรายได้รวมเท่ากับ 390 บาท เมื่อหักต้นทุน 169 บาท (เต้าเจี้ยว 104 บาท + ค่าขวด 65 บาท) คิดเป็นกำไรสุทธิเท่ากับ 221 บาทต่อถั่วเมล็ดแห้ง 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ กวก. ชม 2 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง

พันธุ์	สีตา	สีเปลือกหุ้มเมล็ด	คุณภาพเมล็ดพันธุ์	
			ความงอก (%)	ความแข็งแรง (%)
กวก. ชม 60	สีน้ำตาล	สีเหลือง	99	86
กวก. ชม 2	สีน้ำตาล	สีเหลือง	98	88
ศรีสำโรง 1	สีน้ำตาลอ่อน (ตาเล็ก)	สีเหลือง	99	89
ตาแดง	สีน้ำตาลแดง (ตากว้าง)	สีเหลือง	88	72

ตารางที่ 2 น้ำหนัก 100 เมล็ด ปริมาณโปรตีน ปริมาณกาบ้ำ และคุณภาพคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลือง
พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ กวก. ชม 2 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง

พันธุ์	น้ำหนัก	โปรตีน	กาบ้ำ	คุณภาพเมล็ดพันธุ์	
	กรัม/100 เมล็ด	(%)	มิลลิกรัม/100 กรัม	ความงอก (%)	ความแข็งแรง (%)
กวก. ชม 60	15.27a	37.89b	69.41b	99	86
กวก. ชม 2	13.50c	36.42c	61.91c	98	88
ศรีสำโรง 1	14.62b	38.56b	86.57a	99	89
ตาแดง	11.04d	39.22a	70.6b	98	84
	13.61	38.02	72.12	98.5	86.75

ตารางที่ 3 ปริมาณสารกาบ้ำ ปริมาณโปรตีน ร้อยละการสูญเสียกาบ้ำและโปรตีน ในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก
พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ กวก. ชม 2 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง

พันธุ์	ปริมาณกาบ้ำ			ปริมาณโปรตีน		
	0 เดือน	3 เดือน	การสูญเสีย	0 เดือน	3 เดือน	การสูญเสีย
	(มิลลิกรัม/100 กรัมสด)	(มิลลิกรัม/100 กรัมสด)	(%)	(%)	(%)	(%)
กวก. ชม 60	1,500.0b	1,366.8b	8.86b	5.43b	5.09b	6.2b
กวก. ชม 2	1,799.8a	1,187.8c	34.10d	5.53a	4.75a	14.2c
ศรีสำโรง 1	1,441.7b	1,355.8b	5.97a	5.53a	5.32c	3.8a
ตาแดง	1,713.8a	1,463.3a	14.59c	5.12c	4.26d	16.9d
	1613.8	1343.4	15.9	5.4	4.85	10.3

ตารางที่ 4 ปริมาณสารกาบ้ำ และร้อยละการสูญเสียสารกาบ้ำในเต้าเจี้ยวถั่วเหลือง (ไม่งอก) ในถั่วเหลือง
พันธุ์ กวก. ชม 60 พันธุ์ กวก. ชม 2 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง

พันธุ์	ปริมาณกาบ้ำ		
	0 เดือน	3 เดือน	การสูญเสีย
	(มิลลิกรัม/100 กรัมสด)	(มิลลิกรัม/100 กรัมสด)	(%)
กวก. ชม 60	1,140.2b	895.7a	21.5a
กวก. ชม 2	1,225.4a	743.0b	39.3c
ศรีสำโรง 1	1,109.9b	696.2b	37.2c
ตาแดง	913.5c	628.4c	31.1b
	1097.3	740.8	32.3

ตารางที่ 5 ต้นทุนการผลิตเต้าเจี้ยวถั่วเหลือง

ส่วนผสม	ปริมาณ	ต้นทุน (บาท)
1. เมล็ดถั่วเหลือง	1 กิโลกรัม	20
2. เกลือ	2 กิโลกรัม	40
3. แป้งสาลี	400 กรัม	11
4. น้ำตาล	100 กรัม	3
5. น้ำ	10 ลิตร	10
6. แก๊สหุงต้ม	1 หน่วย	20
รวม	104 บาท/ 4,550 มิลลิลิตร	22 บาท/ 1 ลิตร



ภาพที่ 1 ลักษณะของเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองกวนพันธุ์ กวก. ซม 60 พันธุ์ กวก. ซม 2 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง



ภาพที่ 2 ลักษณะเมล็ดถั่วเหลืองหลังผ่านกระบวนการบ่มกวนในถั่วเหลืองพันธุ์ กวก. ซม 60 พันธุ์ กวก. ซม พันธุ์ศรีสำโรง 1 และพันธุ์ตาแดง



ภาพที่ 3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกพันธุ์ กวก. ขนม 60 พันธุ์ กวก. ขนม 2 พันธุ์ศรีสำโรง 1 และ พันธุ์คณฑง

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีต่อคุณภาพเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก แม้ว่าเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกจาก พันธุ์คณฑงมีปริมาณสารกาบ้าในเมล็ดสูงสุดแต่กลับไม่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากนัก ความนิยมของผู้บริโภคจะสอดคล้องกับความพึงพอใจในลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ร่วมด้วย โดยเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก ที่ได้รับความนิยมในระดับสูง คือ เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกพันธุ์ กวก. ขนม 60 และพันธุ์ศรีสำโรง 1 เมื่อพิจารณา ปริมาณสารกาบ้าและโปรตีนในเมล็ดแม้ว่าจะไม่ได้สูงสุดแต่ปริมาณสารกาบ้าและโปรตีนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ยังอยู่ใน ระดับที่ไม่ด้อยกว่าพันธุ์คณฑงที่มีปริมาณสารกาบ้าสูงสุด หรือพันธุ์ กวก. ขนม 2 และพันธุ์ศรีสำโรง 1 ที่มี ปริมาณโปรตีนสูงสุด ความนิยมในผลิตภัณฑ์โดยส่วนมากนิยมเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกที่มีสีน้ำตาลอมแดง เมล็ดไม่ แข็งหรืออยู่เกินไป ซึ่งในถั่วเหลืองพันธุ์คณฑงเมื่อนำมาแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวงอก ผ่านกระบวนการหมักเป็น ระยะเวลา 2 เดือนขึ้นไป เนื้อสัมผัสของเมล็ดถั่วเหลืองมีลักษณะโครงสร้างที่คงรูปเป็นเมล็ดที่แข็งกว่าถั่วเหลือง พันธุ์อื่น ๆ แต่เนื้อเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกที่ได้มีสีเหลืองซีด เมล็ดแข็ง มีสีตาเมล็ดสีดำเห็นได้อย่างชัดเจนทำให้ดู คล้ายมีสิ่งสกปรกเจือปน ไม่น่ารับประทาน และเมื่อพิจารณาในเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกพันธุ์ กวก. ขนม 2 ที่มี ปริมาณโปรตีนสูงสุดแต่ก็ได้รับความนิยมไม่สูงนักเนื่องจากเนื้อเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกที่ได้มีลักษณะเมล็ดนิ่มและ เปื่อยยุ่ยมากกว่าเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์อื่น ๆ เนื่องจากถั่วเหลืองพันธุ์ กวก. ขนม 2 มีโครงสร้างเนื้อเยื่อสะสมอาหารที่ มีความพรุนกว่าถั่วเหลืองพันธุ์อื่น ๆ (ละอองดาว และคณะ, 2550) เมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าไปทำให้โครงสร้างเมล็ดมีความ แข็งแรงน้อยกว่าเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์อื่น ๆ หลังจากทำการหมักทำให้ได้เต้าเจี้ยวที่มีเนื้อละเอียดและเปื่อยยุ่ย มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ ในการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกในอนาคตควรพัฒนาวิธีการในด้านการ เก็บรักษาเพื่อคงคุณภาพทางโภชนาการและคงลักษณะทางกายภาพของเมล็ดเพื่อแก้ปัญหาเมล็ดเปื่อยยุ่ยเสีย

สรุปผล

ถั่วเหลืองพันธุ์ กวก. ขนม 60 และพันธุ์ศรีสำโรง 1 เหมาะสำหรับนำไปแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอก โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการอยู่ในระดับสูง และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุดในด้าน ลักษณะทางกายภาพ เนื้อสัมผัส สี และคุณค่าทางโภชนาการ

ถั่วเหลืองพันธุ์คณฑงเมื่อนำไปแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยวถั่วเหลืองงอกมีปริมาณสารกาบ้าและโปรตีนสูงสุด แต่ ความพึงพอใจของผู้บริโภคอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีซีด และลักษณะสีตาของเมล็ดทำ คล้ายมีสิ่งเจือปน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตรและสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนบุคลากรและงบประมาณในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ละอองดาว แสงหล้า สิทธิ แต่งประดับ จิตาภา แต่งประดับ คงศักดิ์ กำแพงสงคราม และเสวต เจริญภาศ. 2550. ผลของลักษณะทางกายภาพที่มีต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ. วารสารวิชาการเกษตร 25(2): 166-176.
- อิงฟ้า คำแพง อรพิน เกิดชูชื่น และณัฐฐา เลากกุลจิตต์. 2552. การเปลี่ยนแปลงสารอาหารของข้าวและธัญพืช ในระหว่างการงอก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40(3) พิเศษ 341-344.
- Elliott KAC, Hobbiger F. 1959. GABA circulatory and respiratory effects in different species. *Journal of Physiology*. 146: 70-84.
- Lacerda J.E, Campos R.R, Araujo G.C, Andreatta-Van Leyen S, Lopes O.U, Guertzenstein P.G. 2003. Cardiovascular responses to microinjections of GABA or anesthetics into rostral ventrolateral medulla of conscious and anesthetized rats. *Braz Journal of Medical and Biological Research*. 36(9): 1269-1277.
- Mayumi. (September 8, 2008). GABA in green soybeans and rice. (Online) Available URL <http://soybeanlove.blogspot.com/2005/10/gaba-in-green-soybeans-and-rice.html>
- Snedden, W.A.,Arazi. T.,Fromm. H., and Shelp. B. J. 1995. Calcium/Calmodulin activation of soybean glutamate decarboxylase. *Plant Physiol*. 108: 543-549.

การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียนในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบ
การจัดการศึกษา ของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง
Factors Relating Study Related Burnout during the transitional period
of Education Management. Case study of students,
Faculty of Public Health. A university in Thailand

ภรณ์ทิพย์ อ่อนโสภะ^{1*} วราพร กันหาเรียง¹ อลิสดา เกตดา¹ และธัชช กนกเทศ¹
Pornthip Onsopha^{1*} Waraporn Kanhariang¹ Alissada Ketda¹ and Thanach Kanokthet¹

¹ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

¹ Faculty of Public Health, Thapho sub district; Muang Phitsanulok ,Phitsanulok province 65000

*Corresponding author E-mail: thanachk@nu.ac.th, Pornthipo63@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับภาวะหมดไฟในการเรียนและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียนในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบการจัดการศึกษาของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษา จำนวน 357 คน โดยผู้วิจัยได้คำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรเครจซี่และมอร์แกน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และ อีตา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่าง มีภาวะหมดไฟในการเรียนระดับมาก และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ(p-value=0.010) อายุ(p-value=0.006) ชั้นปีที่กำลังศึกษา (p-value=0.037) ผลการเรียนสะสม(p-value=0.045) สถานภาพ(p-value=0.000) โรคประจำตัว (p-value=0.000) รายได้เฉลี่ยที่ได้รับต่อเดือน(p-value=0.021) ที่พักอาศัยในปัจจุบัน(p-value=0.026) ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ สถานภาพสมรสของบิดามารดา(p-value=0.001) ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษา กับสมาชิกในครอบครัว (p-value=0.000) ปัจจัยด้านการเรียน ได้แก่ ปริมาณที่ต้องรับผิดชอบ ความเพียงพอของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน สภาพแวดล้อมในการเรียน (p-value=0.000)มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

คำสำคัญ: ภาวะหมดไฟ, การเรียน, จัดการศึกษา

Abstract

This study aimed to investigate the level of burnout and factors related with burnout during the transitional period of Education Management. Case study of students ,Faculty of Public Health. The sample group is Faculty of Public Health, of a University, years 1-4, 357 people. The researcher calculated the sample using the Krejcie and Morgan. Data was analyzed by using descriptive statistics with frequency statistic, percentage, mean, standard deviation. And analyzed the relationship with Person's Product Moment correlation coefficient and Eta correlation statistics. The results found that The sample group had a high level of burnout in studying. The factors relating study related burnout among students at Faculty of Public Health, of a University were Personal factors include sex (p-value=0.010), age (p-value=0.006),year of study

(p-value= 0.037), cumulative academic results. (p-value=0.045) Status (p-value=0.001) Congenital disease (p-value = 0.001) Average income received per month (p-value=0.021), current residence (p-value= 0.026), Family factors including marital status of parents (p-value=0.001), relationship between students and family members (p-value=0.001) Academic factors include: Quantity to be responsible Sufficiency of equipment used in learning Learning environment (p-value=0.000) is related to study burnout. Statistically significant at 0.05.

Keywords : Burnout, Study, Education Management

บทนำ

บริบทการเปลี่ยนแปลงสังคมโลกภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์ที่มีต่อสังคมไทยเป็นโอกาสและข้อจำกัดต่อการพัฒนาประเทศทั้งการเลื่อนไหลของคน ทุน ความรู้เทคโนโลยีและสินค้าบริการอย่างไร้พรมแดน กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วในทุกพื้นที่อย่างไร้ข้อจำกัดและเชื่อมโยงกันทั่วโลกส่งผลทั้งเชิงบวกและลบ (Office of the Education Council, 2017) หัวใจของการศึกษาแห่งศตวรรษที่ 21 คือต้องไม่เรียนเพียงแต่ให้รู้วิชา แต่ต้องฝึกในบริบทต่างๆ ของชีวิตจริงเพื่อที่จะทำงานได้อย่างมืออาชีพ (Karaca-Atik et al, 2023) จากการประมาณการเกี่ยวกับผู้สำเร็จการศึกษาเข้าสู่ตลาดแรงงานปี พ.ศ.2560 เป็นผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด ร้อยละ 89.50 เห็นได้ว่าการศึกษาระดับปริญญาตรีนั้นสามารถช่วยให้ผู้จบการศึกษามีแนวโน้มที่จะได้ประกอบอาชีพมากที่สุด มีความสำคัญอย่างยิ่งในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตในอนาคต (สมัคร สมรภักดีเทวา และ เอกนถุน บางท่าไม้, 2021) แต่ในทางกลับกันจำนวนผู้จบการศึกษาระดับปริญญาตรีของประเทศไทยลดลงและจากการสำรวจเกี่ยวกับความต้องการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาไทยมีความเห็นเห็นว่าเด็กไทยเรียนหนักมากที่สุดในโลกแต่ไม่สามารถนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเด็กไทยไม่ได้เรียนในสิ่งที่อยากเรียน (ชัยพร พงษ์พิสันต์รัตน์, 2565) ส่งผลให้เด็กเกิดความเหนื่อยหน่าย ดังนั้นความเหนื่อยหน่าย(Burnout) จึงเป็นสิ่งที่เป็อุปสรรคต่อการศึกษาในอนาคต (Salmela-Aro, K., et. Al, 2021).

ภาวะหมดไฟเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับโลกโดยคณะกรรมการการยุโรปเปิดเผยว่า ร้อยละ 57 ของบุคคลนั้นรู้สึกว่าการเรียน และการทำงานมีผลต่อสุขภาพ และมีผลต่อจิตใจในระดับมาก (Jagodics & Szabó, 2022) องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้ประกาศให้ภาวะหมดไฟ (Burnout Syndrome) นับเป็นภาวะทางการแพทย์และจัดอยู่ในบัญชีจำแนกทางสถิติระหว่างประเทศของโรคและปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้อง (ICD-11) ซึ่งต้องได้รับการดูแลรักษาและเป็นภาวะที่จะเกิดในคนรุ่นใหม่มากขึ้น งานวิจัยต่างประเทศระบุว่าอาจส่งผลให้กลายเป็นโรคซึมเศร้าได้ในระยะยาวและเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับที่ 2 ของกลุ่มคนรุ่นใหม่มีจำนวนผู้เสียชีวิตเป็นจำนวนมากต่อปี (Griffith, 2022)

ในบริบทของสถานศึกษามีการพัฒนาและการใช้เครื่องมือในการวัดความเหนื่อยหน่ายในการเรียน ที่เป็นมาตรฐานทำให้ทราบผลการศึกษเกี่ยวกับความเหนื่อยหน่ายทางการเรียนได้อย่างชัดเจน (Salmela-Aro et al, 2009; May et al, 2020) โดยเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการมีประสบการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับความคิด ความอ่อนล้า ที่เกิดขึ้นเรื้อรังเป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากภาระการเรียนที่หนักเกินไป เกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัย (Erhabor & Don, 2016) สถาบันการศึกษาจึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้และการให้ประสบการณ์กับนักศึกษา ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความสำคัญในการปรับตัวในการเรียน ดังนั้นสถาบันการศึกษาควรทำให้เกิดบริบทแห่งการเปลี่ยนแปลงต่อผู้ที่ศึกษาในสถาบันนั้น เพื่อไม่ให้ผู้ที่ศึกษาเกิดการรับรู้และประสบการณ์ทางการเรียนที่มีผลต่อรูปแบบการปรับตัว (Salmela Aro, 2008) โดยในช่วงการระบาด

ของ COVID-19 การปรับตัวในการเรียนออนไลน์รวมถึงการไม่สามารถเรียนปฏิบัติในห้องเรียนได้ ทำให้นักศึกษาเรียนไม่เข้าใจมากขึ้นและมีความเครียดมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพจิตและผลการเรียนของนักศึกษาในภายหลังได้ ซึ่งสถาบันการศึกษาที่มีศักยภาพในระดับสูงอาจมีการสร้างนโยบาย การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความเหนื่อยหน่ายในการเรียนไว้รองรับ (Suarlin & Ali, 2020)

การมีสมรรถภาพการเรียนรู้ที่ต่ำ มีปัญหาด้านสุขภาพจิต และการหลีกเลี่ยงที่จะปรับตัวเมื่อเกิดสภาพปัญหา ทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดความวิตกกังวล สถาบันการศึกษาจึงควรจัดการให้การปรึกษา การฝึกการดำเนินชีวิตและหลักประกันด้านสุขภาพ เพื่อช่วยเหลือผู้ที่ศึกษาในสถาบันการศึกษานั้นให้เกิด การตระหนักรู้ตนเอง เกิดความรู้สึกร่วมกับบุคคลอื่น (Fares et al, 2016)

คณะสาธารณสุขศาสตร์ เป็นคณะวิชาหนึ่งในกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ที่มีบทบาทหน้าที่ในการผลิตบัณฑิตด้านสาธารณสุข ซึ่งเป็นสาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ที่มีการจัดประสบการณ์วิชาชีพ เพื่อให้นักศึกษาได้เผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถและทักษะต่างๆ ในการตัดสินใจให้บริการสุขภาพอย่างเหมาะสมจึงต้องเกิดการฝึกฝนเป็นอย่างมาก ในขณะที่เดียวกันนักศึกษายังต้องมีการสัมพันธ์กับผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งระดับบุคคล ครอบครัว กลุ่มคน ชุมชน สังคม และผู้ร่วมงานอีกด้วย จึงต้องมีความอดทน ความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น มีการตัดสินใจที่ดีและควบคุมตนเองได้ ความเครียดด้านการเรียนกับภาวะหมดไฟในการเรียนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (Srisongmueang, 2016) ซึ่งประสิทธิภาพในการเรียนที่ลดลงเกิดขึ้นจากการมีความรู้สึเหนื่อยหน่ายอ่อนล้า คับข้องใจ และเป็นผลมาจากการปฏิบัติงานที่มีความทุ่มเททำในสิ่งที่เป็นความคาดหวังของตนเองแต่กลับไม่ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ (Kurniawan et al, 2021) จากประเด็นจากดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียนในระบบการศึกษาในช่วงเปลี่ยนผ่านดังกล่าว

วัสดุและวิธีการ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับภาวะหมดไฟในการเรียนในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบการจัดการศึกษา
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียนในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบการจัดการศึกษาของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-4 ปีการศึกษา 2565 มีจำนวน 1,564 คน

กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้สูตรของ เครจซีและมอร์แกน (Krejcie and Morgan) กรณิทราบประชากร สูตรคำนวณหาจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ได้กลุ่มตัวอย่าง 344 คน จากสูตร

$$n = \frac{\chi^2 N p (1 - p)}{e^2 (N - 1) + \chi^2 p (1 - p)}$$

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น (Independent variable) ได้แก่

1. ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ชั้นปี ผลการเรียนสะสม สถานภาพ โรคประจำตัว รายได้ที่ได้รับต่อเดือน และที่พักอาศัยในปัจจุบัน

2. ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ สถานภาพสมรสของบิดามารดา และ ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษา กับสมาชิกในครอบครัว

3. ปัจจัยด้านการเรียน ได้แก่ ปริมาณงานที่ต้องรับผิดชอบ ความเพียงพอของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน และสภาพแวดล้อมในการเรียน

ตัวแปรตาม (Dependent variable) ได้แก่ ภาวะหมดไฟ

เครื่องมือและคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือในการวิจัย เป็นแบบสอบถาม มีทั้งหมด 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เป็นแบบสอบถามข้อมูลรายละเอียดส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย เพศ อายุ ชั้นปี ผลการเรียนสะสม สถานภาพ โรคประจำตัว รายได้ที่ได้รับต่อเดือน ที่พักอาศัยในปัจจุบัน และสถานภาพสมรสของบิดามารดา โดยลักษณะแบบสอบถามแบบตรวจสอบรายการ(Check List)และเติมข้อความ(Open end)

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามปัจจัยด้านครอบครัว (ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษา กับสมาชิกในครอบครัว) จำนวน 8 ข้อคำถาม โดยมีลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่มีคำตอบเป็นทางเลือก 5 ระดับ

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามปัจจัยทางการเรียน ปริมาณงานที่ต้องรับผิดชอบ ความเพียงพอของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน และสภาพแวดล้อมในการเรียน จำนวน 12 ข้อคำถาม โดยมีลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่มีคำตอบเป็นทางเลือก 5 ระดับ

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามวัดระดับภาวะหมดไฟเป็นข้อคำถามทางลบจำนวน 14 ข้อคำถาม ประกอบด้วย ด้านความอ่อนล้าทางอารมณ์ จำนวน 9 ข้อ ด้านการเหม็นเฉยต่อการเรียน จำนวน 5 ข้อ และข้อคำถามทางบวก ด้านประสิทธิภาพในการเรียน จำนวน 8 ข้อ โดยมีลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่มีคำตอบเป็นทางเลือก 7 ระดับ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ความตรง (Validity) ทดสอบค่า IOC กับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ได้หาค่าความตรง เท่ากับ 0.78

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 30 คน ซึ่งมีบริบททางสังคมที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ได้ค่าระหว่าง 0.83-0.91

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การคำนวณค่าทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลและตอบวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ข้อมูลปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล คือ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติอนุมาน (inferential statistics) เพื่อทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ โดยใช้สถิติ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Person's Product Moment correlation coefficient) และ อีตา (Eta correlation statistics)

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครที่เข้าร่วมในการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้พิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างและยึดถือจรรยาบรรณ อย่างเคร่งครัด โดยได้รับการพิจารณาความเหมาะสมจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับการอนุมัติจริยธรรมการ

วิจัยในมนุษย์ หมายเลขโครงการ IRB No. P2-0057/2566 เมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม 2566 จากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการตามขั้นตอน

ผลการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 357 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 305 คน คิดเป็นร้อยละ 85.4 มีอายุ 20 ปีจำนวน 101 คน คิดเป็นร้อยละ 28.3 ส่วนใหญ่ศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 4 จำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 ผลการเรียนอยู่ในช่วง 3.01-3.50 จำนวน 118 คน คิดเป็นร้อยละ 33. ส่วนใหญ่ไม่มีแฟนจำนวน 254 คน คิดเป็นร้อยละ 71.1 ไม่มีโรคประจำตัวจำนวน 331 คน คิดเป็นร้อยละ 92.7 และที่มีโรคประจำตัวส่วนใหญ่ คือ โรคภูมิแพ้จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 รายได้เฉลี่ยที่ได้รับต่อเดือนอยู่ในช่วง 3,001-5,500 จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 39.5

2. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน ในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบการจัดการศึกษาของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ ($F = 3.552, p\text{-value} = 0.010$) อายุ ($F = 0.377, p\text{-value} = 0.006$) ชั้นปีที่กำลังศึกษา ($F = 4.499, p\text{-value} = 0.037$) ผลการเรียนสะสม ($F = 4.108, p\text{-value} = 0.045$) สถานภาพ ($F = 0.107, p\text{-value} = 0.000$) โรคประจำตัว ($F = 0.048, p\text{-value} = 0.000$) รายได้เฉลี่ยที่ได้รับต่อเดือน ($F = 1.906, p\text{-value} = 0.021$) ที่พักอาศัยในปัจจุบัน ($F = 2.364, p\text{-value} = 0.026$) ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ สถานภาพสมรสของบิดามารดา ($F = 0.244, p\text{-value} = 0.001$) ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษา กับสมาชิกในครอบครัว ($r = -0.346, p\text{-value} = 0.000$) ปัจจัยด้านการเรียน ได้แก่ ปริมาณที่ต้องรับผิดชอบ ความเพียงพอของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน สภาพแวดล้อมในการเรียน ($r = -0.449, p\text{-value} = 0.000$) มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียนในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบการจัดการศึกษาของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ ด้วยค่า Pearson Correlation

	ปัจจัย	ภาวะหมดไฟ	ปัจจัยด้านครอบครัว	ปัจจัยด้านการเรียน
ระดับภาวะหมดไฟ	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	1		
ปัจจัยด้านครอบครัว	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-.346** .000	1	
ปัจจัยด้านการเรียน	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-.449** .000	.357** .000	1

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียนในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบการจัดการศึกษาของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ ด้วยค่าสหสัมพันธ์ Eta Correlation

ปัจจัย	ระดับภาวะหมดไฟ		
	Eta	F	P
เพศ	0.100	3.552	0.010*
อายุ	0.080	0.377	0.006*
ชั้นปีที่กำลังศึกษา	0.192	4.499	0.037*
ผลการเรียนสะสม	0.211	4.108	0.045*
สถานภาพ	0.017	0.107	0.000*
โรคประจำตัว	0.012	0.048	0.000*
รายได้เฉลี่ยที่ได้รับต่อเดือน	0.146	1.906	0.021*
ที่พักอาศัยในปัจจุบัน	0.162	2.364	0.026*
สถานภาพสมรสของบิดามารดา	0.037	0.244	0.001*

*Correlation significant at the 0.01 level (2-tailed).

วิจารณ์ผล

1. กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีภาวะหมดไฟในการเรียนจากปัจจัยด้านการเรียน คิดเป็นร้อยละ 99.4 รองลงมาเป็นปัจจัยด้านครอบครัว คิดเป็นร้อยละ 84.0 สอดคล้องกับวิจัยของกอกษ ต่ายเกิด และคณะ (2562) จากการศึกษาความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของภาวะหมดไฟ (Burnout syndrome) ในนักศึกษาแพทย์ระดับชั้นพรีคลินิกมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พบว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างมีระดับของภาวะหมดไฟระดับสูง

2. การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน การเรียนในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบการจัดการศึกษาของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง พบว่า

2.1 เพศมีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ($F = 3.552$, $p\text{-value} = 0.010$) เนื่องจากอาจอธิบายได้ด้วย sex role-dependent stereotype ซึ่งเพศหญิงจะเน้นการแสดงออกทางอารมณ์มากกว่าเพศชาย จึงอาจมีแนวโน้มเกิดภาวะความเครียดหรือความเหน็ดเหนื่อยที่เรื้อรังได้มากกว่า ในส่วนของความท้อถอยทางการเรียนด้านที่มีทัศนคติทางลบต่อการเรียน (cynicism) สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยพร พงษ์พิสันต์รัตน์ (2565) ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาความเหนื่อยหน่ายในการเรียนของนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม พบว่านิสิตระดับปริญญาตรีเพศชายและเพศหญิงมีความเหนื่อยหน่ายในการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชานันท์ เกิดผล และคณะ (2562) จากการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความท้อถอยทางการเรียนของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐแห่งหนึ่ง พบว่าความท้อถอยทางการเรียนด้านความเหน็ดเหนื่อยที่เกี่ยวข้องกับการเรียน (exhaustion) ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 นอกจากนี้ยังขัดแย้งกับงานวิจัยของกอกษ ต่ายเกิด และคณะ (2562) จากการศึกษาความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของภาวะหมดไฟ (Burnout syndrome) ในนักศึกษาแพทย์ระดับชั้นพรีคลินิก มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พบว่านักศึกษาแพทย์เพศชายมีค่าเฉลี่ยของระดับภาวะหมดไฟด้านการเมินเฉยต่อการเรียนมากกว่าเพศหญิง กล่าวได้ว่าเพศชายเมื่อประสบปัญหา มีแนวโน้มที่จะไม่

แสดงอารมณ์หรือแสดงความอ่อนล้า เช่น เพศหญิง แต่จะแสดงออกในลักษณะลดความสัมพันธ์และตีตัวออกห่างมากกว่า ฉะนั้นเพศชายจึงมีโอกาสดังกล่าวออกในลักษณะของการเมินเฉยต่อการเรียนได้มากกว่าเพศหญิง

2.2 อายุมีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ($F = 0.377$, $p\text{-value} = 0.006$) เนื่องจากนักศึกษาที่มีอายุแตกต่างกันส่งผลให้มีระดับภาวะหมดไฟแตกต่างกัน อาจเกิดจากภาระหน้าที่ วุฒิภาวะที่แตกต่างกัน อายุเพิ่มขึ้นอาจทำให้นักศึกษามีประสบการณ์ ได้รู้ได้เห็นสิ่งต่างๆทั้งทางตรงและทางอ้อม จึงทำให้เกิดการเรียนรู้และเลือกวิธีการในการปฏิบัติและแก้ไขปัญหา แต่ก็อาจจะมีภาระงานหรือหน้าที่ที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดความเหน็ดเหนื่อยได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จามรี ณ บางช้าง และคณะ (2565) จากการศึกษาภาวะเหนื่อยล้าและภาวะซึมเศร้าในนักศึกษาแพทย์ ในโรงเรียนแพทย์เอกชนแห่งหนึ่ง พบว่าภาวะเหนื่อยล้าการลดความเป็นบุคคลสัมพันธ์กับอายุ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจุฑารัตน์ แซ่ล้อ และคณะ (2560) จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเหนื่อยหน่ายในงานของพยาบาลวิชาชีพโรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี พบว่าอายุมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเหนื่อยหน่ายในงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$)

2.3 ชั้นปีที่กำลังศึกษามีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ($F = 4.499$, $p\text{-value} = 0.037$) เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มีระดับความหมดไฟในการเรียนน้อยกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 2 ชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 จะเห็นได้ว่ายิ่งนักศึกษามีระยะเวลาที่อยู่ในสถาบันศึกษานานขึ้นหรืออยู่ชั้นปีที่สูงขึ้น ก็มีแนวโน้มที่จะมีระดับระดับความหมดไฟในการเรียนสูงขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชั้นปีที่สูงขึ้นอาจสื่อได้ถึงภาระงานและความรับผิดชอบที่มากขึ้น รวมถึงมีความเครียดสะสมมาเป็นระยะเวลาต่อเนื่องยาวนานกว่านักศึกษาที่เพิ่งเข้าศึกษาในปีแรก สอดคล้องกับงานวิจัยของศรีอาภา อัจฉริยะสวัสดิ์ และคณะ (2563) จากการศึกษาความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะเหนื่อยล้าในการเรียนของนักศึกษาแพทย์ชั้นคลินิก มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่านักศึกษาแพทย์ที่กำลังศึกษาในชั้นปีที่ไม่ตรงกับปีที่เข้าศึกษาตอนชั้นปี 1 เป็นปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อภาวะเหนื่อยล้าในการเรียนระดับสูง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจามรี ณ บางช้าง และคณะ (2565) จากการศึกษาภาวะเหนื่อยล้าและภาวะซึมเศร้าในนักศึกษาแพทย์ในโรงเรียนแพทย์เอกชนแห่งหนึ่ง พบว่าความอ่อนล้าทางอารมณ์สัมพันธ์กับชั้นปี นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชานันท์ เกิดผล และคณะ (2562) จากการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความท้อถอยทางการเรียนของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐแห่งหนึ่ง พบว่าความท้อถอยทางการเรียนโดยรวมสัมพันธ์กับปีที่เข้าศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.4 ผลการเรียนสะสม มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ($F = 4.108$, $p\text{-value} = 0.045$) เนื่องจากนักศึกษาที่มีผลการเรียนสะสมในช่วง 2.01-2.50 มีระดับภาวะหมดไฟมากกว่านักศึกษาที่มีผลการเรียนในช่วงอื่นๆ อาจเพราะเมื่อมีภาวะหมดไฟแล้วทำให้ผลการเรียนไม่ดีเท่าที่ควรหรือเนื่องจากเพราะนักศึกษาที่มีผลการเรียนสะสมน้อยจึงทำให้เกิดภาวะหมดไฟในการเรียนและการสอบมากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของศรีอาภา อัจฉริยะสวัสดิ์ และคณะ (2563) จากการศึกษาความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะเหนื่อยล้าในการเรียน ของนักศึกษาแพทย์ชั้นคลินิก มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่าแพทย์ที่มีเกรดเฉลี่ยเทอมที่ผ่านมา (GPA) น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำการศึกษา เป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อภาวะเหนื่อยล้าในการเรียน นอกจากนี้ยังขัดแย้งกับงานวิจัยของอิทธิชัย รัตนาตราษฎ์ และคณะ (2564) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนกับภาวะเครียด ภาวะหมดไฟและคุณภาพการนอนหลับของนิสิตแพทย์ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสม (GPAX) กลุ่มเกรดน้อยกว่า 3.25 และกลุ่มเกรดมากกว่าหรือเท่ากับ 3.25 กับภาวะเครียดและภาวะหมดไฟ พบว่าทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.5 สถานภาพมีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ($F = 0.107$, $p\text{-value} = 0.000$) เนื่องจากอาจอธิบายได้ว่าสถานภาพโสดมีโอกาสเกิดภาวะหมดไฟได้มากกว่ามีแฟน อาจเป็นเพราะปัจจัยทางสังคมที่ต่างกันในประเทศไทย ถึงแม้จะไม่มีแฟนแต่มีเพื่อนและครอบครัวคอยให้การช่วยเหลือ การสนับสนุนทางสังคม ซึ่งได้แก่ แฟน ครอบครัวและเพื่อน มีความสัมพันธ์ทางลบกับการเกิดภาวะหมดไฟ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของกอกะ เกษ ต่ายเกิด และคณะ (2562) จากการศึกษา ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของภาวะหมดไฟ (Burnout syndrome) ในนักศึกษาแพทย์ระดับชั้นพรีคลินิก มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์พบว่า ภาวะหมดไฟทั้ง 3 ด้านไม่มีความสัมพันธ์กับสถานภาพโสดและมีแฟน

2.6 โรคประจำตัว มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ($F = 0.048$, $p\text{-value} = 0.000$) เนื่องจากอาจอธิบายได้ว่าการมีโรคประจำตัว มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อภาวะอารมณ์ได้สูงและเมื่อเกิดภาวะอ่อนล้าทางอารมณ์ขึ้นก็จะส่งผลกระทบต่อการศึกษาภาวะเหนื่อยล้าในการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีอาภา อัจฉริยะสวัสดิ์ และคณะ (2563) จากการศึกษาความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะเหนื่อยล้าในการเรียน ของนักศึกษาแพทย์ชั้นคลินิก มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่าการมีปัญหาหรือโรคทางกายเป็นปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อภาวะเหนื่อยล้าในการเรียนสูง

2.7 รายได้เฉลี่ยที่ได้รับต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ($F = 1.906$, $p\text{-value} = 0.021$) เนื่องจากนักศึกษายังไม่สามารถทำงานมีรายได้เป็นของตนเอง ปัญหาด้านการเงินจึงพิจารณาจากจำนวนเงินที่ได้รับจากผู้ปกครองต่อเดือนเพียงพอ การเรียนในมหาวิทยาลัยมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนเป็นระบบออนไลน์ในช่วงที่มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งจากเดิมที่เคยเข้ามาเรียนในมหาวิทยาลัยเปลี่ยนเป็นเรียนที่บ้านของตนเองหรือในหอพัก ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น เช่น ค่าอินเทอร์เน็ต ค่าอุปกรณ์การเรียนออนไลน์ ค่าไฟฟ้า ประกอบการขาดรายได้ของครอบครัว ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ส่งผลต่อการเลี้ยงดูและการส่งเสริมในด้านต่างๆ ของนักศึกษาลดลงทำให้เกิดท้อถอยในการเรียนจากความไม่เพียงพอของรายได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของกอกะ เกษ ต่ายเกิด และคณะ (2562) จากการศึกษาความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของภาวะหมดไฟ (Burnout syndrome) ในนักศึกษาแพทย์ระดับชั้นพรีคลินิก มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พบว่ารายได้มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟ

2.8 ที่พักอาศัยในปัจจุบัน มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ($F = 2.364$, $p\text{-value} = 0.026$) เนื่องจากการใช้ชีวิตห่างไกลบ้าน กลิ่นไม่พึงประสงค์ เสียงรบกวน หรือแม้กระทั่งแสงสว่าง ระยะทางจากหอพักมหาวิทยาลัย รวมไปถึงเพื่อนบ้านและสภาพแวดล้อมบริเวณหอพัก ส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันและการนอนหลับ อาจทำให้เกิดความเหนื่อยล้าได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของจามรี ณ บางช้าง และคณะ (2565) จากการศึกษาภาวะเหนื่อยล้าและภาวะซึมเศร้าในนักศึกษาแพทย์ในโรงเรียนแพทย์เอกชนแห่งหนึ่ง พบว่าความสำเร็จส่วนบุคคลสัมพันธ์กับที่อยู่อาศัย

2.9 ปัจจัยด้านครอบครัวมีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ได้แก่ สถานภาพสมรสของบิดามารดา ($F = 0.244$, $p\text{-value} = 0.001$) อาจอธิบายได้ว่าครอบครัวที่บิดามารดาและบุตรที่อาศัยอยู่ด้วยกันมีความผูกพันทางสายเลือดหรือกฎหมาย โดยสมาชิกแต่ละคนมีความผูกพันกันอย่างใกล้ชิด สมาชิกในครอบครัวมีส่วนช่วยเหลือมีส่วนให้และรับประสบการณ์จากกัน ซึ่งความสัมพันธ์ในครอบครัวมีความสำคัญต่อชีวิตและสภาพจิตใจของเด็ก ทำให้เด็กสามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคมรอบตัวได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา ลือมงคล (2565) จากการศึกษาความเครียดของนักเรียนมัธยมที่มีการเรียนออนไลน์ในช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเครียดและทำให้นักเรียนท้อถอยในการเรียน คือ สถานภาพบิดา-มารดาหย่าร้างหรือแยกกันอยู่ (AOR = 1.80, 95%CI: - 1.34-2.41, $p < 0.001$) และยังสอดคล้องกับวิจัยของอรุณี มิ่งประเสริฐ

(2556) พบว่าสถานภาพสมรสของบิดามารดาของนักศึกษาแตกต่างกัน มีความวิตกกังวลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และยังส่งผลให้เกิดความท้อถอยในการเรียนได้

2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษา กับสมาชิกในครอบครัว($r=-0.346$, $p\text{-value}= 0.000$) อาจอธิบายได้ บิดามารดาของนักศึกษา อาจคาดหวังในตัวบุตรหลานของตัวเองมากเกินไป โดยต้องการให้นักศึกษาตั้งใจเรียน ให้นักศึกษาทบทวนบทเรียนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ได้ผลการเรียนที่ดี เพื่อความอนาคตที่ดีของนักศึกษา หรือเพื่อชดเชยตนเอง ทำให้นักศึกษาเกิดความกดดันส่งผลต่อความเครียดและเหนื่อยหน่ายในการเรียนของนักศึกษาได้ สอดคล้องกับวิจัยของ Baruch-Feldman et al. (2002) ศึกษาเกี่ยวกับแหล่งที่มาของการสนับสนุนทางสังคม ภาวะหมดไฟ พบว่าการสนับสนุนจากครอบครัวมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับภาวะหมดไฟในการทำงาน นอกจากนี้ยังขัดแย้งกับวิจัยของวันเพ็ญ หวังวิวัฒน์เจริญ และคณะ (2559) พบว่าความเครียดและอ่อนล้าทางอารมณ์ของนักศึกษาไม่มีความสัมพันธ์กับสถานภาพสมรสของบิดามารดา

2.11 ปัจจัยด้านการเรียนมีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ($r=-0.449$, $p\text{-value}=0.000$) ได้แก่ ปริมาณที่ต้องรับผิดชอบ อาจอธิบายได้ว่าปริมาณการบ้านที่มากเกินไปจนล้นมือหรือปริมาณงานที่มากเกินไปสำหรับเวลาที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน สอดคล้องกับวิจัยของ ธนวัฒน์ มณี และคณะ (2565) จากการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ความเครียดด้านการเรียนมีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน โดยความเครียดด้านการเรียนสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุไม่ว่าจะเป็นความกดดันในการเรียนของนักเรียน ภาระงานที่มากเกินไป และการสอบ รวมถึงระยะเวลาในการทำงานหรือการสอบที่มีอย่างจำกัด และยังสอดคล้องกับวิจัยของทิพรัตน์ บำรุงพนิชถาวร และคณะ (2565) จากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อภาวะหมดไฟในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลชุมชนในสถานการณ์การแพร่ระบาดของ Covid-19 พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการทำงาน ด้านความอ่อนล้า คือ ภาระงานที่มากเกินไป ($Badj -1.907$; $95\% CI -3.050$, -0.765)

2.12 ความเพียงพอของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน อาจอธิบายได้ว่าความพร้อมเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการเรียน เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการเรียน การที่นักศึกษาขาดแคลนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการเรียน มีอุปกรณ์ที่ไม่รองรับแอปพลิเคชันในการเรียน อุปกรณ์ชำรุด หรือไม่มีคอมพิวเตอร์ จะทำให้นักศึกษาไม่พร้อมในการเรียน ซึ่งสามารถทำให้นักศึกษาเกิดความท้อถอยในการเรียนขึ้นได้ สอดคล้องกับวิจัยของกาญจนา ลือมงคล พบว่าการขาดแคลนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเครียดในการเรียนได้

2.13 สภาพแวดล้อมในการเรียน อาจอธิบายได้ว่าในช่วงสถานการณ์ โครonavirus-19 มีการปรับรูปแบบการเรียนการสอนเป็นรูปแบบออนไลน์ ทำให้จากเดิมนักศึกษาเรียนในมหาวิทยาลัยต้องไปเรียนที่บ้านหรือหอพัก ทำให้นักศึกษาจึงต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้นักศึกษาเกิดภาวะเครียด ส่งผลให้เกิดความท้อถอยในการเรียน สอดคล้องกับ Dyrbye et al. (2009) ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการเรียนกับภาวะหมดไฟของ นักศึกษาแพทย์ทั้งหมด 5 โรงเรียนแพทย์ในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 3,080 คน พบว่าบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในการเรียนมีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียน

สรุปผล

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะหมดไฟในการเรียนในช่วงเปลี่ยนผ่านระบบการจัดการศึกษา ของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง คือปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ชั้นปีที่กำลังศึกษา ผลการเรียนสะสม สถานภาพ โรคประจำตัว รายได้เฉลี่ยที่ได้รับต่อเดือน ที่พักอาศัยในปัจจุบัน ปัจจัยด้าน

ครอบครัว ได้แก่ สถานภาพสมรสของบิดามารดาความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษา กับสมาชิกใน ปัจจัยด้านการเรียน ได้แก่ ปริมาณที่ต้องรับผิดชอบ ความเพียงพอของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน สภาพแวดล้อมในการเรียน.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการพิจารณาให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไข ปรับปรุง จนการวิจัยครั้งนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- กอกษ ต่ายเกิด , ครองขวัญ รั้วมัน , นิรุชา ปรีชาเลิศศิลป์,วินิทรา นวลละออง และปนัดดา โรจน์พิบูลสถิตย์ (2562) ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของภาวะหมดไฟในนักศึกษาแพทย์ระดับชั้นพรีคลินิก มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. วารสารการแพทย์ธรรมศาสตร์; 19:127-138.
- จามรี ณ บางช้าง.(2562) ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะเหนื่อยล้าในการทำงานของแพทย์ประจำบ้าน โรงพยาบาลราชวิถี. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย; 64(1): 61-76
- จุฑารัตน์ แซ่ลื้อ และ สมใจ พุทธาพิทักษ์ผล. (2560). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเหนื่อยหน่ายในงานของพยาบาลวิชาชีพโรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี. วารสารพยาบาลตำรวจ, 9(2), 95-103.
- ชัยพร พงษ์พิสันต์รัตน์ (2565). การศึกษาความเหนื่อยหน่ายในการเรียนของนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (Retracted). Journal of Educational Measurement Mahasarakham University, 28(2), 95-110.
- ศรีอาภา อัจฉริยะสวัสดิ์, สุชญญา ปาริชาติ เปี่ยมนอง, ธนพร ประเคน, นันทิกานต์ ฤทธิเดช,ภัทรพร ยิ่งสนองชาติ , ภาณุพงศ์ อุษณีย์งามเจริญ (2565) ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะเหนื่อยล้าในการเรียนของนักศึกษาแพทย์ชั้นคลินิก.วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย.ปีที่67 ฉบับที่1, 101-112
- สมัคร สมรภักดีเทวา และ เอกนถน บางท่าไม้. (2564). การเรียนรู้ยุคใหม่กับการเรียนการสอนออนไลน์ในสถาบันอุดมศึกษา. วารสารสุโขทัยธรรมมาธิราช, 34(1), 1-18.
- สุชานันท์ เกิดผล, สุชีรา ภัทรายุตวรรัตน์ และศุภโชค สิงห์กันต์. (2562). ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความท้อถอยทางการเรียนของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐแห่งหนึ่ง. วารสารศูนย์การศึกษาแพทย์ศาสตร์คลินิก โรงพยาบาลพระปกเกล้า, 36(1).
- Erhabor, N. I., & Don, J. U. (2016). Impact of Environmental Education on the Knowledge and Attitude of Students towards the Environment. International Journal of Environmental and Science Education, 11(12), 5367-5375.
- Fares, J., Al Tabosh, H., Saadeddin, Z., El Mouhayyar, C., & Aridi, H. (2016). Stress, burnout and coping strategies in preclinical medical students. North American journal of medical sciences, 8(2), 75.
- Griffith, A. K. (2022). Parental burnout and child maltreatment during the COVID-19 pandemic. Journal of family violence, 37(5), 725-731.
- Jagodics, B., & Szabó, É. (2022). Student burnout in higher education: a demand-resource model approach. Trends in Psychology, 1-20.
- Karaca-Atik, A., Meeuwisse, M., Gorgievski, M., & Smeets, G. (2023). Uncovering important 21st-century skills for sustainable career development of social sciences graduates: a

- systematic review. *Educational Research Review*, 100528.
- Katariina and Salmela Aro. (2008). Gendered pathways in school burnout among adolescents. *35(4)*, 929-939
- Kurniawan, P., Jufri, A., Gunawan, A., Yani, S. A., & Priyono, D. (2021). WORK STUDY CONFLICT AGAINST BURNOUT: THE MODERATION ROLE OF SOCIAL SUPPORT FROM FRIENDS. *Dinasti International Journal of Management Science*, 3(2), 301-308.
- May, R. W., Rivera, P. M., Rogge, R. D., & Fincham, F. D. (2020). School Burnout Inventory: Latent profile and item response theory analyses in undergraduate samples. *Frontiers in psychology*, 11, 188.
- Salmela-Aro, K., Tang, X., Symonds, J., & Upadaya, K. (2021). Student engagement in adolescence: A scoping review of longitudinal studies 2010–2020. *Journal of Research on Adolescence*, 31(2), 256-272.
- Salmela-Aro, K., Kiuru, N., Leskinen, E., & Nurmi, J. E. (2009). School burnout inventory (SBI) reliability and validity. *European journal of psychological assessment*, 25(1), 48-57.
- Suarlin, S., & Ali, M. I. (2020). The effect of environmental education learning on students at university. *International Journal of Environment, Engineering and Education*, 2(3), 49-56.
- Srisongmueang, K. (2016). Influence of academic stress on academic burnout of clinical medical students, Faculty of Medicine, Chiang Mai University: Moderating role of perceived social support (Master thesis). Chiang Mai: Chiang Mai University.[in Thai].

ความรู้และพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร

Knowledge and behavior in using antibiotics among undergraduate
students at a university in Bangkok

มันทนา สุนทรวัฒน์^{1*} กัญจนพร นันทะสาร¹ นภัทร์ รัตนมณี¹ อะเคือ กุลประสูติติก² และโสภณา จีรวงศ์นุสรณ์²
Manthana Suntornwat^{1*}, kanjanaporn nanthasan¹, Napat Rattanamane¹, Akua Kulprasutidilok²
and sopana jirawongnusorn²

¹ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการจัดการสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เขตบางเขน กรุงเทพฯ

² อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เขตบางเขน กรุงเทพฯ

¹ Undergraduate students Department of Health Management Technology, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, Bangkok.

² Assistant Professor Department of Health Management Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon
Rajabhat University, Bangkok, Bangkok.

*Corresponding author E-mail: manthanasun@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงภาคตัดขวางนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความรู้และพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของ
นักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร โดยจำแนกตาม เพศ คณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม กลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 556 คน ได้มาด้วยการสุ่มตัวอย่างตามสะดวก เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความรู้และแบบสอบถาม
พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสถิติที่
และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

ผลการวิจัย พบว่า ความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะอยู่ในระดับปานกลางและพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะอยู่ใน
ระดับต่ำ นักศึกษาที่มีเพศต่างกันมีความรู้และพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะไม่แตกต่างกัน เกรดเฉลี่ยสะสมแตกต่างกัน
มีความรู้และพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาสังกัดคณะ
ต่างกัน มีความรู้และพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การใช้ยาปฏิชีวนะ, ความรู้, พฤติกรรม, นักศึกษา

Abstract

This cross-sectional research aimed to study the level of knowledge and behavior in using
antibiotics among university students. Bangkok, classified by gender, faculty, and cumulative GPA
The sample group of 556 people was obtained by convenience sampling. The tools used are
knowledge measurement and questionnaires. Antibiotic use behavior. Statistics used include
frequency, percentage, mean, standard deviation. T-statistic test and one-way analysis of
variance

The results of the research found that knowledge about using antibiotics was at a
moderate level and behavior about using antibiotics was at a low level. Students of different
genders had no difference in knowledge and behavior regarding antibiotic use. The difference in
cumulative GPA, knowledge and behavior in using antibiotics was significantly different at the .05

level. Students belonging to different faculties There are differences in knowledge and behavior regarding antibiotic use. Statistically significant at the .05 level.

Keywords: antibiotic use, knowledge, behavior, students

บทนำ

ยาเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เพื่อนำมาใช้ในการรักษา อาการผิดปกติของร่างกายรวมถึงการรักษาโรค ดังนั้นยาจึงมีประโยชน์และมีความสำคัญ ต่อประชาชนเป็นอย่างมากจะขาดก็ไม่ได้จากการสำรวจโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) พบว่ามากกว่าร้อยละ 50 ของการใช้ยาเป็นไปอย่างสูญเปล่าไม่สมเหตุผล ส่งผลต่อคนไข้ทั้งในด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการรักษา รวมทั้งเสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น (วิลาสินี ประกายมันตระกูล, 2553) เนื่องในระหว่างวันที่ 22-30 พฤศจิกายน 2564 เป็นช่วงสัปดาห์สร้างความตระหนักรู้เรื่องยาต้านจุลชีพโลกของประเทศไทย ปี 2564 ประเทศไทยพบผู้เสียชีวิตจากการติดเชื้อดื้อยา 20,000-40,000 คนต่อปี ซึ่งเชื้อดื้อยาเกิดจากการพัฒนาตนเองของเชื้อเมื่อเจอยาปฏิชีวนะ สาเหตุเกิดจากการใช้ยามากเกินความจำเป็น ส่งผลให้ร่างกายไม่ได้ประโยชน์จากยา หากดื้อยาไม่มากต้องเปลี่ยนยาที่มีราคาแพงขึ้นและใช้เวลารักษานานขึ้น อาการป่วยที่มีอาการน้อยก็จะมีอาการป่วยมากขึ้น อาจทำให้กลายเป็นผู้พิการหรือถึงขั้นเสียชีวิต การใช้ยาปฏิชีวนะที่เหมาะสมคือ เมื่อติดเชื้อหายแล้วต้องหยุดยา บางอาการไม่ต้องใช้ยา อาทิ ไข้หวัด อาการปวดบวมอักเสบ ท้องเสีย แผลสด ซึ่งหากร่างกายได้รับยาที่ไม่เหมาะสมหรือใช้ยาเกินขนาดจะทำให้เกิดอาการดื้อยาโดยไม่จำเป็น (กำธร มาลาธรรม, 2564) มี การคาดการณ์ว่า หากไม่มี มาตรการใด ๆ จำนวนผู้เสียชีวิตจากการติดเชื้อดื้อยาทั่วโลกในปี ค.ศ. 2050 (พ.ศ. 2597) จะสูงถึง 10,000,000 รายต่อปี (2566) จากการศึกษาทั้งในและต่างประเทศยืนยันตรงกันว่ายิ่งมีการใช้ยาปฏิชีวนะมาก อัตราการดื้อยาของเชื้อยิ่งมากขึ้นด้วย (Apisarnthanarak, Danchaiwijitr and Khawcharoenporn ,2008) ปัญหาการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างไม่เหมาะสมเป็นประเด็นที่ทุกภาคส่วนและทุกบุคคลต้องให้ความสำคัญ ดังนั้น นักศึกษาที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีจึงควรมี พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการดูแลสุขภาพตนเองและให้คำแนะนำในการรักษาตนเองเบื้องต้นให้แก่ครอบครัวและชุมชน การศึกษานี้จะทำให้ทราบถึงความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะ และพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างความตระหนักรู้เรื่องยาต้านจุลชีพต่อไป

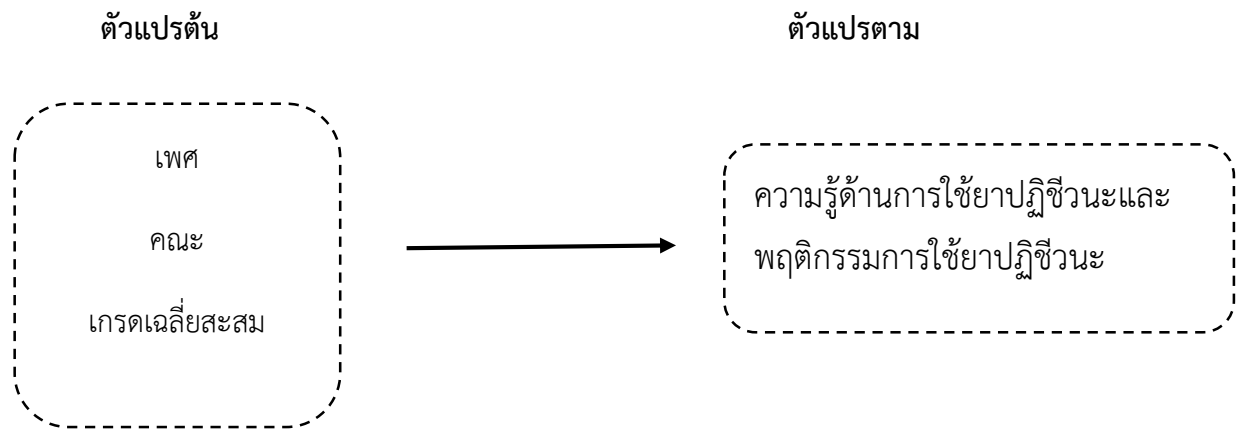
วัตถุประสงค์ของวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาระดับพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยจำแนกตาม เพศ คณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม

กรอบแนวคิดการวิจัย

นักศึกษาที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีควรมีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องและเหมาะสม อันจะเป็นกำลังสำคัญในการดูแลสุขภาพตนเองและให้คำแนะนำในการรักษาตนเองเบื้องต้นให้แก่ครอบครัวและ

ชุมชน ผู้วิจัยต้องการศึกษาความรู้ด้านการใช้ยาปฏิชีวนะและพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างความตระหนักรู้เรื่องยาต้านจุลชีพ โดยมีกรอบแนวคิดดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดของการวิจัย

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2566 ทุกชั้นปี ทั้งหมด 5 คณะ จำนวน 7,435 คน จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรคำนวณของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และยอมให้คลาดเคลื่อนได้ 5% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 380 คน แต่ในการทำวิจัยครั้งนี้สามารถเก็บได้ทั้งหมด 556 คน กำหนดกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของแต่ละคณะ ดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นสุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling)

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามคณะ

คณะ	ประชากร (คน)	กลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วน (คน)	กลุ่มตัวอย่างตามการเก็บข้อมูลจริง (คน)
คณะวิทยาลัยการฝึกหัดครู	1,335	68	69
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	1,004	52	52
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	1,924	98	193
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1,219	62	129
คณะวิทยาการจัดการ	1,953	100	113
รวม	7,435	380	556

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เพศ คณะ เกรดเฉลี่ยสะสม

ตอนที่ 2 แบบวัดความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะพัฒนาและดัดแปลงมาจาก Jairoun et al (2019) Mohammed Battah et al (2021) Higuita-Gutiérrez et al (2020). Al-Qerem et al (2022) วสาวิ กลิ่นขจร (2554) จิรัชัย มงคลชัยภักดิ์และคณะ (2555) จำนวน 10 ข้อ แบบวัดความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะใช้การพิจารณาโดยนำคะแนนแปลงเป็นร้อยละ การจัดระดับพิจารณาจากหลักเกณฑ์ของ Bloom et al (1956) มีการแบ่งคะแนนเป็น 3 ลำดับ ดังนี้ 1) ความรู้ระดับสูงได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป (ช่วงคะแนน 9-10 คะแนน) 2) ความรู้ระดับปานกลางได้ คะแนนระหว่างได้คะแนนระหว่างร้อยละ 60-80 (ช่วงคะแนน 6-8 คะแนน) 3) ความรู้ระดับต่ำได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 (ช่วงคะแนน 0-5 คะแนน)

ตอนที่ 3 แบบสอบถามพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะ พัฒนามาจาก Higuita-Gutiérrez et al (2020) Mohammed Battah et al (2021) และวสาวิ กลิ่นขจร (2554) จำนวน 6 ข้อ ในแต่ละข้อคำถามมีค่าคะแนน ตั้งแต่ 0-3 คะแนน คะแนนรวมอยู่ในช่วง 0 – 18 นำคะแนนที่ได้มาแบ่งกลุ่มพิจารณาจากหลักเกณฑ์ของ Bloom et al (1956) มีการแบ่งคะแนนเป็น 3 ระดับดังนี้ 1) พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องเหมาะสมในระดับสูง ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป (ช่วงคะแนน 14.41 – 18.00 คะแนน) 2) พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องเหมาะสมในระดับปานกลาง ได้คะแนนระหว่างร้อยละ 60-80 (ช่วงคะแนน 10.80 – 14.40 คะแนน) 3) พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องเหมาะสมในระดับต่ำ ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 (ช่วงคะแนน 0- 10.79 คะแนน)

แบบสอบถามถูกนำไปหาค่าความเที่ยงโดยทดลองใช้กับนักศึกษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน โดยแบบวัดความรู้มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .673 แบบสอบถามพฤติกรรมมีค่าความเที่ยงเท่ากับ .788

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยทาง Google Form โดยชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ การวิจัยแก่กลุ่มตัวอย่าง โดยการเก็บข้อมูลจะต้องได้รับความยินยอมจากกลุ่มตัวอย่าง ดำเนินการเก็บรวบรวม ข้อมูลในเดือนกันยายน 2566

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม(Checklist) ด้วย ความถี่ และร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) วิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้และพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะ จำแนกตามเพศ ด้วยสถิติที (T-test) จำแนกตามคณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One – way ANOVA)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานครส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 63.50 คณะวิทยาศาสตร์การฝึกหัดครู คิดเป็นร้อยละ 12.40 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 9.40 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 34.70 คณะวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 23.20 คณะวิทยาการจัดการ คิดเป็นร้อยละ 20.30 เกรดเฉลี่ยสะสม ส่วนใหญ่ อยู่ในระดับ 3.00-3.50 เป็นร้อยละ 45.70

2. ผลการวิเคราะห์ระดับความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร มีระดับความรู้ที่ระดับต่ำ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.00 มีระดับความรู้ที่ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 46.20 และมีระดับความรู้ที่ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 10.80 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร

ระดับ	ช่วงคะแนน	จำนวนคน	ร้อยละ
ระดับต่ำ	ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 (ช่วงคะแนน 0-5 คะแนน)	239	43.00
ระดับปานกลาง	ได้คะแนนระหว่างร้อยละ 60-80 (ช่วงคะแนน 6-8 คะแนน)	257	46.20
ระดับสูง	ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป (ช่วงคะแนน 9-10 คะแนน)	60	10.80

3. ผลการวิเคราะห์ระดับพฤติกรรมใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร นักศึกษาส่วนใหญ่มีระดับพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องเหมาะสมในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 55.30 มีระดับพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องเหมาะสมระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 23.70 และมีระดับพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องเหมาะสมระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 21.00 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับพฤติกรรมใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร

ระดับ	ช่วงคะแนน	จำนวนคน	ร้อยละ
ต่ำ	ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 (ช่วงคะแนน 0- 10.79 คะแนน)	307	55.30
ปานกลาง	ได้คะแนนระหว่างร้อยละ 60-80 (ช่วง คะแนน 10.80 – 14.40 คะแนน)	132	23.70
สูง	ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป (ช่วง คะแนน 14.41 – 18.00 คะแนน)	117	21.00

4. ผลการเปรียบเทียบความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร โดยจำแนกตาม เพศ คณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม จำแนกตามเพศ พบว่า นักศึกษาเพศชายและเพศหญิง มีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{554} = -.223$, $p = .823$) จำแนกตามคณะ พบว่า นักศึกษาที่มีสังกัดคณะต่างกันมีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = .000$) โดยนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะสูงสุด ($\bar{X} = 6.79$, S.D. = 2.45) จำแนกตามเกรดเฉลี่ยสะสม พบว่า นักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยต่างกัน มีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = .036$) โดยกลุ่มที่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.60 ขึ้นไป มีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะสูงสุด ($\bar{X} = 6.25$, S.D. = 2.39) ผลการเปรียบเทียบความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความรู้การใช้จ่ายปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร โดยจำแนกตาม เพศ คณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน(คน)	ร้อยละ	ความรู้การใช้จ่ายปฏิชีวนะ	p-value
เพศ				.823
ชาย	203	36.5	5.74± 1.97	
หญิง	353	63.50	5.79 ± 2.19	
คณะ				.000
วิทยาลัยการฝึกหัดครู	69	12.40	5.72 ± 2.04	
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	52	9.40	5.84± 1.60	
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	193	34.70	5.01± 1.90	
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	129	23.20	6.79± 2.45	
วิทยาการจัดการ	113	20.30	5.91± 1.74	
เกรดเฉลี่ยสะสม				.036
1.50-1.90	10	1.80	4.70±1.25	
2.00 – 2.50	56	10.10	5.66±1.87	
2.60- 2.90	120	21.60	5.53±1.94	
3.00- 3.50	254	45.70	5.74±2.10	
3.60 ขึ้นไป	116	20.90	6.25±2.39	

5. ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร โดยจำแนกตาม เพศ คณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม จำแนกตามเพศ พบว่า นักศึกษาเพศชายและเพศหญิง มีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{554} = .643$, $p = .520$) จำแนกตามคณะ พบว่า นักศึกษาที่มีสังกัดคณะต่างกัน มีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = .000$) โดยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะสูงสุด ($\bar{X} = 11.42$, S.D. = 4.99) จำแนกตามเกรดเฉลี่ยสะสม พบว่า นักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมต่างกัน มีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = .012$) โดยกลุ่มที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมมากกว่า 3.50 มีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะสูงสุด ($\bar{X} = 10.83$, S.D. = 5.83) ผลการเปรียบเทียบการใช้ยาปฏิชีวนะดังแสดงในตารางที่ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง
กรุงเทพมหานคร โดยจำแนกตาม เพศ คณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน(คน)	ร้อยละ	พฤติกรรมการใช้ยา ปฏิชีวนะ	p-value
เพศ				.520
ชาย	203	36.50	9.65±5.70	
หญิง	353	63.50	9.33±5.34	
คณะ				.000
วิทยาลัยการฝึกหัดครู	69	12.40	8.53± 5.86	
เทคโนโลยี อุตสาหกรรม	52	9.40	11.42± 4.99	
มนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์	193	34.70	8.15± 5.49	
วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	129	23.20	11.27±5.41	
วิทยาการจัดการ	113	20.30	9.25± 4.68	
เกรดเฉลี่ยสะสม				.012
1.50-1.90	10	1.80	8.62±5.44	
2.00 – 2.50	56	10.10	9.03±5.34	
2.60- 2.90	120	21.60	10.34±5.50	
3.00- 3.50	254	45.70	11.80±4.02	
3.60 ขึ้นไป	116	20.90	10.83±5.83	

วิจารณ์ผล

1. นักศึกษามหาวิทยาลัยมีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะในระดับปานกลาง ร้อยละ 46.20 เนื่องจากนักศึกษาอาจมีความรู้เดิมมีอยู่ก่อนแล้วหรือความรู้ที่รับจากบุคลากรทางการแพทย์หรือแหล่งอื่นแต่ก็ยังไม่ได้อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ อรุมา อินทงลักษณ์ (2555) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับยาปฏิชีวนะอยู่ในระดับปานกลาง มีเพียงร้อยละ 11.80 เท่านั้นที่มีความรู้อยู่ในระดับดี (\bar{X} =22.90, S.D.=4.10) สอดคล้องกับการศึกษาของสอดคล้องของวัชรภรณ์ กุลวงศ์ (2564) พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับยาปฏิชีวนะและการดูแลรักษาตนเอง อยู่ในระดับปานกลาง (\bar{X} =7.77, SD 2.87) เมื่อจัดกิจกรรมให้ความรู้พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.001$ นั้นแสดงว่าสามารถเสริมสร้างความรู้ให้มากขึ้นได้ และอาจส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้ยาและการดูแลตนเองที่เหมาะสมมากขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของศุภลักษณ์ สุขไพบูลย์ และคณะ (2559) พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้รับบริการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ มีความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะในระดับต่ำ ร้อยละ 49.20

2. นักศึกษามหาวิทยาลัยมีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะในระดับต่ำ ร้อยละ 55.30 หมายถึง นักศึกษามีพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมในการใช้ยาปฏิชีวนะที่ต่ำ อาจเนื่องจาก เช่น ต้องการให้อาการหายเร็ว ทานยาไม่ครบกำหนดตามแพทย์สั่ง หรือหยุดรับประทานยาเมื่อรู้สึกดีขึ้น แต่นักศึกษามีความรู้ในการใช้ยาปฏิชีวนะใน

ระดับปานกลาง ซึ่งตามทฤษฎีของกรีน และกรูเธอร์ (Green and Kreuter, 1991) ที่ได้กล่าวถึงความรู้ว่าเป็นปัจจัยนำที่สำคัญที่จะส่งผลต่อการ แสดงพฤติกรรมแต่ความรู้อย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมสุขภาพได้ จะต้องมียปัจจัยอื่นๆ สอดคล้องกับ ออรูมา อินทงลักษณ์ (2555) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมี พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะ อยู่ในระดับต่ำ มีเพียงร้อยละ 31.90 เท่านั้นที่มีพฤติกรรมอยู่ในระดับดี (\bar{X} =21.40, S.D.=4.20) เมื่อท่านเป็นหวัด มีไข้ ไอ น้ำมูกไหลเจ็บคอ ท่านเริ่มรับประทานยาปฏิชีวนะทันที เพื่อให้ อาการดังกล่าวหายจาก อาการเจ็บป่วย (\bar{X} =0.90, S.D.=0.80) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่าง มีพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้องใน การใช้ยาปฏิชีวนะ คือใช้ยาไม่ถูกเวลา ไม่ถูกโรค ไม่ถูกขนาด แต่ไม่สอดคล้องกับนัชชา ยันติ (2560) พบว่า นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง จังหวัดปทุมธานี มีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 73.00)

3. การเปรียบเทียบความรู้ พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยจำแนกตาม เพศ คณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม

นักศึกษาเพศชายและเพศหญิงมีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ($t_{554} = -.223, p = .823$) อาจเนื่องจาก นักศึกษาเพศชายและเพศหญิงสามารถเปิดรับข้อมูลข่าวสาร และมีโอกาสหาความรู้ได้เช่นเดียวกันแต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ จิรัชัย มงคลชัยภักดิ์ และคณะ (2555) ซึ่งพบว่า เพศ มีความสัมพันธ์กับการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเพศหญิงนั้นมีระดับ พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ดีกว่าเพศชาย เนื่องจาก เพศหญิงเป็นเพศที่มีความละเอียด มีความระมัดระวังและ สนใจและแสวงหาความรู้ในเรื่องของ การป้องกันโรคและการส่งเสริมสุขภาพร่างกาย รวมไปถึงผลเสียหรือ ผลกระทบที่เกิดจากการปฏิบัติ ในทางด้านพฤติกรรมด้านสุขภาพที่ไม่เหมาะสมมากกว่าเพศชาย

นักศึกษาที่มีสังกัดคณะต่างกันมีความรู้ในการใช้ยาปฏิชีวนะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=.000$) โดยนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะสูงสุด (\bar{X} =6.79, S.D. = 2.45) อาจเนื่องจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีสาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพจึงสามารถอธิบายได้ว่า นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะและมีพื้นฐานในการใช้ยาเบื้องต้น ซึ่งสอดคล้อง Haque et al (2019) นักศึกษาแพทย์จะมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะดีกว่านักศึกษาที่ไม่ใช่ แพทย์ แต่ 89% ของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดตอบว่าการฝึก SMA เป็นแนวทางปฏิบัติที่ดี/ยอมรับได้

นักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมต่างกัน มีระดับความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 ($p=.036$) อาจเนื่องจากปัจจัยระดับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้ คุณลักษณะส่วนบุคคล เช่น ผล การเรียนเกี่ยวข้องกับการมีความรู้ที่ดีตามไปด้วย ดังนั้นผู้ที่มีผลการเรียนสูงจะมีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะสูงตาม ไปด้วย

4.จากการเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยจำแนกตาม เพศ คณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม

นักศึกษาเพศชายและเพศหญิงมีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ.05 ($t_{554} =.643, p = .520$) อาจเนื่องจากนักศึกษามีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมในการใช้ยาปฏิชีวนะที่ คล้ายคลึงกัน เช่น ต้องการให้อาการหายเร็ว ทานยาไม่ครบกำหนดตามแพทย์สั่ง หรือหยุดรับประทานยาเมื่อรู้สึก ดีขึ้น

นักศึกษาที่มีสังกัดคณะต่างกัน มีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ($p=.000$) เนื่องจากในมหาวิทยาลัย มี 5 คณะ คือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาการ จัดการ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และวิทยาลัยการฝึกหัดครู ซึ่งธรรมชาติ

ลักษณะการเรียนการสอนของแต่ละคณะที่มีรูปแบบที่แตกต่างกัน จึงอาจทำให้พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องเหมาะสมของนักศึกษาแตกต่างกันตามสังกัดของคณะ

นักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมต่างกัน มีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=.012$) อาจเนื่องจากการมีความรู้จะทำให้มีแนวโน้มด้านพฤติกรรมที่ดีต่อไปด้วย โดยผู้ที่มีการเรียนสูงจะมีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ถูกต้องเหมาะสมสูงตามไปด้วย

สรุปผลการวิจัย

นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานครมีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะระดับปานกลาง มีพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่ระดับต่ำ นักศึกษาที่มีคณะที่แตกต่างกัน และเกรดเฉลี่ยสะสมต่างกัน มีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะและพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาที่มีเพศแตกต่างกัน มีความรู้การใช้ยาปฏิชีวนะและพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะไม่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานครที่ให้ข้อมูล และขอขอบคุณอาจารย์มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานครที่ประสานช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กำธร มาลาธรรม .(2564). คนไทยต้องตายเพียบ. (ระบบออนไลน์).

จาก <https://www.hfocus.org/content/2021/11/23811>.

จิรัชัย มงคลชัยภักดิ์ จิรวัดน์ รวมสุข เอมอร ชัยประทีป .(2555). การศึกษาความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะของผู้รับบริการ ในร้านยาชุมชนจังหวัดปทุมธานี. วารสาร EAU HERITAGE, 6(2),91-100.

นัชชา ยันติ .(2560). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของนักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาวิทาลัยแห่งหนึ่ง จังหวัดปทุมธานี. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 7(2),57-66.

วสาวิ กลิ่นขจร .(2554). พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของผู้รับบริการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ

ศูนย์อนามัยที่ 3. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา :<http://203.157.71.125/vijai/tong1.20454.pdf>.

วัชรภรณ์ กุลวงศ์ .(2564). การศึกษาภาคตัดขวางความรู้เกี่ยวกับยาปฏิชีวนะและพฤติกรรมการดูแลตนเองเมื่อเจ็บป่วยของผู้มารับบริการที่โรงพยาบาลทุ่งฝน. วารสารการแพทย์โรงพยาบาลอุดรธานี (Udonthani Hospital Medical Journal), 29(1),51.

จาก <https://he02.tcithaijo.org/index.php/udhhosmj/article/view/250820/170543>

วิลาสณี ประกายมันตระกุล .(2553). รายงานวิจัย ความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อรักษาตนเองของประชาชน อำเภออุบลรัตน์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. จังหวัดขอนแก่น.

จาก <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/ODPC9/article/view/252880>

ศุภลักษณ์ สุขไพบูลย์, ชุภาศิริ อภินันท์เดชา, กวี ไชยศิริ .(2559). พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของผู้รับบริการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลสร้างโคก อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี. ใน การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย ระดับชาติ ครั้งที่ 3 ก้าวสู่ทศวรรษที่ 2: บูรณาการงานวิจัย ใช้องค์ความรู้สู่ความยั่งยืน 17 มิถุนายน 2559 . วิทาลัยนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา.หน้า 409 - 416.

จาก http://journal.nmc.ac.th/th/admin/Journal/2559Vol4No1_53.pdf
อรอุมา อินทนนท์ลักษณะ .(2555). พฤติกรรมการใช้ยาปฏิชีวนะของประชาชน ตำบลเวียง อำเภอเมือง
จังหวัด พะเยา (การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ส.ม.). พะเยา:มหาวิทยาลัยพะเยา.

จาก <https://shorturl.at/cgAGT>

Al-Qerem, W., Hammad, A., Jarab, A., M Saleh, M., Amawi, H. A., Ling, J., & Alasmari, F. (2022). Knowledge, attitudes, and practice with respect to antibiotic use among pharmacy students:A cross-sectional study. *European review for medical and pharmacological sciences*, 26(10), 3408–3418. https://doi.org/10.26355/eurev_202205_28834

Apisarntharak, A, Danchaivijitr, S, Khawcharoenporn, T, et al. (2006).

Effectiveness of education and anantibiotic-control program in a tertiary care hospital in Thailand. *Clin Infect Dis*, 42(6),768-775. <https://doi.org/10.1086/500325>

Bloom, B.J. (Ed.), Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H. and Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook: Cognitive Domain*. New York : David McKay.

Green, L.W., & Kreuter, M. W. (1991). *Health Promotion Planning : An Educational and Environmental Approach*. Toronto: Mayfield Publishing Company.

Higuita-Gutiérrez, L. F., Roncancio Villamil, G. E., & Jiménez Quiceno, J. N. (2020). Knowledge, attitude, and practice regarding antibiotic use and resistance among medical students in Colombia: a cross-sectional descriptive study. *BMC public health*, 20(1), 1861.

<https://doi.org/10.1186/s12889-020-09971-0>

Jairoun, A., Hassan, N., Ali, A., Jairoun, O., & Shahwan, M. (2019). Knowledge, attitude and practice of antibiotic use among university students: a cross sectional study in UAE. *BMC public health*, 19(1), 518. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6878-y>

Jairoun, A., Hassan, N., Ali, A., Jairoun, O., Shahwan, M., & Hassali, M. (2019). University students' knowledge, attitudes, and practice regarding antibiotic use and associated factors: a cross-sectional study in the United Arab Emirates. *International journal of eneral medicine*, 12, 235–246. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S200641>

Mohammed Battah, Halboup, Gamil Othman, Ahmed A. Mansoure, Syed Azhar Syed Sulaiman, Faisal Ali, Abdulrazzaq Y. Al-Khazzan, Mohamed Izham Mohamed Ibrahim. (2021). Knowledge, Attitude, and Practice of Antibiotic Use and Its Resistance among Undergraduate Students at the University of Science and Technology, Sana'a, Yemen. *Journal of Hunan University (Natural Sciences)*, 48(11),34-42.

การส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า
อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

Effects of protective factors on suicide in patients with depression.

Lablæ District, Uttaradit Province.

สายรุ้ง จันทร์เส็ง^{1*}

Sairung chunseng^{1*}

¹โรงพยาบาลลับแล เลขที่ 163 หมู่ 11 ตำบลชัยชุมพล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ รหัสไปรษณีย์ 53130

Lablæ Hospital, No. 163 Village No. 11, Chai Jumpol Subdistrict, Lablæ District,

Uttaradit Province, Postal Code 53130

*Corresponding author E-mail: Sairung_nirvana@hotmail.com

บทคัดย่อ

พฤติกรรมการฆ่าตัวตายจะเกิดขึ้นเมื่อ 1) มีปัจจัยเสี่ยง มีปัจจัยกระตุ้น 2) ต้านกันและการเฝ้าระวังล้มเหลว 3) ปัจจัยปกป้องอ่อนแอ และหัวใจสำคัญของการแก้ปัญหาฆ่าตัวตายคือ ผู้ที่มีวิกฤติในชีวิตหรือผู้ที่เคยฆ่าตัวตาย หากมีปัจจัยปกป้องที่แข็งแรงจะช่วยป้องกัน การคิดและกระทำการฆ่าตัวตายได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อศึกษาสถานการณ์ปัจจัยปกป้องและการส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา โดยใช้แบบสอบถามเรื่อง ปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า สร้างจากการทบทวนวรรณกรรม และใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ เชิงบรรยาย เช่น ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า การส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า มีปัจจัยปกป้องด้านสุขภาพกายอยู่ในระดับสูงมาก ($\bar{X} \pm S.D. = 3.64 \pm 1.39$) และปัจจัยปกป้องด้านสุขภาพจิตอยู่ในระดับที่ต่ำ ($\bar{X} \pm S.D. = 2.11 \pm 1.19$) ส่วนปัจจัยปกป้องด้านอื่นๆ อยู่ในระดับปานกลาง ระดับของความคิดเห็นต่อการส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า มากที่สุดคือ มีความสุข ($\bar{X} \pm S.D. = 4.58 \pm 0.82$) ส่วนด้านอื่นๆ อยู่ในระดับมากทั้งหมด ดังนั้น จึงควรมีส่งเสริม สนับสนุนหลักเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อสร้างเสริมปัจจัยปกป้องด้านการเงินดีให้เพิ่มขึ้น และ ส่งเสริมการสร้างความสุขในทุกมิติ ต่อไป

คำสำคัญ: ปัจจัยปกป้อง, การฆ่าตัวตาย, โรคซึมเศร้า

Abstract

Suicidal behavior occurs when. 1) There are risk factors. There are motivating factors. 2) Barriers and surveillance fail. 3) Protective factors are weak. The key to solving the problem of suicide is People who have had a life crisis or who have committed suicide. If there are strong protective factors, it will help prevent suicidal thoughts and actions. The main objective of this research is to study the situation of protective factors and the effect of protective factors on suicide in patients with depression. It is descriptive research. A questionnaire about Protective factors against suicide in patients with depression was Created from a literature review and data analysis using descriptive statistics such as percentages, means, and standard deviations. The results of the study found that the effect of protective factors on suicide in patients with depression. There are very high protective factors for good physical health ($\bar{X} \pm S.D. = 3.64 \pm 1.39$)

and protective factors for good financial health. is at a low level ($\bar{X} \pm S.D. = 2.11 \pm 1.19$). While other protective factors are at a moderate level. The highest level of opinion on the effect of protective factors on suicide in patients with depression was happiness ($\bar{X} \pm S.D. = 4.58 \pm 0.82$), while for other aspects All at a very high level. Therefore, it should be promoted. Support the principles of the Sufficiency Economy to increase good financial protection factors and promote the creation of happiness in all dimensions.

Keywords: protective factors, suicide, depression

บทนำ

โรคซึมเศร้าเป็นโรคที่พบได้บ่อยมากและสามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคนเป็นภาวะจิตใจที่หม่นหมอง หดหู่ เศร้า ร่วมกับความรู้สึกท้อแท้ หมดหวัง มองโลกในแง่ร้าย มีความรู้สึกผิด ไร้ค่า ต่ำหนีดตัวเอง (กรมสุขภาพจิต, 2558) โดยผู้ป่วยจะมีอารมณ์ เศร้า ความเพิดเพลินในกิจกรรมต่างๆ ลดลงอย่างมาก เบื่ออาหารจนน้ำหนักลดลง นอนไม่หลับหรือ หลับมากแทบทุกวัน ทำอะไรช้า พุดช้า รู้สึกตนเองไร้ค่าหรือรู้สึกผิดมากเกินควร คิดอยากตายไม่ยอมมีชีวิตอยู่ คิดถึงเรื่องการตายอยู่เรื่อย หรือบางรายพยายามฆ่าตัวตายหรือมีแผนฆ่าตัวตาย จะมีอาการอยู่นาน ตั้งแต่ 2 สัปดาห์ขึ้นไป (WHO, 1990) ทั้งนี้จากการศึกษาที่ผ่านมาพบความชุกผู้ป่วยโรคซึมเศร้าถึงร้อยละ 6.95 เป็นโรคซึมเศร้ายกระดับรุนแรงร้อยละ 14.29 มีแนวโน้มฆ่าตัวตายเล็กน้อย ร้อยละ 10 (พรรณพิไล วิริยะ, กิตติพร เนาว์สุวรรณ, 2560) ซึ่งอาการของ โรคซึมเศร้าทำให้คุณภาพชีวิตผู้ป่วยแย่ลง

ประเทศไทย มีอัตราการฆ่าตัวตายสูงสุด ติดอันดับ 32 ของโลก เฉลี่ย 14.4 คนต่อประชากร 1 แสนคน (WHO, 2018) ในระหว่างปี พ.ศ. 2560 - 2564 มีอัตราการฆ่าตัวตายสำเร็จเท่ากับ 6.03, 6.32, 6.64, 7.37 และ 7.38 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกปี (ศูนย์ป้องกันการฆ่าตัวตายระดับชาติ, 2565) การประเมินปัจจัยเสี่ยงและปัจจัยปกป้อง ของการฆ่าตัวตาย โดย New Zealand Guidelines Group (NZGG, 2003) ได้แบ่งการประเมินปัจจัย เสี่ยงออกเป็น 4 กลุ่ม (4 P's) ได้แก่ 1) ปัจจัยโน้มเอียง (Predisposing factors) เช่น โรคทางจิตเวช สถานะยากจน เป็นต้น 2) ปัจจัยกระตุ้น (Precipitating factors) เช่น การตายของคนรักโดยไม่ได้คาดคิดมาก่อน การหย่าร้าง ภาวะตกงาน สัมพันธภาพแตกแยก เป็นต้น 3) ปัจจัยทำให้ความเสี่ยงคงอยู่ (Perpetuating factors) เช่น ความกดดันครั้งใหญ่ในชีวิต มุมมองทางลบต่อเหตุการณ์ในชีวิต โรคทางจิตเวช การติดสารเสพติด เป็นต้น และ 4) ปัจจัยปกป้อง (Protective factors) เช่น รู้สึกโล่งอกที่ไม่เสียชีวิต ความศรัทธาในศาสนา ครอบครัว ความเชื่อมั่นในตัวเอง ความรู้สึกดีต่อตนเอง และการที่มีคนสนิทใกล้ชิด ปัญหาการเสียชีวิตจากการฆ่าตัวตายมีความสลับซับซ้อนเสมอ (กรมสุขภาพจิต, 2563) ปี 2560 - 2564 อัตราการฆ่าตัวตายสำเร็จในเขตสุขภาพที่ 2 เท่ากับ 6.82, 6.03, 6.32, 6.64 และ 7.37 ตามลำดับ จังหวัดอุดรติดัดเท่ากับ 7.23, 9.88, 8.38, 10.67 และ 11.81 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ อำเภอลับแล มีอัตราการฆ่าตัวตายสูงเกินเกณฑ์ที่กำหนดในทุกปี โดยพบว่าในปี 2561 - 2565 มีอัตราการฆ่าตัวตาย เท่ากับ 18.05, 23.49, 14.52, 16.34 และ 13.21 ต่อประชากรแสนคน (โรงพยาบาลลับแล, 2565)

จากการวิจัยของ ปรรณนา คำมีสินนท์และคณะ (2563) พบว่าปัจจัยคุ้มครองหรือปัจจัยปกป้องของผู้พยายามฆ่าตัวตาย คือทักษะการแก้ปัญหาและเมื่อมีเรื่องทุกข์ใจ ไม่สบายใจ มีบุคคลหรือหน่วยงานใดๆคอยช่วยเหลือ ช่วยป้องกันพฤติกรรมฆ่าตัวตายของผู้ที่ได้พยายามฆ่าตัวตายได้ โดยการจัดโครงการเพื่อส่งเสริม เช่น การสร้างความเข้มแข็งในชีวิต ทักษะการแก้ปัญหา การส่งเสริมให้มีการสนับสนุนทางสังคม ครอบครัว

การป้องกันอุบัติเหตุการฆ่าตัวตายในผู้ที่มีปัจจัยเสี่ยง ค้นหาแหล่งสนับสนุนทางสังคมและจิตใจเพื่อเพิ่มศักยภาพด้านปัจจัยปกป้อง อันจะนำไปสู่การจัดการกับปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเท็จจริงพบว่า ผู้ที่มีวิกฤติในชีวิตหรือผู้ที่เคยฆ่าตัวตาย หากมีปัจจัยปกป้องที่แข็งแรงจะช่วยป้องกันการคิดและการกระทำฆ่าตัวตาย ดังนั้นต้องเสริมและสร้างให้แข็งแรงทั้งปัจจัยปกป้องระดับบุคคล ระดับครอบครัวและระดับชุมชน โดยมีรูปแบบการดำเนินการดังนี้ 1. ประเมินปัจจัยปกป้องที่เกี่ยวข้องกับระดับบุคคล ครอบครัวและชุมชนของผู้พยายามฆ่าตัวตายหรือผู้ที่ฆ่าตัวตายสำเร็จ ดังนี้ 1) การปรับตัวและทักษะการเผชิญปัญหา 2) การมีความเชื่อทางศาสนาและวัฒนธรรมว่าการฆ่าตัวตายเป็นเรื่องไม่ถูกต้อง 3) ความผูกพันที่แน่นแฟ้นอบอุ่นในครอบครัวและกลุ่มเพื่อน 4) อยู่ในสังคมที่เกื้อหนุนช่วยเหลือกันดี 5) เข้าถึงบริการสุขภาพจิตได้ง่าย 2. การสร้างปัจจัยปกป้องที่ยังไม่มี เช่น ทักษะการเผชิญปัญหาและแก้ไขปัญหาแก่กลุ่มเสี่ยง รวมทั้งทักษะชีวิต (Life Skill) อื่นๆที่ยังขาด แนะนำกิจกรรมสร้างความผูกพันในครอบครัว สนับสนุนวัคซีนใจในครอบครัวและชุมชน 3. เสริมปัจจัยปกป้องที่มีอยู่ให้แข็งแรง เช่น ทักษะการสื่อสารเชิงบวกในครอบครัว, ส่งเสริมให้เกิดประชาสังคมชุมชนเข้มแข็ง เอื้ออาทร (โดยเฉพาะชุมชนที่มีการฆ่าตัวตายหรือมีกลุ่มเสี่ยง), แนะนำสนับสนุนกิจกรรมศาสนาที่จะช่วยลดความคิดฆ่าตัวตาย, รวมถึงเพิ่มช่องทางการเข้าถึงบริการสุขภาพจิต (ธรรณิทร์ กองสุข, 2565)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า ไม่มีใครฆ่าตัวตายขณะมีความสุข จากทฤษฎี Coupling ที่ค้นพบว่า การฆ่าตัวตายที่สำเร็จส่วนใหญ่จะมาจาก 2 ปัจจัยสำคัญคือ 1. ความต้องการที่จะฆ่าตัวตาย (Suicidal Intention) และ 2. วิธีการฆ่าตัวตายที่สามารถทำได้ง่าย (Suicidal Means) และพบว่าถ้าสามารถกำจัดปัจจัย 1 ใน 2 นี้ออกไปได้ จะทำให้คนส่วนใหญ่ล้มเลิกความคิดที่จะฆ่าตัวตายได้ ซึ่งจะนำไปสู่มาตรการป้องกันการฆ่าตัวตายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ณัฐวุฒิ เผ่าทวี, 2566). ดังนั้นการทำให้ผู้ที่มีความทุกข์และอยากฆ่าตัวตายมีความสุขเพิ่มขึ้นเป็นการกำจัดปัจจัย 1 ใน 2 ออกได้ โดยใช้แนวคิด “Well-being” คือ ความเป็นอยู่ดี หรือ “สุขภาวะ” เชื่อมโยงสุขภาพกาย จิตใจ สังคม และปัญญา โดยเน้นไปที่ สุขภาวะทางจิต (Psychological well-being) ซึ่งเป็นภาวะทางจิตใจของบุคคลอันเป็นภาวะทางจิตที่ดี มีความสุข มีความพึงพอใจในชีวิต ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับ การที่บุคคลมีคุณภาพชีวิตที่ดี สามารถจัดการกับความรู้สึกรังเกี้ยวหงายและทางลบได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความสอดคล้องกับความต้องการและการสำเร็จตามเป้าหมาย มีมุมมองสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และประสบการณ์ในแง่ที่ดี จะทำให้ผู้ที่ต้องการฆ่าตัวตายเปลี่ยนใจไม่คิดฆ่าตัวตายในที่สุด

ผู้วิจัยในฐานะพยาบาลจิตเวช ซึ่งปฏิบัติงานด้านการส่งเสริม การป้องกันโรค การรักษาและฟื้นฟูสุขภาพแก่ประชากรในชุมชนทุกกลุ่มวัย และการให้บริการดูแลผู้ที่มีภาวะซึมเศร้าและเสี่ยงต่อการฆ่าตัวตาย ในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ จึงมีความสนใจศึกษาการส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ เพื่อนำมาวางแผนในการป้องกันและแก้ไขปัญหาการฆ่าตัวตายในชุมชนต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า:กรณีศึกษา อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยเชิงพรรณนา โดยใช้แบบสอบถามเรื่อง ปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's hierarchy of needs) และแนวคิดทฤษฎีความเป็นอยู่ที่ดี สุขภาวะและความสุข (well-being)

ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 แบบประเมินภาวะซึมเศร้าและการฆ่าตัวตาย

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามการส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตาย

รายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย 9 คำถาม ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา สถานภาพสมรส จำนวนบุตร ลักษณะงาน ศาสนา อาชีพ รายได้ต่อเดือนและโรคประจำตัว ส่วนข้อมูลทั่วไปนี้ซึ่งเป็น ตัวแปรสำคัญในการนำมาวิเคราะห์ ให้เห็นความชัดเจนว่าควรสร้างเสริมปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตาย กับใคร ที่ไหน และอย่างไร ทำให้ การ สร้างเสริมปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตาย ในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า เป็นไปอย่างถูกต้องทิศทางและได้ผลตรงกับกลุ่มเป้าหมายอย่างแท้จริง

ส่วนที่ 2 แบบประเมินภาวะซึมเศร้าและการฆ่าตัวตาย ประกอบด้วย

1. แบบประเมินภาวะซึมเศร้า 2 คำถาม (2Q Plus)
2. แบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q)
3. แบบประเมินความเสี่ยงการฆ่าตัวตาย 8 คำถาม (8Q)

ส่วนที่ 3 ปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า มีทั้งหมด 9 ด้าน ทั้งหมดรวม 19 ข้อคำถาม และข้อคำถามความสุขในชีวิตโดยรวม จำนวน 1 ข้อคำถาม รวมเป็น 20 ข้อคำถาม ดังนี้

1. ด้านสุขภาพดี หมายถึง การที่บุคคลมีสุขภาพ ร่างกายแข็งแรง สมส่วน มีพฤติกรรม การบริโภคที่ดี/เหมาะสม มีความ พึงพอใจสภาวะสุขภาพกายของตนเอง มีจำนวน 6 ข้อคำถาม คือ ภาวะอ้วนลงพุง การรับประทานอาหารเข้า การออกกำลังกาย สูบบุหรี่ ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และความพึงพอใจต่อ สุขภาพกาย ประกอบด้วยข้อที่ 1-6

2. ด้านผ่อนคลายดี หมายถึง การที่บุคคลสามารถ บริหารเวลาในแต่ละวันเพื่อการพักผ่อนได้ อย่างมีคุณภาพ พอใจกับการ บริหารจัดการปัญหาของตนเอง และใช้ชีวิตให้ง่ายสบายๆ มีจำนวน 3 ข้อคำถาม คือ ความเครียด ชีวิตเป็นไปตามที่คาดหวัง และการจัดการกับปัญหาในชีวิต ประกอบด้วยข้อที่ 8-10

3. ด้านน้ำใจดี หมายถึง การที่บุคคลมีจิตสาธารณะ มีส่วนร่วมในการสร้างประโยชน์ให้กับ ส่วนรวม และมีเมตตาให้กับคน รอบข้าง มีจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ การให้ความ ช่วยเหลือแก่คนรอบข้าง ประกอบด้วยข้อที่ 13

4. ด้านจิตวิญญาณดี หมายถึง การที่บุคคลมีความ ตระหนักถึงคุณธรรม และศีลธรรม รู้แพ้รู้ชนะ รู้จักให้ และมีความ กตัญญูรู้คุณ มีจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ การปฏิบัติกิจตามศาสนา เพื่อให้จิตใจสงบ ประกอบด้วยข้อที่ 14

5. ด้านครอบครัวดี หมายถึง การที่บุคคลมีความ รู้สึกผูกพัน เชื่อใจ มั่นใจ และอ่อนใจกับบุคคล ในครอบครัวของตนเอง มีจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ มีความสุขกับครอบครัว ประกอบด้วยข้อที่ 7

6. ด้านสังคมดี หมายถึง การที่บุคคลมีความ สัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อนบ้าน ไม่ทำให้ผู้อื่นเดือดร้อน ไม่เอาเปรียบผู้อื่น รอบข้าง ไม่ทำให้สังคมเสื่อมถอย มีจำนวน 3 ข้อคำถาม คือ ความสัมพันธ์กับเพื่อนบ้าน การปฏิบัติ ตามกฎระเบียบของสังคม ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน การขอความช่วยเหลือจากคนในชุมชน สังคมสงบสุข และ การใช้ชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข ประกอบด้วยข้อที่ 15,17,18

7. ด้านใฝ่รู้ดี หมายถึง การที่บุคคลมีความตื่นตัว กระตือรือร้นในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพื่อปรับตัว ให้เท่าทันและตั้งรับ การเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา และพอใจที่จะแสดงความทันสมัยอยู่เสมอ มีจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ การแสวงหาความรู้ใหม่ๆ การพัฒนา ตนเอง ประกอบด้วยข้อที่ 16

8. ด้านสุขภาพเงินดี หมายถึง การที่บุคคลมีวินัย ในการใช้จ่ายเงิน มีความสามารถและพึง

พอใจในการบริหารจัดการ ระบบการรับ จ่าย และออมเงินในแต่ละเดือน มีจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ ความเพียงพอของค่าตอบแทนที่ได้รับ ประกอบด้วยข้อที่ 12

9. ด้านการงานดี หมายถึง การที่บุคคลมีความ สบายใจในที่ทำงาน มีความรัก ความผูกพัน และ ความภาคภูมิใจ ในองค์กร มีความมั่นใจในอนาคตได้ และมีความพึงพอใจกับความ มีจำนวน 2 ข้อคำถาม คือ ความมั่นคงในอนาคต และการทำงานอย่างมีความสุข ประกอบด้วยข้อที่ 11,20

10. ด้านความสุขโดยรวมของการดำเนินชีวิต หมายถึง ความรู้สึกเกี่ยวกับความสุขในการมีชีวิต มีจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ โดยรวมแล้วท่านมีชีวิตที่มีความสุข หรือไม่ ประกอบด้วยข้อที่ 19

เป็นมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ กำหนดค่าคะแนน 1-5 คะแนน ตามความหมายของแต่ละข้อที่แตกต่างกันไปตามข้อคำถามและคำตอบ นำค่าคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน ความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยระดับปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1-5 โดยใช้เกณฑ์จุดกึ่งกลาง (บุญชม ศรีสะอาด,2560) มีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.51 ความหมาย มีปัจจัยปกป้องอยู่ในระดับ ต่ำมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.52 – 2.50 ความหมาย มีปัจจัยปกป้องอยู่ใน ระดับต่ำ

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 ความหมาย มีปัจจัยปกป้องอยู่ในระดับ ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 ความหมาย มีปัจจัยปกป้องอยู่ในระดับ สูงมาก

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 ความหมาย มีปัจจัยปกป้องอยู่ในระดับ สูงมากที่สุด

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามการส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายโดยนำข้อคำถามและความหมายของ ปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า แต่ละด้านมาสร้างเป็นข้อคำถามทั้งหมด 10 ข้อ มีลักษณะ คำถามเป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) มีเกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดเห็นด้านต่าง ๆ 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับมาก

3 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับน้อย

1 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับน้อยที่สุด

มีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์จุดกึ่งกลาง (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับน้อยที่สุด

ประชากร ผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคซึมเศร้า ด้วยรหัส ICD10 F32-F39 ที่มีประวัติเข้ารับการ รักษา โรงพยาบาลลับแล กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) สามารถเข้าใจ และสื่อสารภาษาไทยได้ดีมีสติสัมปชัญญะสมบูรณ์ ไม่มีภาวะที่เป็นอุปสรรคต่อ กระบวนการคิด การจำการถาม ตอบ 3) อ่านออกเขียนได้ 4) ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 276 คน การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ เครื่องมือ ข้อมูล โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง ก่อนดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการขอเอกสารรับรอง จริยธรรมการวิจัย ในมนุษย์ โดยคณะกรรมการจริยธรรมการงานวิจัย วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดพิษณุโลก เลขที่

SCPHPL 1/2566.1.19 แล้วจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยอธิบายวัตถุประสงค์การวิจัยและขอความยินยอมจากผู้ให้ข้อมูล พร้อมลงลายมือให้ความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรในหนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย เก็บข้อมูลระหว่าง เดือน มีนาคม-มิถุนายน 2566

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยโรคซึมเศร้า อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	72	26.1
หญิง	204	73.9
อายุ		
กลุ่มอายุ 18 - 24 ปี	18	6.5
กลุ่มอายุ 25 - 34 ปี	27	9.8
กลุ่มอายุ 35 - 44 ปี	18	6.5
กลุ่มอายุ 45 - 54 ปี	51	18.5
กลุ่มอายุ 55 - 60 ปี	57	20.7
อายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป	105	38.0
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า	141	51.1
ม.ต้น	54	19.6
ม.ปลาย	27	9.8
ปวช.	15	5.4
ปวส.	6	2.2
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	6	2.2
ปริญญาตรี	24	8.7
สูงกว่าปริญญาตรี	3	1.1
สถานภาพสมรส		
โสด	57	20.7
แต่งงานและอยู่ร่วมกัน	99	35.9
แต่งงานแต่ไม่ได้อยู่ด้วยกัน	3	1.1
อยู่ด้วยกันโดยไม่ได้แต่งงาน	27	9.8
หม้าย	66	23.9
หย่า/แยกทาง/เลิกกัน	24	8.7
จำนวนบุตร		
ไม่มี	48	17.4
มี จำนวน 1 คน	99	35.9
มี จำนวน 2 คน	78	28.3

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยโรคซึมเศร้า อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ (ต่อ)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
มี จำนวน 3-4 คน	48	17.3
มี จำนวนตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป	3	1.1
ศาสนา		
พุทธ	276	100
อาชีพ		
เกษตรกร	108	39.1
รับจ้าง/ผู้ใช้แรงงาน	30	10.9
แม่บ้าน	33	12.0
พนักงานบริษัท	3	1.1
ค้าขาย/กิจการส่วนบุคคล	15	5.4
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	12	4.3
นักเรียน/นักศึกษา	3	1.1
ว่างงาน/ตกงาน	69	25
อื่นๆ.....	3	1.1
รายได้ต่อเดือน		
ไม่เกิน 5000 บาท	186	67.4
5,001-10,000 บาท	33	12.0
10,001- 15,000 บาท	24	8.7
15,001- 20,000 บาท	15	5.4
20,001- 25,000 บาท	6	2.2
25,001 บาท ขึ้นไป	12	4.3
โรคประจำตัว		
ไม่มี	0	0
มี	276	100
โรคทางจิตเวช	276	100
โรคจิต	3	1.1
โรคซึมเศร้า	276	100
อื่น.....	15	5.4
โรคทางกาย ได้แก่	126	45.7
โรคเบาหวาน	54	19.6
โรคความดันโลหิตสูง	54	19.6
โรคหัวใจ โรคปอดเรื้อรัง	15	5.4
ไตวายเรื้อรัง	6	2.2
โรคตับเรื้อรัง	6	2.2
โรคปอดเรื้อรัง	9	3.3

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยโรคซึมเศร้า อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ (ต่อ)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ปวดศีรษะเรื้อรัง	18	6.5
ปวดข้อ/เก๊าท์/ปวดเข่า/ปวดหลัง	24	8.7
อัมพฤกษ์/อัมพาต/โรคเส้นเลือดสมอง/ไขสันหลัง	12	4.3
มะเร็ง ()	3	1.1
เอดส์/เอชไอวี	3	1.1
อื่นๆ	42	15.2

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ร้อยละ 73.9 และ 26.1 ตามลำดับ มีอายุ 60 ปีขึ้นไป สูงสุด ร้อยลงมา คือกลุ่มอายุ 55-60 และ 45-54 ตามลำดับ (ร้อยละ 38.0, 20.7 และ 18.5 ตามลำดับ) ระดับการศึกษา สูงสุด ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า รองลงมา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลายตามลำดับ (ร้อยละ 51.1, 19.6 และ 9.8 ตามลำดับ) สถานภาพสมรสแต่งงานและอยู่ร่วมกันสูงสุด รองลงมา อยู่ด้วยกันโดยไม่ได้แต่งงานและโสด ตามลำดับ (ร้อยละ 35.9, 23.9 และ 20.7 ตามลำดับ) จำนวนบุตร มีจำนวน 1 คน สูงสุด รองลงมา มีจำนวน 2 คน และมีจำนวน 3-4 คน เท่ากับไม่มีบุตร ตามลำดับ (ร้อยละ 35.9, 28.3 และ 17.4 ตามลำดับ) นับถือศาสนาพุทธทุกคน อาชีพเกษตรกรรม สูงสุด รองลงมาคือว่างงาน/ตกงาน และแม่บ้าน ตามลำดับ (ร้อยละ 39.1, 25 และ 12.0 ตามลำดับ) รายได้ต่อเดือน ส่วนใหญ่ไม่เกิน 5,000 บาท (ร้อยละ 67.4) มีโรคทางจิตเวชร่วม คือ โรคจิต ร้อยละ 1.1 และโรคอื่นๆ ร้อยละ 5.4 เป็นโรคทางกายร้อยละ 45.7 โดยเป็นโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง สูงสุด เท่ากัน ร้อยละ 19.6

ตารางที่ 2 แสดง จำนวน ร้อยละ ผลการประเมินภาวะซึมเศร้าและความเสี่ยงต่อการฆ่าตัวตาย

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ใน 2 สัปดาห์ที่ผ่านมาวันนี้ท่านรู้สึกหดหู่ เศร้า หรือท้อแท้สิ้นหวังหรือไม่	114	41.3
ใน 2 สัปดาห์ที่ผ่านมาวันนี้ท่านรู้สึก เบื่อ ทำอะไรก็ไม่เพลิดเพลินหรือไม่	138	50.0
ใน 1 เดือนที่ผ่านมา รวมถึงวันนี้ ท่านมีความรู้สึกทุกข์ใจจนไม่อยากมีชีวิตอยู่	81	29.3
ตลอดชีวิตที่ผ่านมาท่านเคยพยายามฆ่าตัวตาย	90	32.6

จากตารางที่ 2 พบว่าใน 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา ผู้ป่วยโรคซึมเศร่ายังมีความรู้สึกหดหู่ เศร้า หรือท้อแท้สิ้นหวัง ร้อยละ 41.3 รู้สึกเบื่อ ทำอะไรก็ไม่เพลิดเพลิน ร้อยละ 50 และ ใน 1 เดือนที่ผ่านมา มีความรู้สึกเป็นทุกข์จนไม่
อยากมีชีวิตอยู่ ร้อยละ 29.3 ตลอดชีวิตที่ผ่านมาเคยพยายามฆ่าตัวตายมาแล้ว ร้อยละ 32.6

ตารางที่ 3 แสดง จำนวน ร้อยละ ผลการประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 7 คะแนน	150	54.35
ระดับ 7-12 คะแนน (มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย)	75	27.17
ระดับ 13-17 คะแนน (มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลาง)	36	13.04
ระดับ 18-27 คะแนน (มีภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง)	15	5.43

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้ป่วยโรคซึมเศร้า ไม่พบภาวะซึมเศร้า ร้อยละ 54.35 มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย ระดับปานกลางและระดับรุนแรงร้อยละ 27.17,13.04 และ 5.43 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดง จำนวน ร้อยละ ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการฆ่าตัวตาย 8 คำถาม

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับคะแนน 0 (ไม่มีแนวโน้มจะฆ่าตัวตายในปัจจุบัน)	135	48.91
ระดับคะแนน 1-8 (มีแนวโน้มจะฆ่าตัวตายในปัจจุบันในระดับน้อย)	78	28.26
ระดับคะแนน 9-16 (มีแนวโน้มจะฆ่าตัวตายในปัจจุบันในระดับปานกลาง)	24	8.70
ระดับคะแนนตั้งแต่ 17 (มีแนวโน้มจะฆ่าตัวตายในปัจจุบันในระดับรุนแรง)	39	14.13

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้ป่วยโรคซึมเศร้า ไม่มีแนวโน้มจะฆ่าตัวตายในปัจจุบัน ร้อยละ 48.91 มีแนวโน้มจะฆ่าตัวตายในปัจจุบันในระดับน้อย ระดับปานกลาง ระดับรุนแรง ร้อยละ 28.26,8.70 และ 14.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดง ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า

ปัจจัยปกป้อง	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. ด้านสุขภาพดี	3.64	1.39	สูงมาก
2. ด้านผ่อนคลายดี	2.91	0.96	ปานกลาง
3. ด้านน้ำใจดี	3.11	1.08	ปานกลาง
4. ด้านจิตวิญญาณดี	2.91	1.07	ปานกลาง
5. ด้านครอบครัวดี	3.36	0.1	ปานกลาง
6. ด้านสังคมดี	2.97	0.96	ปานกลาง
7. ด้านใฝ่รู้ดี	3.27	1.07	ปานกลาง
8. ด้านสุขภาพเงินดี	2.11	1.19	ต่ำ
9. ด้านการงานดี	2.97	1.19	ปานกลาง
10. ด้านความสุขโดยรวมของการดำเนินชีวิต	3.21	0.88	ปานกลาง

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้ป่วยโรคซึมเศร้ามีปัจจัยปกป้องด้านสุขภาพกายดีอยู่ในระดับสูงมาก ($\bar{X} \pm S.D. = 3.64 \pm 1.39$) และปัจจัยปกป้องด้านสุขภาพเงินดี อยู่ในระดับที่ต่ำ ($\bar{X} \pm S.D. = 2.11 \pm 1.19$) ส่วนปัจจัยปกป้องด้านอื่นๆ อยู่ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 6 แสดง จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับ ของความคิดเห็นต่อการส่งผลของ
ปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

การส่งผลของปัจจัยปกป้อง ต่อการฆ่าตัวตาย	ระดับความคิดเห็น จำนวน (ร้อยละ)					\bar{X}	S.D.	ระดับ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
1. มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง ไม่เจ็บป่วย	159 (57.6)	36 (13.0)	63 (22.8)	9 (3.3)	9 (3.3)	4.18	1.09	มาก
2. ได้พักผ่อนได้อย่างมี คุณภาพ พอใจกับการบริหาร จัดการปัญหาของตนเอง และ มีชีวิตที่เรียบง่าย	153 (55.4)	69 (25.0)	39 (14.1)	6 (2.2)	9 (3.3)	4.27	1.0	มาก
3. ได้มีส่วนร่วมในการสร้าง ประโยชน์ให้กับส่วนรวมและ สามารถช่วยเหลือคนรอบข้าง ได้	147 (53.3)	72 (26.1)	51 (18.5)	6 (2.2)	0	4.30	0.85	มาก
4. มีความตระหนักถึง คุณธรรมและศีลธรรม รู้แพ้ รู้ชนะ รู้จักให้และมีความ กตัญญูรู้คุณ	138 (50.0)	75 (27.2)	42 (15.2)	12 (4.3)	9 (3.3)	4.16	1.05	มาก
5. มีความรู้สึกผูกพัน เชื่อใจ มั่นใจ และอุ่นใจกับบุคคลใน ครอบครัวของตนเอง	162 (58.7)	66 (23.9)	42 (15.2)	3 (1.1)	3 (1.1)	4.38	0.86	มาก
6. มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อน บ้าน ไม่ทำให้ผู้อื่น เดือดร้อน ไม่เอาเปรียบผู้คนรอบข้าง ไม่ ทำให้สังคมเสื่อมถอย	165 (59.8)	63 (22.8)	42 (15.2)	0	6 (2.2)	4.38	0.89	มาก
7. มีความตื่นตัว กระตือรือร้น ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพื่อ พัฒนาและปรับตัวให้เท่าทัน และตั้งรับการเปลี่ยนแปลง ได้ตลอดเวลา	138 (50.0)	87 (31.5)	42 (15.2)	6 (2.2)	3 (1.1)	4.27	0.75	มาก
8. มีวินัยในการใช้จ่ายเงิน มี ค่าใช้จ่ายเพียงพอไม่เป็น หนี้สิน และมีการออมเงินใน แต่ละเดือน	147 (53.3)	54 (19.6)	72 (26.1)	0	3 (1.1)	4.24	0.91	มาก

ตารางที่ 6 แสดง จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับ ความคิดเห็นการส่งผลของ
ปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ (ต่อ)

การส่งผลของปัจจัยปกป้อง ต่อการฆ่าตัวตาย	ระดับความคิดเห็น จำนวน (ร้อยละ)					\bar{X}	S.D.	ระดับ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
9. มีความสบายใจในที่ทำงาน มีความรัก ความผูกพัน และ ความภาคภูมิใจใน อาชีพ มี ความมั่นใจในอาชีพรายได้	141 (51.1)	75 (27.2)	57 (19.6)	6 (2.2)	0	4.27	0.85	มาก
10. มีความสุข	201 (72.8)	48 (17.4)	15 (5.4)	9 (3.3)	3 (1.1)	4.58	0.82	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 พบว่าระดับของความคิดเห็นต่อการส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า มากที่สุดคือ มีความสุข ($\bar{X} \pm S.D. = 4.58 \pm 0.82$) ส่วนด้านอื่นๆ อยู่ในระดับมากทั้งหมด

วิจารณ์ผล

การส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า ในอำเภอลับแล ปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตาย ที่มีระดับมาก คือ ด้านสุขภาพดี ($\bar{X} \pm S.D. = 3.64 \pm 1.39$) ซึ่งเนื่องจากปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขมีการรณรงค์เรื่องการดูแลสุขภาพ โดยเน้น 3อ.2ส.ประเทศไทย ให้มีความสำคัญกับการพัฒนาความรอบรู้ด้านสุขภาพอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ตามมติที่ประชุมส่งเสริมสุขภาพโลก ครั้งที่ 7 เมื่อวันที่ 26 - 30 ตุลาคม 2552 ณ กรุงไนโรบี ประเทศเคนยา (อังคินันท์ อินทรกำแหง, 2560) มีการส่งเสริมกิจกรรม 3อ. 2ส. มาจนถึงปัจจุบัน ส่วนปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตาย ที่มีระดับต่ำได้แก่ ด้านสุขภาพเงินดี ($\bar{X} \pm S.D. = 2.11 \pm 1.19$) สอดคล้องกับการศึกษาของ ศรุตา เขียวผิว และธนัชญา จันเล็ก (2564) พบว่า ปัญหาเศรษฐกิจตกต่ำนับเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยบ่งชี้อัตราการฆ่าตัวตาย ซึ่งปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงทาง เศรษฐกิจ เช่น วิกฤตเศรษฐกิจต้มยำกุ้ง เหตุการณ์สำคัญทางการเมือง และการระบาดของโรคโคโรนาไวรัส-19 (COVID-19) สถานการณ์เศรษฐกิจที่ยังไม่สามารถแก้ไขให้เจริญเติบโต และมีประสิทธิภาพได้เพียงพอ ประกอบกับประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยเผชิญกับปัญหา ภาวะโรคระบาดโควิด-19 ทำให้สภาพเศรษฐกิจแย่ในระดับโลก ส่งผลกระทบต่อบุคคล ทั้งด้านการทำงาน หรือโดยเฉพาะด้านการเงินที่เป็นต้นทุนสำคัญในด้านการใช้ชีวิต จนนำมาสู่ภาวะการฆ่าตัวตายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ผลกระทบอีกด้านหนึ่งของวัยทำงานที่ปรับเปลี่ยนสถานะมาเป็นผู้ว่างงาน เมื่อเชื่อมโยงเข้ากับสถิติการว่างงานที่กล่าวไปในปัจจัยด้านสถานการณ์เศรษฐกิจ ประเทศไทย การแพร่ระบาดของโควิด-19 สร้างมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจและรายได้ในการดำรงชีวิต ลดทอนคุณภาพชีวิต เพิ่มความเครียดและความวิตกกังวลของประชาชน เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่าปัจจัยต่าง ๆ ทางมิติด้านเศรษฐกิจข้างต้น ล้วนมีความสัมพันธ์และเป็นหนึ่งในเหตุผลที่สนับสนุนให้อัตราการฆ่าตัวตายในประเทศไทยสูงขึ้นตามมา สอดคล้องกับการศึกษาของ วุฒิพันธุ์ สิทธิการิยะ (2563) พบว่าปัญหาเศรษฐกิจ/ตกงานเป็นปัจจัยกระตุ้นที่ทำให้ผู้พยายามฆ่าตัวตายมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 38.7 และสอดคล้องกับการศึกษาของประยูกรัต เสรีเสถียรและคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาระบาดวิทยาของผู้พยายามฆ่าตัวตายที่มารับบริการโรงพยาบาลระยอง ปัจจัยด้านประชากรที่

สัมพันธ์กับการพยายามฆ่าตัวตาย ได้แก่ ระดับการศึกษา รายได้ของครอบครัว และความเพียงพอของรายรับ ปัจจัยด้านพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการพยายามฆ่าตัวตายแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ปัจจัยด้านพฤติกรรมส่วนบุคคล ได้แก่ ผู้ที่เคยรับการรักษาทาง จิตเวช การดื่มสุรา สูบบุหรี่และพฤติกรรมการดื่มสุรา สูบบุหรี่ เมื่อมีความทุกข์ใจ สำหรับปัจจัยด้านพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับผู้อื่น ได้แก่พฤติกรรมที่ไม่ปรึกษาใครเมื่อมีความทุกข์ใจ สอดคล้องกับการศึกษาของ ฌ็องญูญา พัฒนะวานิชนันท์, ปัตพงษ์ เกษสมบุรณ์และรุจิรา ศิริวัฒนา (2555) ได้ศึกษาปัจจัยเสี่ยงและปัจจัยปกป้องในการทำร้ายตนเอง พบว่าปัจจัยปกป้องในการทำร้ายตนเอง ได้แก่ การยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียงในการดำรงชีวิตโดยพบถึง 9 เท่าของผู้ไม่ได้ยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียงในการดำรงชีวิต ทั้งนี้เนื่องจากปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นปรัชญาที่ชี้ให้เห็นถึงแนวทางการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับครอบครัว ชุมชน จนถึงระดับรัฐให้ดำเนินไปในทางสายกลาง มีความพอประมาณมีเหตุมีผลรวมถึงต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้ทำร้ายตนเองมีเพียงครึ่งหนึ่งยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียงในการดำรงชีวิต (58.1%) จึงควรส่งเสริมให้ยึดหลัก เศรษฐกิจพอเพียงในการดำรงชีวิตเพิ่มขึ้น

การส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการไม่คิดฆ่าตัวตายที่มากที่สุด คือ ความสุข ($\bar{X} \pm S.D. = 4.58 \pm 0.82$) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow, 1954) ที่เชื่อว่าโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เกิดมาดีและพร้อมที่จะทำสิ่งดี ถ้าความต้องการของมนุษย์ได้รับการตอบสนองอย่างเพียงพอซึ่งการตอบสนองนั้นมีหลายระดับ และเมื่อบุคคลได้รับการตอบสนองใน ระดับใดก็ตามและเป็นระดับที่บุคคลนั้นพึงพอใจก็จะเกิดความสุขขึ้นได้และจะไม่เกิดปัญหาสุขภาพจิตตามมา สอดคล้องกับการศึกษาของวิภาพร เสดะจันทร์ (2554) ได้ทำการศึกษาระบาดวิทยาของผู้พยายามฆ่าตัวตายของประชาชนจังหวัดบุรีรัมย์ ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่สามารถป้องกันและยับยั้งการทำร้ายตนเอง ส่วนใหญ่คือความรักความผูกพันในครอบครัว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสุขนั่นเอง ส่วนการส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายด้านอื่นๆ ได้แก่ 1) มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง ไม่เจ็บป่วย 2) ได้พักผ่อนได้อย่างมีคุณภาพ พอใจกับการบริหารจัดการปัญหาของตนเองและมีชีวิตที่เรียบง่าย 3) ได้มีส่วนร่วมในการสร้างประโยชน์ให้กับส่วนรวมและสามารถช่วยเหลือคนรอบข้างได้ 4) มีความตระหนักถึงคุณธรรมและศีลธรรม รู้แพ้รู้ชนะ รู้จักให้และมีความกตัญญูรู้คุณ 5) มีความรู้สึกผูกพัน เชื่อใจ มั่นใจ และอ่อนใจกับบุคคลในครอบครัวของตนเอง 6) มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อนบ้าน ไม่ทำให้ผู้อื่นเดือดร้อน ไม่เอาเปรียบผู้คนรอบข้าง ไม่ทำให้สังคมเสื่อมถอย 7) มีความตื่นตัว กระตือรือร้น ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพื่อพัฒนาและปรับตัวให้เท่าทันและตั้งรับการเปลี่ยนแปลง ได้ตลอดเวลา 8) มีวินัยในการใช้จ่ายเงิน มีค่าใช้จ่ายเพียงพอไม่เป็นหนี้สินและมีการออมเงินในแต่ละเดือน และ 9) มีความสบายใจในที่ทำงาน มีความรัก ความผูกพัน และความภาคภูมิใจในอาชีพ มีความมั่นใจในอาชีพรายได้ อยู่ในระดับมากที่สุด 9 ข้อ ซึ่งทั้งหมดเป็นองค์ประกอบของความสุขในการดำเนินชีวิต จึงสรุปได้ว่า ปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้าทั้ง 10 ข้อ มีผลต่อการป้องกันการฆ่าตัวตายอยู่ในระดับสูงมากและสูงมากที่สุด

สรุปผล

การส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า : กรณีศึกษา อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตาย ด้านสุขภาพกายดี อยู่ระดับสูงที่สุด ด้านสุขภาพใจดี อยู่ใน ระดับต่ำ การส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการไม่คิดฆ่าตัวตายที่มากที่สุด คือ ความสุข และยิ่งพบว่าปัจจัยปกป้องอีก 9 ด้านอยู่ในระดับมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปวางแผนการป้องกันและแก้ปัญหาในการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้าได้ โดยการสร้างสุข-ลดทุกข์ ดังนี้ 1) สร้างสุขโดยการส่งเสริมสนับสนุนกิจกรรมการสร้างสุขในทุกมิติ 2) ลดทุกข์โดยการส่งเสริมการดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อแก้ปัญหาทางด้านสุขภาพการเงินดี ที่อยู่ในระดับต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ นายแพทย์ กิตติพงศ์ อุบลสะอาด ผู้อำนวยการโรงพยาบาลลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ อาจารย์ ดร.พงศ์พิชญ์ บุญดา หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยตำราและวิเทศสัมพันธ์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดพิษณุโลก คณะสาธารณสุขศาสตร์และสหเวชศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก ซึ่งเป็น Coacher และหัวหน้าโครงการ 1) “การพัฒนารูปแบบการดำเนินงานแบบผสมผสานของเครือข่ายเพื่อสร้างนวัตกรรมในเขตสุขภาพร่วมกับมหาวิทยาลัยของไทย: กรณีศึกษาของเขตสุขภาพที่ 2 และสถาบันพระบรมราชชนก” 2) การขยายผลโครงการวิจัย “การพัฒนาสมรรถนะนวัตกรรมเพื่อผลิตงานวิจัยและนวัตกรรมในระบบสุขภาพของไทย” ปี 2565 นางลออ วิรัตน์ชยางกุล หัวหน้ากลุ่มการพยาบาล และทีมสหวิชาชีพ กลุ่มงานจิตเวชและยาเสพติด โรงพยาบาลลับแลและขอขอบคุณอาสาสมัครสาธารณสุขทุกท่าน กรุณาให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาการส่งผลของปัจจัยปกป้องต่อการฆ่าตัวตายในผู้ป่วยโรคซึมเศร้า : กรณีศึกษา อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ เกิดประโยชน์ต่อการนำไปเป็นข้อมูลในการวางแผนป้องกันและแก้ไขปัญหาการฆ่าตัวตายต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข (2558). แนวทางการใช้เครื่องมือด้านสุขภาพจิตสำหรับบุคลากรสาธารณสุขในโรงพยาบาลชุมชน (คลินิกโรคเรื้อรัง) ฉบับปรับปรุง. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรมสุขภาพจิต (2563). ปัญหาความสัมพันธ์-เศรษฐกิจ-โรคประจำตัว ปัจจัยเสี่ยงฆ่าตัวตาย. สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2565 จาก <https://dmh.go.th/news-dmh/view.asp?id=30143>
- ณัฐวุฒิ เผ่ากวี (2566). ฆ่าตัวตาย...ป้องกันได้ ทำความรู้จักทฤษฎี Coupling สู่มาตรการป้องกันการฆ่าตัวตายได้อย่างมีประสิทธิภาพ. สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2565 จาก <https://thestandard.co/coupling-theory/>
- ณัฐญา พัฒนะวานิชนันท์, ปัตพงษ์ เกษสมบูรณ์และรุจิรา ศิริวัฒนา (2555). ปัจจัยเสี่ยงและปัจจัยปกป้องในการทำร้ายตนเอง. Thai Journal of Nursing Council, 23(3), 61-61.
- ธณินทร์ กองสุข. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการสอบสวนโรคกรณีฆ่าตัวตายหรือกระทำรุนแรงต่อตนเอง เขตสุขภาพที่ 2.9-10 มิถุนายน 2565 บุญชม ศรีสะอาด (2560). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด (2560). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประยุทธ์ เสรีเสถียร, วัชรีย์ อูจะรัตน์, รัชวัลย์ บุญโฉม (2540). ระบาดวิทยาของผู้พยายามฆ่าตัวตายที่มารับบริการโรงพยาบาลของรัฐที่จังหวัดระยอง. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, 43(1), 14-21
- ปรารณา คำมีสินนท์และคณะ. (2563) การศึกษาปัจจัยเสี่ยงและปัจจัยปกป้องของผู้พยายามฆ่าตัวตายในเขตบริการสุขภาพที่ 7. วารสารป้องกันการฆ่าตัวตายแห่งประเทศไทย 25-40 สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2565 จาก <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/JSPT/issue/view/17062>
- โรงพยาบาลลับแล กลุ่มงานจิตเวชและยาเสพติด.สรุปผลการดำเนินงานสุขภาพจิตและยาเสพติด ประจำปี 2565.อุตรดิตถ์:กลุ่มงานจิตเวชและยาเสพติด โรงพยาบาลลับแล,
- วิภาพร เสดะจันทร์ (2554). ระบาดวิทยาการทำร้ายตนเองและการฆ่าตัวตายของประชาชนจังหวัดบุรีรัมย์.วารสารโรงพยาบาลจิตเวชนครราชสีมาราชสีมาราชนครินทร์, 11(ตุลาคม 2553 – กันยายน 2554), 51-59
- วุฒิพันธุ์ สิทธิการิยะ (2563) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพยายามฆ่าตัวตายของประชาชนในจังหวัดสิงห์บุรี

- โรงพยาบาลสิงห์บุรีเวชสาร ปีที่ 29 ฉบับที่ 1 ม.ค. – มิ.ย. 2563
ศรุตตา เขียวผิว และธนัชญา จั่นเล็ก (2564). การฆ่าตัวตายในภาวะทุนนิยมของสังคมไทยปัจจุบัน.วารสาร
ธรรมศาสตร์,140-160
- ศูนย์ป้องกันการฆ่าตัวตายระดับชาติ. (2565). สรุปข้อมูลผู้ที่ทำร้ายตนเองจนเสียชีวิตปี พ.ศ.2560-2564.
สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2565, จาก <https://www.suicidethai.com/report/download/dl.asp?id=21>
- อังคินันท์ อินทรกำแหง (2560). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือความรอบรู้ด้านสุขภาพของคนไทย
สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Maslow, A.H. (1954). Motivation and Personality. New York: Harper Collins.
- New Zealand Guidelines Group (NZGG, 2003)
https://www.moh.govt.nz/notebook/nbbooks.nsf/0/20DBC4601FB0F4DECC257136007F817C/%24file/NZGG_Annual_Report_04_05.pdf
- World Health Organisation (1990). International classification of diseases, 10th revision
(ICD-10). Geneva,Switzerland: World Health Organisation.
- World Health Organization. (2018). Suicide rates per (100,000 population). from
http://www.who.int/gho/mental_health/suicide_rates_crude/en/

ผลของโปรแกรมส่งเสริมพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ :
กรณีศึกษาจังหวัดมุกดาหาร

Effects of health promotion on self-care behaviors program among New
Pulmonary Tuberculosis Patients: a case study of Mukdahan Province

สุพรรณิกา จำปาเทศ¹ และนิยม จันทรินวล^{1*}

Supannika Jumpates¹ and Niyom Junnual^{1*}

¹วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

¹College of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190

*Corresponding author E-mail: niyom.j@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยแบบกึ่งทดลองครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมส่งเสริมพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ กรณีศึกษาจังหวัดมุกดาหาร กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่ที่อยู่ระหว่างการรักษา จำนวน 37 คน เข้าร่วมกิจกรรมตามโปรแกรมระยะเวลา 8 สัปดาห์ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม มีค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์อัลฟาของคอนบราคระหว่าง.0.83-0.84 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ผลการวิจัย พบว่า ภายหลังจากทดลอง ผู้ป่วยมีคะแนนพฤติกรรมการดูแลตนเองมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ และผลตรวจเสมหะกลายเป็นลบเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 94.60 จากผลการศึกษา จะเห็นว่าการส่งเสริมการสร้างการรับรู้เกี่ยวกับวัณโรค การสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยในรักษาวัณโรคที่ถูกต้องเพียงพอ ทำให้ผู้ป่วยมีพฤติกรรมในการดูแลตนเองที่ดีขึ้น และส่งผลให้เสมหะตรวจไม่พบเชื้อเร็วขึ้น ดังนั้น พยาบาลและเจ้าหน้าที่ประจำคลินิกวัณโรค ควรให้ข้อมูลด้านต่างๆ เกี่ยวกับวัณโรคที่ถูกต้องเพียงพอแก่ผู้ป่วย และกระตุ้นเตือนติดตามการปฏิบัติตัว เพื่อให้ผู้ป่วยเกิดแรงจูงใจและมีพฤติกรรมในการดูแลตนเองที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ : โปรแกรมส่งเสริมพฤติกรรมการดูแลตนเอง, ผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่, พฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรคปอด

Abstract

This quasi-experimental research the objective was to study the effects of health promotion on self-care behaviors program among new pulmonary tuberculosis patients: a case study of Mukdahan Province. The sample group consisted of 37 new pulmonary tuberculosis patients undergoing treatment, participating in activities according to the program for a period of 8 weeks. Data were collected using questionnaires. Cronbach's alpha coefficient reliability value is between 0.83 and 0.84. Data were analyzed with descriptive and inferential statistics using the paired sample t-test. The significance level was set at 0.05.

The research results found that after the experiment, patients had a significantly higher self-care behavior score than before the experiment at $p < 0.05$, and the sputum test results became negative, increasing to 94.60%. From the study results, It can be seen that promoting

awareness about tuberculosis, motivation, and the development of skills necessary for the correct and adequate behavior of patients in TB treatment. It makes patients have better self-care behaviors. And as a result, the sputum will not detect the infection faster. Therefore, nurses and staff at the TB clinic should provide various information. about tuberculosis that is accurate and sufficient for patients and encourage and follow up on behavior so that patients are motivated and have better self-care behavior continuously.

Keywords : Health promotion on self-care behaviors program, New Pulmonary Tuberculosis Patients, self-care behaviors of Pulmonary Tuberculosis Patients

บทนำ

วัณโรคเป็นโรคติดต่อเชื่อที่เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตที่สูงสุดอันดับสองรองจากการเสียชีวิตจากการโรคติดต่อเชื้อโคโรนา ถึงแม้จะมีวิธีการตรวจวินิจฉัยและการรักษาที่ดีแล้วก็ตาม แต่ยังคงเป็นปัญหาทางด้านสุขภาพที่สำคัญที่ผ่านมามีทั่วโลกพบผู้ติดเชื้อวัณโรคประมาณ 10.6 ล้านคน ในปี 2564 และพบว่ากว่า 95% ของผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตอยู่ในประเทศที่กำลังพัฒนา (World Health Organization, 2021)

สถานการณ์และการเฝ้าระวังวัณโรคประเทศไทย ปีงบประมาณ พ.ศ.2564 พบว่า ผู้ป่วยวัณโรครายใหม่และกลับเป็นซ้ำ ของทุกประเภท (คนไทย ไม่ใช่คนไทย และเรื้อรัง) ที่ขึ้นทะเบียน จำนวน 35,951 ราย คิดเป็นอัตราการรายงานผู้ป่วยวัณโรครายใหม่และกลับเป็นซ้ำ 54.0 ต่อแสนประชากร (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2564) สถานการณ์วัณโรคจังหวัดมุกดาหาร ในปี 2561-2564 พบว่ามีผู้ป่วยวัณโรคปอดเสมหะบวกรายใหม่จำนวน 348 ราย, 377 ราย, 339 ราย และ 345 ราย ตามลำดับ อัตราการรักษาสำเร็จ ร้อยละ 83.33, 88.06, 85.54 และ 80.86 ตามลำดับ มีผู้ป่วยขาดยา รักษาล้มเหลว และ MDR-TB ร้อยละ 4.60 ราย, 2.39 ราย, 0 ราย และ 0.87 ราย ตามลำดับ และผู้ป่วยเสียชีวิต ร้อยละ 10.34, 7.42, 9.43 และ 8.40 ตามลำดับ ตามลำดับ (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมุกดาหาร, 2564) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าอัตราการรักษาสำเร็จ และอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยวัณโรค รวมถึงยังพบผู้ป่วยขาดยาและดื้อยาไม่ผ่านเกณฑ์ที่ประเทศกำหนด คือ อัตราการรักษาสำเร็จ ร้อยละ 90 ตายน้อยกว่าร้อยละ 5 และขาดยาเป็น 0 ผลเนื่องมาจากผู้ป่วยยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัณโรคปอด ขาดความตระหนักและเล็งเห็นความสำคัญของการรักษาวัณโรค ขาดแรงจูงใจ ขาดทักษะในการปฏิบัติตัวตามแนวทางการรักษาวัณโรคปอดที่ถูกต้องเหมาะสม การมีพฤติกรรมเสี่ยงต่าง ๆ รวมถึงระยะเวลาในการรักษาวัณโรคที่ยาวนาน 6 เดือน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญในการแก้ไขปัญหาวัณโรคปอดให้สำเร็จ โดยการใช้รูปแบบการให้ข้อมูล การสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาทักษะ (The Information-Motivation Behavioral Skills Model) (Fisher, W.A., Fisher J.D. and Harman, J., 2003) มาออกแบบกิจกรรมโปรแกรมส่งเสริมพฤติกรรมดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ เพื่อให้ผู้ป่วยวัณโรคปอดได้รับข้อมูลเกี่ยวกับวัณโรคและการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องเพียงพอ และมีพฤติกรรมดูแลตนเองในทางที่ดีขึ้น โดยเน้นกิจกรรมสร้างการรับรู้เกี่ยวกับวัณโรคปอด การพูดคุย ชักถาม แลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการดูแลตนเองร่วมกันของผู้ป่วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วยเกิดความตระหนักและเห็นถึงความสำคัญของการรักษาวัณโรคปอด และการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องเหมาะสม ส่งผลให้ผู้ป่วยมีพฤติกรรมดูแลตนเองในการรักษาวัณโรคปอดอย่างถูกต้อง สามารถเป็นแบบอย่างให้กับบุคคลอื่นได้ อีกทั้งสามารถนำผลของโปรแกรมนี้ออกไปใช้เป็นแนวทาง ในการออกแบบการดำเนินงานป้องกันวัณโรคปอดในพื้นที่อื่นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ก่อนและหลังการทดลอง
2. เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของผลการตรวจพบเชื้อวัณโรคในเสมหะด้วยวิธี AFB ของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ก่อนและหลังการทดลอง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) ทำการวัดก่อนและหลังการทดลอง ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ระหว่างเดือนกันยายน 2565 ถึง เดือนกรกฎาคม ปี 2566 คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2555) ระบุค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็น ได้แก่ α err prob = 0.05, Power(1- β err prob) = 0.90, Effect size = 0.80 ได้ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำ 34 คน ผู้วิจัยปรับขนาดตัวอย่างร้อยละ 10 ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ใช้ขนาดตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 37 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย ตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้า คือ เป็นผู้ป่วยวัณโรคปอดที่รายใหม่ที่ขึ้นทะเบียนรักษา ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2565 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2566 ในจังหวัดมุกดาหาร มีอายุ 15 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป และ ยินดีเข้าร่วมกิจกรรม เกณฑ์การคัดเลือกรายใหม่ คือ ผู้ป่วยมีสภาพร่างกายที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมกิจกรรม เช่น เป็นผู้ป่วยติดเชื้อ และ ผู้ป่วยวัณโรคปอดที่พัฒนาเป็น MDR-TB XDR-TB

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ รูปแบบโปรแกรมส่งเสริมพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ โดยการประยุกต์รูปแบบการให้ข้อมูล การสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาทักษะ (The information-motivation behavioral skills model ประกอบด้วย 3 ระยะ 5 กิจกรรม คือ ระยะที่ 1 กระบวนการสร้างการรับรู้ และความตระหนัก “รู้จักสุขภาพ” ประกอบด้วย 2 กิจกรรม ระยะที่ 2 กระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจ “มุ่งสู่สุขภาพทองคำ” ประกอบด้วย 2 กิจกรรม และระยะที่ 3 ติดตามประเมินประสิทธิผล ประกอบด้วย 1 กิจกรรม เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 9 ข้อ

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรค ข้อคำถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ จำนวน 14 ข้อ แปลผลเป็น 3 ระดับ (Best, (1981คือ ระดับดี (34-42 คะแนน) ระดับปานกลาง (24-33 คะแนน) และระดับต่ำ (14-23 คะแนน) โดยทุกข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาตั้งแต่ 0.50 ความเชื่อมั่นโดยมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาคเท่ากับ 0.84

วิธีการเก็บและรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ดังนี้

ระยะที่ 1 กระบวนการสร้างการรับรู้ สร้างความตระหนัก และพัฒนาทักษะ

กิจกรรมที่ 1 บรรยายประกอบสื่อภาพพลิก สร้างการรับรู้เกี่ยวกับวัณโรค การเกิดโรคและแพร่กระจายของเชื้อโรค กระบวนการรักษา และการปฏิบัติตัวในดูแลรักษาสุขภาพตนเอง และการป้องกันการแพร่เชื้อ โดยผู้วิจัย และเจ้าหน้าที่ประจำคลินิกวัณโรค

กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาทักษะ โดยการสาธิตการปฏิบัติตัวในการดูแลตนเองตามแนวทางการรักษา การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค การใช้กระเป๋าปฏิบัติหน้าที่กับการกินยา และปฏิบัติตัวตามคู่มือ โดยผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่ประจำคลินิกวัณโรค

ระยะที่ 2 กระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจ

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมพูดคุย ชักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ในการดูแลตนเอง
ของผู้ป่วย โดยผู้วิจัย เจ้าหน้าที่ประจำคลินิกไวรัส และผู้ป่วยไวรัส

กิจกรรมที่ 4 เยี่ยมบ้านให้กำลังใจโดยเจ้าหน้าที่ และกำกับติดตาม กระตุ้นเตือนการปฏิบัติตัว

ระยะที่ 3 ติดตามประเมินประสิทธิผลการใช้โปรแกรม

กิจกรรมที่ 5 ประเมินพฤติกรรมการดูแลตนเอง ผลตรวจเสมหะด้วยวิธี AFB มอบของที่ระลึก
ให้กับผู้ป่วยที่สามารถปฏิบัติตามแนวทางการรักษาได้สม่ำเสมอ เพื่อเป็นขวัญกำลังใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ และ
ร้อยละ และใช้สถิติเชิงอนุมาน วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการดูแลตนเอง ด้วยสถิติ paired
sample t-test กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัย
อุบลราชธานี หมายเลขใบรับรอง UBU-REC-89/2565 ลงวันที่ 23 สิงหาคม 2565

ผลการวิจัย

1. ลักษณะข้อมูลทั่วไป ผู้ป่วยเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง ส่วนใหญ่มีอายุต่ำกว่า 60 ปี สถานภาพ
สมรส ไม่มีโรคประจำตัว คนในครอบครัวไม่มีประวัติป่วยเป็นไวรัสโรคปอด ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับ
ประถมศึกษา ร้อยละ 59.50 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 64.90 และมีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท
ร้อยละ 75.70 ระยะเวลาการป่วยเป็นไวรัสโรคปอด ส่วนใหญ่ป่วยมาแล้ว 2 เดือนร้อยละ 48.60 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของผู้ป่วยจำแนกตามลักษณะข้อมูลทั่วไป (n=37)

ลักษณะข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	25	67.60
หญิง	12	32.40
อายุ		
ต่ำกว่า 60 ปี	19	51.40
อายุ 60 ปีขึ้นไป	18	48.60
ระดับการศึกษา		
ไม่ได้เรียนหนังสือ	4	10.80
ประถมศึกษา	22	59.50
มัธยมศึกษา	10	27.00
ปริญญาตรีขึ้นไป	1	2.70
สถานภาพ		
โสด	6	16.20
สมรส	29	78.40
หม้าย/หย่า/แยก	2	5.40

ลักษณะข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
อาชีพ		
ไม่ได้ทำงาน/ว่างงาน	7	18.90
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	2	5.40
เกษตรกร	24	64.90
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	2	5.40
รับจ้างทั่วไป/พนักงานบริษัท	2	5.40
รายได้เฉลี่ยต่อเดือนรวม		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	28	75.70
มากกว่า 5,000 บาท	9	24.30
โรคประจำตัว		
ไม่มีโรคประจำตัว	21	56.80
มีโรคประจำตัว	16	43.20
ระยะเวลาป่วยเป็นวันโรคปอด		
1 เดือน	15	40.50
2 เดือน	18	48.60
3 เดือน	4	10.80
ประวัติการป่วยเป็นวันโรคปอด ของคนในครอบครัว		
ไม่มี	32	86.50
มี	5	13.50

2. พฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ พบว่า ก่อนและหลังการทดลอง ผู้ป่วยมีพฤติกรรมการดูแลตนเองอยู่ในระดับดีร้อยละ 97.30 ร้อยละ 100 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนและร้อยละพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรค ก่อนและหลังการทดลอง

ระดับ	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับดี (34-42 คะแนน)	36	97.30	37	100.00
ระดับปานกลาง (24-33 คะแนน)	1	2.70	0	0

3. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรค พบว่า ก่อนการทดลองผู้ป่วยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.59 คะแนน (SD = 2.12) และหลังการทดลองเท่ากับ 41.70 คะแนน (SD = 0.57) คะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการดูแลตนเองก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการดูแลตนเองหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง 2.11 คะแนน (95% CI = -2.75, -1.46) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรม การดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรค ก่อนและหลัง การทดลอง

ระยะการทดลอง	\bar{X}	S.D.	mean difference	95%CI	t-test	p-value
ก่อนการทดลอง	39.59	2.12	2.11	-2.75, -1.46	0.852	<0.001
หลังการทดลอง	41.70	0.57			5.448	

4. การเปลี่ยนแปลงและความแตกต่างของผลตรวจ AFB พบว่า ก่อนการทดลองผู้ป่วยมีผลตรวจ AFB ส่วนใหญ่พบที่ระดับ +1 และ +3 คือ ร้อยละ 40.50 และร้อยละ 35.10 หลังการทดลอง พบว่าผลตรวจไม่พบเชื้อ เพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 94.60 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงและความแตกต่างของผลตรวจ AFB ของกลุ่มทดลองก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง

ผลตรวจเสมหะด้วยวิธี AFB	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
Neg	3 (8.10)	35 (94.60)
+1	15 (40.50)	2 (5.40)
+2	6 (16.20)	0
+3	13 (35.10)	0

วิจารณ์ผล

จากการผลการวิจัย พบว่า โปรแกรมส่งเสริมพฤติกรรม การดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรค รายใหม่ โดยการประยุกต์รูปแบบการให้ข้อมูล การสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาทักษะ ส่งผลต่อพฤติกรรม การดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรค หลังการทดลอง พบว่า ผู้ป่วยมีคะแนนพฤติกรรม การดูแลตนเอง มากกว่าก่อนการทดลอง สอดคล้องกับการศึกษาของ สมัญญา มุขอาษา (2558) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพ โดยการประยุกต์ทฤษฎีการสร้างพลังอำนาจในผู้ป่วยวัณโรคปอดเสมหะบวกรายใหม่ พบว่า หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรม การดูแลตนเองมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ สุภาพ ภาสุรกุล (2555) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมการกำกับตนเองร่วมกับแรงสนับสนุนทางสังคมต่อเจตคติเกี่ยวกับการรักษาพฤติกรรม การดูแลตนเอง และผลสำเร็จในการรักษาของผู้ป่วยวัณโรคปอด พบว่า หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรม การดูแลตนเองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) เมื่อผู้ป่วยเกิดทักษะ และมีพฤติกรรม การดูแลตนเองตามแนวทางการรักษาที่เหมาะสมที่ดีขึ้น จะส่งผลให้ผลตรวจเสมหะกลายเป็นลบเพิ่มมากขึ้น ร้อยละ 94.60 สอดคล้องกับการศึกษาของ สมัญญา มุขอาษา (2558) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพโดยการประยุกต์ทฤษฎีการสร้างพลังอำนาจในผู้ป่วยวัณโรคปอดเสมหะบวกรายใหม่ พบว่า หลังจากเข้าร่วมโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพฯ และรับการรักษาวัณโรค โดยการรับประทานยาสูตรระยะเข้มข้น (Intensive phase) 2 เดือนแรก พบว่าผลการตรวจเสมหะในเดือนที่ 2 กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของผลเสมหะเป็นลบ มากกว่าก่อนการทดลอง ร้อยละ 100 และสอดคล้องกับการวิจัยผลของ สุชาญวัชร สมสอน (2565) ได้ศึกษาโปรแกรมแบบแผนการให้ข้อมูล การสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาทักษะ ร่วมกับการกำกับรับการรับประทานยาผ่านวิดีโอในผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่

ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงของผลการตรวจเสมหะดีขึ้นมากกว่าก่อนทดลอง เนื่องจากการให้ข้อมูล การสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาทักษะ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วย เมื่อได้รับข้อมูลที่ถูกต้องเพียงพอ จะทำให้ผู้ป่วยเกิดความตระหนักและเห็นถึงความสำคัญของการรักษา และการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องเหมาะสม รวมถึงการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การดูแลตนเองจากผู้ป่วยวัณโรคคนอื่น การได้รับแรงกระตุ้นจากผู้วิจัย เจ้าหน้าที่ประจำคลินิก ก็ส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดความเชื่อมั่น เกิดแรงจูงใจและมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการดูแลตนเองที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง และส่งผลให้ผลตรวจเสมหะกลายเป็นลบเร็วขึ้น รวมถึงส่งผลต่อการรักษาวัณโรคสำเร็จได้ในอนาคต

สรุปผล

จากการดำเนินกิจกรรมโปรแกรมส่งเสริมพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยการประยุกต์รูปแบบการให้ข้อมูล การสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาทักษะ (The Information-Motivation Behavioral Skills Model) พบว่า สามารถทำให้ผู้ป่วยมีพฤติกรรมการดูแลตนเองดีขึ้น ส่งผลให้ผลการตรวจเสมหะดีขึ้น ซึ่งสามารถนำเอากิจกรรมตามโปรแกรมไปใช้กับผู้ป่วยวัณโรคปอดทุกราย ผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา (MDR-TB) รวมไปถึงการประยุกต์ใช้ในกลุ่มผู้ป่วยโรคเรื้อรังอื่น ๆ เช่น ผู้ป่วยเบาหวาน ความดันโลหิตสูง รวมถึงผู้ป่วยโรคเอดส์ ให้ครอบคลุมในทุกอำเภอ โดยเน้นประเด็นการสร้างการรับรู้ ทักษะในการสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาการปฏิบัติตัวที่ถูกต้อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ประจำคลินิกวัณโรคของโรงพยาบาลนิคมคำสร้อย โรงพยาบาลดอนตาล โรงพยาบาลคำชะอี โรงพยาบาลหนองสูง ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้ป่วยวัณโรคปอดทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือเสียสละเวลาเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยจนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กองวัณโรค กรมควบคุมโรค. 2564. แนวทางการควบคุมวัณโรคประเทศไทย พ.ศ. 2564. สำนักพิมพ์ อักษรกราฟฟิก แอนด์ดีไซน์, กรุงเทพมหานคร
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2555. การกำหนดขนาดตัวอย่างและสถิติวิเคราะห์ที่ใหม่ๆ ที่น่าสนใจ, G*Power. แหล่งข้อมูล: <https://llskill.com/web/files/GPower.pdf>. ค้นเมื่อ 17 เมษายน 2565.
- สมัญญา มุขอาษา. 2558. ผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพ โดยการประยุกต์ทฤษฎีการสร้างพลังอำนาจในผู้ป่วยวัณโรคปอดเสมหะบวกรายใหม่ ในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรคปอด. วิทยานิพนธ์ ปริญญาสาธารณสุขศาสตร์ มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุชาญวีชร สมสอน และคณะ. 2565. ผลของโปรแกรมแบบแผนการให้ข้อมูล การสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาทักษะ ร่วมกับการกำกับกำกับการรับประทานยาผ่านวิดีโอในผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่ จังหวัดนนทบุรี. วารสารวิจัยสุขภาพและการพยาบาล. 38(1): 241-253.
- สุภาพ ภาสุรกุล. 2555. ผลการใช้โปรแกรมการกำกับตนเองร่วมกับแรงสนับสนุนทางสังคมต่อเจตคติเกี่ยวกับการรักษาพฤติกรรมการดูแลตนเอง และผลสำเร็จในการรักษาของผู้ป่วยวัณโรคปอด ของคลินิกวัณโรค โรงพยาบาลพุทธโสธร จังหวัดฉะเชิงเทรา. วารสารคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 20(4): 57-67.

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมุกดาหาร. 2564. โปรแกรมรายงานข้อมูลวัณโรคของประเทศไทย (National Tuberculosis Information Program: NTIP). แหล่งข้อมูล: <https://ntip-ddc.moph.go.th/ui/form/MainFeedSummary.aspx>. ค้นเมื่อ 22 มีนาคม 2565.

Best J.W. 1981. Research in Education. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice- Hall, Inc.

Fisher W.A., Fisher J.D., Harman J. 2003. The information-motivation behavioral skill model: A general social psychological approach to understanding promoting health behavior. Social psychological foundation of health and illness. 1th ed. Malden: Blackwell. 82-106.

World Health Organization. 2021. Global tuberculosis report 2021. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

แผนผังโรงงานที่ปรับปรุงโดยใช้หลักการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ ภายใต้เงื่อนไข
หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร และการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้อง
ควบคุม: กรณีศึกษาโรงงานอาหารแช่เยือกแข็ง

Improved Plant Layout Through Application of Systematic Layout
Planning Under GMP and HACCP Requirements: A Case Study of Frozen
Food Factory

วโรตม์ โชนะโต^{1*} ศรชัย สิ้นสุวรรณ² และศรีสิทธิ์ เจียรบุตร³

Warot Chonato^{1*}, Sornchai Sinsuwan² and Srisit Chianrabut³

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการระบบอาหารเพื่อโภชนาการ สาขาวิชามนุษยนิเวศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
นนทบุรี ประเทศไทย 11120

²หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการระบบอาหารเพื่อโภชนาการ สาขาวิชามนุษยนิเวศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
นนทบุรี ประเทศไทย 11120

³วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีการจัดการทางวิศวกรรม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
นนทบุรี ประเทศไทย 11120

¹Master of Science Program in Food System Management for Nutrition, School of Human Ecology, Sukhothai Thammathirat Open
University, Nonthaburi, Thailand 11120

²Master of Science Program in Food System Management for Nutrition, School of Human Ecology, Sukhothai Thammathirat Open
University, Nonthaburi, Thailand 11120

³Master of Science Program in Engineering Management Technology, School of Science and Technology, Sukhothai Thammathirat
Open University, Nonthaburi, Thailand 11120

*Corresponding author E-mail: warot_monny@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาแผนผังโรงงานอาหารแช่เยือกแข็งที่มีอยู่เดิม และ (2) ปรับปรุง
เพื่อการใช้พื้นที่โรงงานให้เกิดประโยชน์มากกว่าเดิม การเพิ่มผลิตภาพ การลดระยะทางกระบวนการผลิต
เพื่อสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยและคุณภาพของกระบวนการผลิตอาหาร

แผนผังโรงงานของอาหารแช่เยือกแข็งในด้านการไหลของวัสดุ ความสัมพันธ์กิจกรรมในพื้นที่และ
ตำแหน่งของกระบวนการผลิตออกแบบโดยใช้หลักการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ (SLP) ร่วมกับทฤษฎีการ
วิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (FMEA) และเงื่อนไขของหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการ
ผลิตอาหาร (GMP) และ การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) ชั้นแรกการศึกษาเชิงเทคนิค
ได้นำเสนอแผนผังโรงงานเดิม (ได้แผนผังรูปแบบที่ 1) และแผนผังโรงงานปรับปรุงจากการใช้เครื่องมือในการ
วางแผน SLP และ FMEA (ได้แผนผังรูปแบบที่ 2) ชั้นที่สองทำการปรับปรุงแผนผังรูปแบบที่ 2 โดยใช้ GMP
(ได้แผนผังรูปแบบที่ 3) และ GMP/HACCP (ได้แผนผังรูปแบบที่ 4) ชั้นสุดท้ายนำเสนอแผนผังโรงงานที่ดีที่สุดโดย
คัดเลือกจากการเปรียบเทียบเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต ระยะทางทั้งหมดของการถ่ายโอนวัสดุ จำนวนการ
เคลื่อนย้ายทั้งหมดในการผลิต คะแนนความเสี่ยงของการปนเปื้อนข้าม และคะแนนความสัมพันธ์

ผลการวิจัยพบว่า ระยะเวลาดำเนินการทั้งหมดในการผลิต ระยะทางทั้งหมดของการถ่ายโอนวัสดุ จำนวนการ
เคลื่อนย้ายทั้งหมดในการผลิต คะแนนความเสี่ยงของการปนเปื้อนข้าม และคะแนนความสัมพันธ์ ของแผนผัง
โรงงานที่มีอยู่เดิม (แผนผังรูปแบบที่ 1) คือ 2114 นาที, 855 เมตร, 1627 เมตร, 154 คะแนน, 36 ความสัมพันธ์
ตามลำดับ ในขณะที่แผนผังโรงงานที่ได้รับการปรับปรุงคือ แผนผังรูปแบบที่ 2 (มีค่า 2111 นาที, 846 เมตร,
1526 เมตร, 138 คะแนน, 36 ความสัมพันธ์ ตามลำดับ) แผนผังรูปแบบที่ 3 (มีค่า 2115 นาที, 895 เมตร, 1635

เมตร, 89 คะแนน, 43 ความสัมพันธ์ ตามลำดับ) และแผนผังรูปแบบที่ 4 (มีค่า 363 นาที, 606 เมตร, 1166 เมตร, 28 คะแนน, 46 ความสัมพันธ์ ตามลำดับ) แผนผังรูปแบบที่ 4 (การใช้ GMP และ HACCP) เป็นรูปแบบที่ดีที่สุดที่ใช้พื้นที่โรงงานให้เกิดประโยชน์ กระบวนการผลิต ความปลอดภัยของอาหาร และคุณภาพของกระบวนการผลิต โดยพบว่าเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต ระยะทางทั้งหมดของการถ่ายโอนวัสดุ จำนวนการเคลื่อนย้ายทั้งหมดในการผลิต และคะแนนความเสี่ยงของการปนเปื้อนข้ามมีค่าลดลงร้อยละ 82.8, 29.12, 28.33 และ 81.82 ตามลำดับ ขณะที่คะแนนความสัมพันธ์มีค่าเพิ่มร้อยละ 27 เมื่อเปรียบเทียบกับแผนผังรูปแบบที่ 1

คำสำคัญ: การวางแผนอย่างเป็นระบบ, หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร, การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

Abstract

The purpose of this research was to (1) study the existing plant layout of a frozen food factory and (2) improve it for better utilization of factory space, increasing productivity, minimizing process distance in order to ensure safety and quality of food production process.

The plant layout of a frozen food factory—in terms of material flow, the relationship of activities in the processing areas and their locations—would be designed using a systematic layout planning (SLP) method, integrated with failure mode and effect analysis (FMEA), under good manufacturing practices (GMP) and hazard analysis and critical control point (HACCP) requirements. Firstly, a technical study presented the existing plant layout (obtaining Layout 1) and the improved of said layout via tools for SLP and FMEA (obtaining Layout 2). Secondly, Layout 2 was modified using GMP (obtaining Layout 3) and GMP/HACCP (obtaining Layout 4). Finally, the best proposed layout was selected by comparing the total production time, total distance of material transfer, total movement traveled during production for material handling, the score for cross-contamination risk, and the relationship score.

The results showed that the total production time, total distance of material transfer, total movement traveled during production for material handling, the score for cross-contamination risk, and the relationship score of the existing plant layout (Layout 1) were 2114 min., 855 m., 1627 m., 154 points, 36 relationships, respectively, while those of the improved plant layouts — Layout 2 (2111 min., 846 m., 1526 m., 138 points, 36 relationships, respectively), Layout 3 (2115 min., 895 m., 1635 m., 89 points, 43 relationships, respectively), and Layout 4 (363 min., 606 m., 1166 m., 28 points, 46 relationships, respectively) — were acquired. Layout 4 (applying GMP/HACCP) was the best layout to achieve maximum factory space utilization, process productivity, food safety and quality of production process, the total production time, total distance of material transfer, total movement traveled during production for material handling, and score of cross-contamination risk were decreased by 82.8%, 29.12%, 28.33%, and 81.82%, respectively, while the relationship score was increased by 27%, compared to that of Layout 1.

Keywords: Systematic layout planning, Good Manufacturing Practice, Hazard Analysis and Critical Control Point

บทนำ

ในการปรับเปลี่ยนแผนผังจากครัวผลิตอาหาร แผนผังเดิมให้เป็นโรงงานผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง ซึ่งมีการทำงานที่ซับซ้อน ยากต่อการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ ใช้ระยะเวลา ระยะทาง และพื้นที่ สูญเปล่าไม่เกิดประโยชน์อันสูงสุด พื้นที่การผลิตมีความเสี่ยงต่อคุณภาพอาหารและความปลอดภัยของพนักงานทำงาน เช่น พื้นที่ล้างอุปกรณ์อยู่ใกล้กับพื้นที่บรรจุภัณฑ์อาหารซึ่งไม่มีผนังปิดกั้น สารเคมีหรือละอองน้ำจากการล้าง สามารถปนเปื้อนข้ามมายังอาหารได้ ทำให้อาหารเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ในการผลิตอาหารเพื่อให้ได้คุณภาพและความปลอดภัย สิ่งสำคัญคือ การนำหลักการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice: GMP) ร่วมกับการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point: HACCP) มาใช้เพื่อการประกันคุณภาพให้อาหารที่ผลิตได้มีสุขลักษณะของอาหาร (food hygiene) และความปลอดภัยอาหาร (food safety) โดย GMP เป็นหลักเกณฑ์ที่ครอบคลุม การวางแผนผังครัวผลิตให้อยู่ในพื้นที่ไม่เสี่ยงการปนเปื้อน การวางแผนผังครัวผลิตจะสามารถกำหนดการควบคุมกระบวนการผลิต การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่งผลิตภัณฑ์อาหารให้มีประสิทธิภาพ สะดวกต่อการดูแลและควบคุม ทางด้านสุขาภิบาลสามารถกำหนดดูแล และป้องกัน สิ่งแปลกปลอม จึงจำเป็นออกแบบพื้นที่การผลิตใหม่ ภายใต้เงื่อนไขคือ (1) ปรับตำแหน่งส่วนการผลิตเท่าที่จำเป็น (2) ส่วนการผลิตต่างๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้าม เนื่องจากเดิมพื้นที่ครัวไม่มีการแบ่งพื้นที่ใดๆ ทำให้เกิดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนข้าม (3) ตำแหน่งของส่วนการผลิตรองรับการผลิตอาหารที่หลากหลายรายการอาหาร (menu) และ (4) ตำแหน่งของส่วนการผลิตสอดคล้องกับผังการไหลและกระบวนการผลิต ทำให้ได้ประสิทธิภาพการผลิตสูง ลักษณะงานนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปภาวดี ชานินา และอัฐพร ไกรอาบ (2563)

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนเชิงปฏิบัติในการวางแผนผังครัวผลิต โดยการประยุกต์ทฤษฎีการวางแผนผังโรงงานอย่างเป็นระบบ (SLP) มาตรฐานการผลิตผลิตภัณฑ์ (GMP) และการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) เข้าด้วยกัน เพื่อพัฒนาปรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหารระดับทั่วไป ให้เป็นไปตามมาตรฐานการผลิตอาหารตามหลักสุขาภิบาลเบื้องต้น และการไหลของวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ ใช้ระยะเวลาอันสั้น ในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ ในแต่ละกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานให้มากขึ้น ซึ่งขั้นตอนเชิงปฏิบัติการวางแผนผังครัวผลิต ลักษณะงานนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปภาวดี ชานินา และอัฐพร ไกรอาบ (2563) จะประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลักดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งพร้อมรับประทาน และวัตถุดิบประเภท เนื้อสัตว์ ผัก เครื่องแกง เครื่องปรุง ของครัวผลิต จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานอันประกอบด้วย ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (P) ปริมาณ (Q) อุปกรณ์ (R) สิ่งสนับสนุนการผลิต (S) เวลา (T) ตลอดจนกิจกรรมหรือพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ในส่วนของผังกระบวนการผลิต ประกอบด้วยรายละเอียดกระบวนการผลิต รวมไปถึงรายละเอียดอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ เช่น ระบบการทำงานสามารถสนับสนุนกระบวนการผลิต คุณสมบัติการทำงานของอุปกรณ์ ขนาดของเครื่องมือเครื่องใช้เป็นต้น จากนั้นทำการวิเคราะห์ผังกระบวนการผลิตตามมาตรฐานสุขาภิบาล และการผลิตผลิตภัณฑ์ (Good Manufacturing Practice; GMP)

ขั้นตอนที่ 3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Flow of Material) โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณการไหล ของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ทิศทางและลำดับขั้นตอนการไหล ตลอดจนพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง พิจารณาพื้นที่ที่มีจำกัดของเดิม สามารถวิเคราะห์ได้จากเนื้อหาของกระบวนการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ และจากสิ่ง

อำนวยความสะดวก ในการสนับสนุนการผลิตที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้พิจารณาพื้นที่ใช้งาน และต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับพื้นที่ ที่สามารถแยกส่วนภายในแผนกได้

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์อันตราย ตามการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point ; HACCP) โดยทำการวิเคราะห์แผนผังครัวผลิต ในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต และส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น การละลายวัตถุดิบแช่แข็ง การวางแผนผังครัวแยกส่วนการผลิตกับพื้นที่เสี่ยงการปนเปื้อน การควบคุมอุณหภูมิและเวลาในอาหาร การเก็บรักษา เป็นต้น นอกจากนี้ต้องพิจารณา การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน การปิดกั้นพื้นที่ การวางจัดแผนกต่างๆ

ขั้นตอนที่ 5 พิจารณาทางเลือกแผนการวางผังโรงงาน ที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดในเชิงปฏิบัติ 3 แบบ การวางผังตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layout), การวางผังตามกระบวนการผลิต (Process Layout) และการวางผังตามตำแหน่งของงาน (Fixed Position Layout) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ นำมาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ในการทำงาน และปรับใช้ให้เข้ากับครัวผลิต

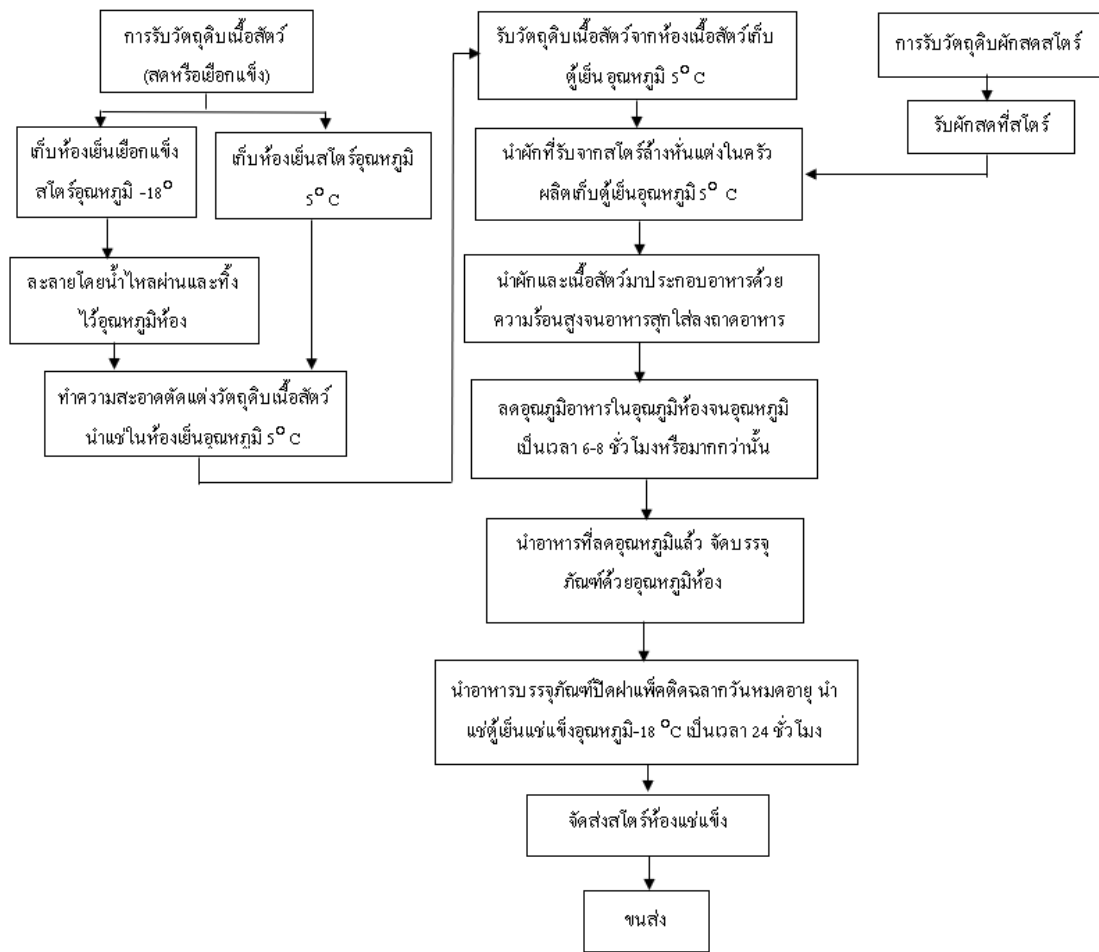
ขั้นตอนที่ 6 ในการทำการประเมิน เลือกแผนการวางผังครัวที่ดีที่สุด จากผังทางเลือกทั้ง 4 แบบ ข้างต้น โดยคำนึงถึง ระยะทางการไหลที่สั้นที่สุด ประสิทธิภาพของการทำงานพื้นที่ การลดเวลาการทำงาน ความสะดวกสบายในการทำงาน ค่าใช้จ่ายความคุ้มค่า ความปลอดภัยต่อบุคคล อาหาร และผู้บริโภค ซึ่งผู้วิจัยได้นำหลักการต่างๆ ประเมินความเป็นไปได้ในการจัดแผนผัง ให้มีความสะดวกง่ายต่อการดูแลบริหารจัดการ ควบคุมกระบวนการผลิต

ผลการวิจัย

ในการวางแผนผังครัวอาหารแช่แข็งและกระบวนการผลิตที่เป็นกรณีศึกษาและพัฒนา โดยจะกล่าวถึงสภาพปัญหาที่พบในขั้นตอนกระบวนการต่างๆ นำมาวิเคราะห์ปรับปรุงผังของครัวผลิตอาหารแช่แข็งตามลำดับขั้นตอนแผนผังเชิงปฏิบัติการ ในการปรับปรุงแผนผังครัวผลิตอาหารแช่แข็งมีแบบผัง 4 รูปแบบ โดยนำหลักการต่างๆ ที่ได้ศึกษานำมาประกอบการวิเคราะห์ ปรับใช้ให้เข้ากับสถานที่และอุปกรณ์ที่มี ทำการประเมินวัดผลให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาใช้ในการปรับปรุงผังครัวผลิตอาหารแช่เยือกแข็งที่เป็นกรณีศึกษา

ขั้นตอนกระบวนการผลิตเดิมกรณีศึกษา

กระบวนการผลิตเดิมกรณีศึกษาใช้ใน รูปแบบที่ 1, 2 และ 3 ที่ไม่ได้นำหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนงหมู



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง

จากภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง ได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานโดยการสำรวจ จากการทำงานของพนักงาน เริ่มจากการรับสินค้าหรือวัตถุดิบ เก็บรับสินค้าเนื้อสัตว์จากสตอร์ (store) ทั้งของสดและแช่เยือกแข็ง นำมายังพื้นที่ห้องส่วนการผลิตสำหรับเนื้อสัตว์ เก็บข้อมูลการทำงานส่วนของพื้นที่ห้องส่วนการผลิตสำหรับเนื้อสัตว์ ขั้นตอนการทำละลาย (thaw) โดยการเปิดน้ำไหลผ่านหรือพักไว้อุณหภูมิห้องจนละลาย จากนั้นนำมาตัดแต่งเนื้อสัตว์ บรรจุใส่ถุงพลาสติกหรือถาดใส่อาหาร นำแช่ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5°C ส่วนการผลิตรับเนื้อสัตว์มาพักไว้ในตู้เย็นเพื่อทำการผลิต ติดตามพนักงานส่วนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง ขั้นตอนการรับผักสดจากสตอร์กลับมายัง ส่วนของโรงงานผลิต นำผักล้างน้ำและตัดแต่งผัก นำแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5°C น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารคือน้ำที่มีคุณภาพน้ำดื่มเท่านั้น นำเนื้อสัตว์ที่เตรียมไว้แล้ว นำมาประกอบอาหารจนอาหารสุกที่อุณหภูมิสูง รวมไปถึงขั้นตอนการนำใส่ถาดพักทิ้งไว้อุณหภูมิห้องจนอาหารเย็น เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมงหรือมากกว่านั้น โดยจับเวลาในการลดอุณหภูมิอาหาร บรรจุอาหารปิดฝาแพ็คติดฉลากวันหมดอายุ เก็บข้อมูลในการนำอาหารที่บรรจุเรียบร้อยแล้ว แช่ตู้เย็นแช่เยือกแข็งอุณหภูมิ -18°C โดยจับเวลา 24 ชั่วโมง

การศึกษาการวางแผนผังครัวในปัจจุบันที่ยังไม่ได้เปลี่ยนแปลง

ผังครัวเดิมได้มีการผลิตอาหารเพื่อบริการลูกค้าทั่วไป ได้จำนวนการจำหน่ายอาหารแช่แข็ง ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ.2564 – กรกฎาคม พ.ศ. 2565 มีจำนวนดังนี้

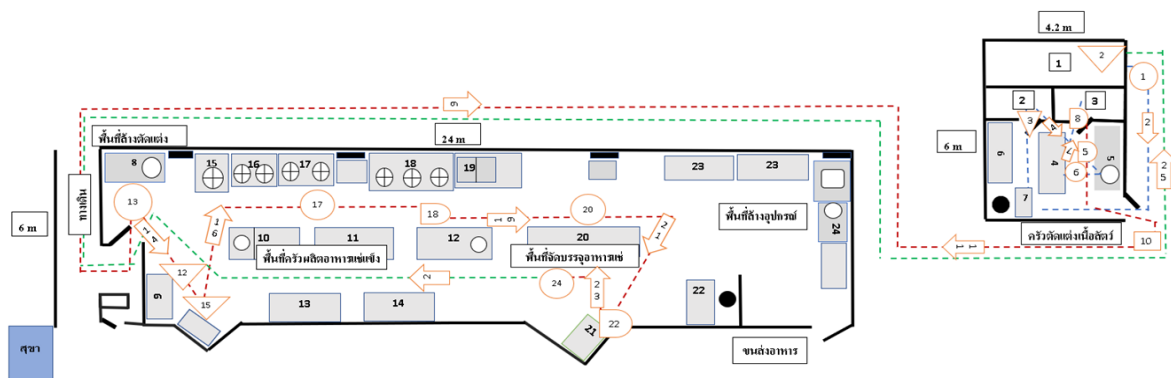
ตารางที่ 1 จำนวนการจำหน่ายอาหารแช่เยือกแข็งใน 1 ปี

NO.	รายการอาหารแช่เยือกแข็ง	จำนวน (กล่อง)
1	ข้าวกระเพราหมู	215
2	ข้าวกระเพราไก่	160
3	ข้าวผัดกุ้ง	763
4	ข้าวแกงเขียวหวานไก่	802
5	ข้าวพะแนงหมู	923
6	ผัดไทยไก่	120
7	ผัดไทยกุ้ง	225
8	ผัดซีอิ้วหมู	130
9	ผัดซีอิ้วไก่	140
10	ข้าวผัดหย่างโจว	125
11	ข้าวคั่วกลิ่นหมู	729
12	ข้าวคั่วกลิ่นไก่	714

ในการเก็บสถิติการส่งผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2564 – กรกฎาคม 2565 เป็นระยะเวลา 1 ปี มีการเปลี่ยนการผลิต มีจำนวนการส่งอาหารแช่เยือกแข็งจำนวนมากที่สุดคือ ข้าวพะแนงหมู มีจำนวนการผลิต 923 กล่อง จึงนำเอารายการอาหาร ข้าวพะแนงหมู นำมาใช้ในการวิจัยกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง ขั้นตอนการผลิตที่ การไหลของวัตถุดิบผ่านในส่วนแผนกต่างๆ โดยข้าวพะแนงหมูมีส่วนประกอบดังนี้ พริกแกงพะแนง กะทิ เนื้อหมูหั่น มะเขือพวง พริกชี้ฟ้าแดงซอย ใบมะกรูดซอย และข้าว จึงศึกษารายการอาหาร ข้าวพะแนงหมู มีกระบวนการผลิตที่ครบถ้วนในส่วนของการกระบวนการทำงานทุกแผนก

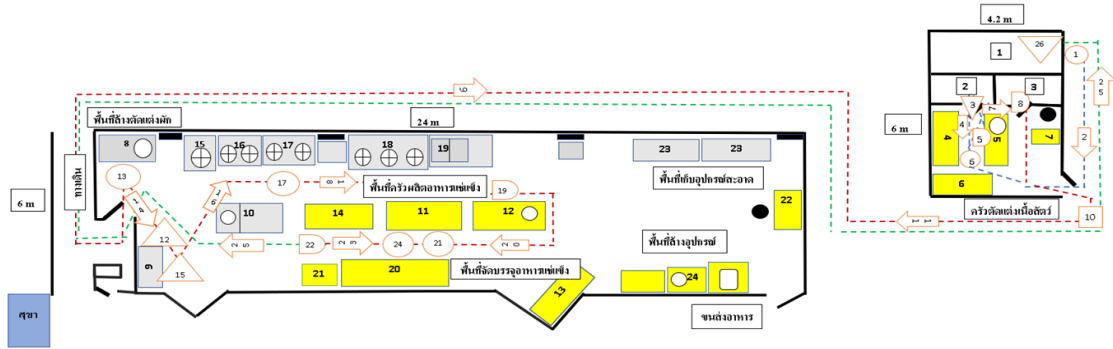
แผนผังโรงงานอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะแนงหมู

รูปแบบที่ 1 (เดิม)



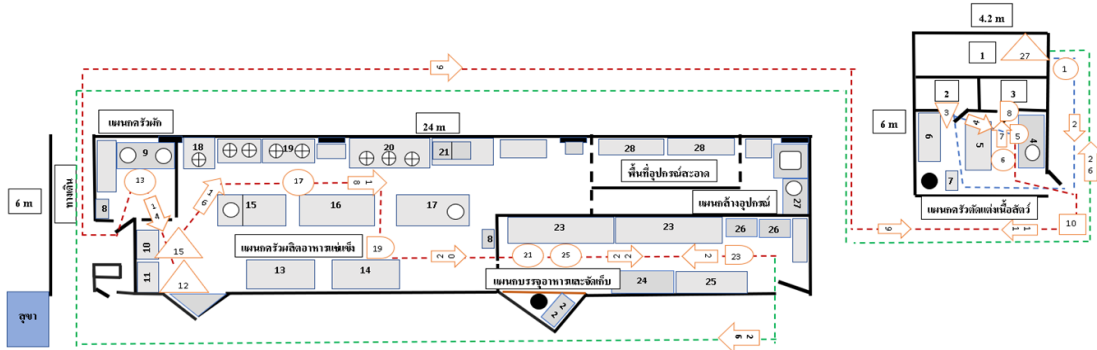
ภาพที่ 2 แผนผังภาพการไหล (Flow Diagram) ของกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะแนงหมูรูปแบบที่ 1 (เดิม)

รูปแบบที่ 2 (ประสิทธิภาพ)



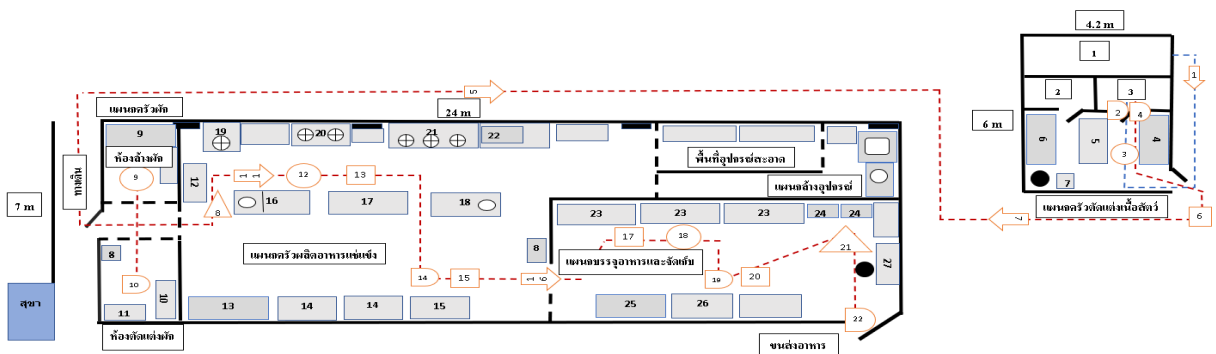
ภาพที่ 3 แผนผังภาพการไหล (Flow Diagram) ของกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนางหมู
กรณีศึกษารูปแบบที่ 2 (ประสิทธิภาพ)

รูปแบบที่ 3 (GMP)



ภาพที่ 4 แผนผังภาพการไหล (Flow Diagram) ของกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนางหมู
กรณีศึกษารูปแบบที่ 3 (GMP)

รูปแบบที่ 4 (กระบวนการ,GMP,HACCP)



ภาพที่ 5 แผนผังภาพการไหล (Flow Diagram) ของกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนางหมู
กรณีศึกษารูปแบบที่ 4 (กระบวนการ,GMP,HACCP)

จากรูปแบบแผนผังโรงงานอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนางหมู ในขั้นตอนกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือก
แข็ง ได้กำหนดหมายเลข ของสเตชันและอุปกรณ์ ความหมายของสเตชันประกอบอาหารคือ โต๊ะหรือสถานที่ใช้งาน

ประกอบอาหารซึ่งตัววัตถุดิบ เครื่องปรุง เครื่องเทศตัดแต่งผัก วางเครื่องเทศ อุปกรณ์เพื่อใช้ในการประกอบอาหาร และ
ล้างหรือทำความสะอาดวัตถุดิบ ลักษณะงานนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ พงมาน เตียววัฒนรัฐติกาล, อุษณีย์ คำพูล และ
สมบุญ เจริญวิไลศิริ (2563)

หมายเลขสแตชันและอุปกรณ์

หมายเลข 1 หมายถึงสโตร์	หมายเลข 16 หมายถึงสแตชันประกอบอาหารที่ 1
หมายเลข 2 หมายถึงห้องแช่เยือกแข็ง	หมายเลข 17 หมายถึงสแตชันประกอบอาหารที่ 2
หมายเลข 3 หมายถึงห้องแช่เย็น	หมายเลข 18 หมายถึงสแตชันประกอบอาหารที่ 3
หมายเลข 4 หมายถึงอ่างล้าง	หมายเลข 19 หมายถึงเตาหม้อน้ำสต็อก
หมายเลข 5 หมายถึงส่วนการตัดแต่งเนื้อสัตว์	หมายเลข 20 หมายถึงเตาที่ 1
หมายเลข 6 หมายถึงโต๊ะเครื่องมืออุปกรณ์	หมายเลข 21 หมายถึงเตาที่ 2
หมายเลข 7 หมายถึงโต๊ะทำงานเอกสาร	หมายเลข 22 หมายถึงเตาทอด
หมายเลข 8 หมายถึงอ่างล้างมือ	หมายเลข 23 หมายถึงส่วนการจัดอาหาร
หมายเลข 9 หมายถึงอ่างล้างผัก	หมายเลข 24 หมายถึงตู้แช่เยือกแข็ง
หมายเลข 10 หมายถึงสแตชันหั่นผัก	หมายเลข 25 หมายถึงชั้นเก็บของแห้ง
หมายเลข 11 หมายถึงตู้เย็นเก็บวัตถุดิบผัก	หมายเลข 26 หมายถึงบลาสฟริสเซอร์
หมายเลข 12 หมายถึงตู้เย็นเก็บวัตถุดิบเนื้อสัตว์	หมายเลข 27 หมายถึงโต๊ะทำงานเอกสาร
หมายเลข 13 หมายถึงชั้นเก็บของแห้ง	หมายเลข 28 หมายถึงพื้นที่ล้างอุปกรณ์
หมายเลข 14 หมายถึงตู้เย็นเก็บวัตถุดิบ	หมายเลข 29 หมายถึงชั้นเก็บอุปกรณ์สะอาด
หมายเลข 15 หมายถึงบลาสซิลเลอร์	

(1) แผนผังรูปแบบที่ 1 (เดิม) เป็นการศึกษาแผนผังของเดิมที่ทำการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง โดยไม่ได้มีการ
ปรับเปลี่ยนแผนผัง เป็นการเก็บข้อมูล สถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ กระบวนการผลิตทุกขั้นตอน นำมาวิเคราะห์
การผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนงหมู (2) แผนผังรูปแบบที่ 2 (ประสิทธิภาพ) จะมุ่งเน้นการทำงานที่ใช้ระยะเวลา
ระยะทางที่สั้นที่สุด ไม่มุ่งเน้นความปลอดภัยในการทำงานและอาหาร ไม่คำนึงถึงสุขาภิบาล เน้นสะดวกรวดเร็ว ไม่คำนึง
ผลลัพธ์ของการศึกษา ซึ่งในแผนผังที่ 2 มุ่งเน้นลดอัตราการเคลื่อนที่ให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดโดยใช้กระบวนการผลิตรูป
แบบเดิม (3) รูปแบบที่ 3 (GMP) ยังคงใช้กระบวนการผลิตเดิม แต่ใช้หลักการวางแผนผังโรงงานและ GMP ประยุกต์ใช้ผัง
ของโรงงาน โดยไม่มุ่งเน้น ระยะทาง และเวลา แต่เน้นความปลอดภัยการทำงาน และความปลอดภัยทางด้านอาหาร โดย
ใช้กระบวนการผลิตรูปแบบเดิม แต่ปรับผังโรงงานให้มีการแบ่งแยกแผนกต่างๆ กันพื้นที่การทำงานที่มีความเสี่ยงโดยใช้
ผนังปิดกั้น เพื่อลดการปนเปื้อนข้ามระหว่างอีกจุดไปยังอีกจุด (4) รูปแบบที่ 4 (กระบวนการ,GMP,HACCP) โดย
กระบวนการผลิตนำหลักของ GMP HACCP นำมาประยุกต์ใช้ตลอดจนกระบวนการผลิต และยังปรับผังโรงงานให้มีการ
แบ่งแยกแผนกต่างๆ ขยายพื้นที่ให้มากขึ้น กันพื้นที่การทำงานที่มีความเสี่ยงโดยใช้ผนังปิดกั้น เพื่อลดการปนเปื้อนข้าม
ระหว่างอีกจุดไปยังอีกจุด ซึ่งมีระยะทางความถี่มากขึ้นแต่ระยะทางน้อยลง ร่วมไปถึงการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต
และอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 2 Flow chart for frozen food production process of pork panang with rice

FLOW PROCESS CHART							
		Proposed method				Present method	
Planning	Chart symbols					Process	Distance
Diagram	(per time in the process)					Time	
	○	⇒	□	◇	▽	minute	m.
รูปแบบที่ 1 (เดิม)	6	11	1	4	4	2114	855
รูปแบบที่ 2 (ประสิทธิภาพ)	6	11	1	4	4	2111	846
รูปแบบที่ 3 (GMP)	6	12	1	4	4	2115	895
รูปแบบที่ 4 (กระบวนการ ,GMP,HACCP)	4	5	5	6	2	363	606
○ = การผลิต ⇒ = การเคลื่อนที่ □ = ตรวจสอบ ◇ = การรอคอย ▽ = การเก็บ							

รูปแบบที่ 1 (เดิม) จะเห็นได้ว่าใน Flow Process Chart ของกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งโดยเก็บข้อมูลจากการทำอาหารกล่องรายการ ข้าวพะเนียงหมู 100 กล่องต่อ 1 รอบการผลิต มีการผลิต 6 กระบวนการ มีการเคลื่อนย้าย 11 กระบวนการ มีการตรวจสอบ 1 กระบวนการ มีการรอคอย 4 กระบวนการ และมีการจัดเก็บ 4 กระบวนการ โดยมีระยะทางในการเคลื่อนย้ายทั้งหมด 855 เมตรต่อเที่ยว และใช้เวลาในการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง 2114 นาทีต่อการผลิตพร้อมส่งไปยังห้องแช่เยือกแข็งของทางสโตร์เพื่อส่งต่อลูกค้า ซึ่งใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน เวลาส่วนใหญ่อยู่ในกระบวนการรอมีการไหลของกระบวนการที่มีระยะทางมาก โดยการไหลของอาหารแช่เยือกแข็งจะมีเส้นทางกลับไปเส้นทางเดิมคือสโตร์ ซึ่งมีระยะทางที่ไกล และใช้เวลาในการเคลื่อนที่มากโดยไม่จำเป็น

รูปแบบที่ 2 (ประสิทธิภาพ) จะเห็นได้ว่าใน Flow Process Chart มีการผลิต 6 กระบวนการ มีการเคลื่อนย้าย 11 กระบวนการ มีการตรวจสอบ 1 กระบวนการ มีการรอคอย 4 กระบวนการ และมีการจัดเก็บ 4 กระบวนการ โดยมีระยะทางในการเคลื่อนย้ายทั้งหมด 846 เมตรต่อเที่ยว และใช้เวลาในการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง 2111 นาทีต่อการผลิตพร้อมส่งไปยังห้องแช่เยือกแข็งของทางสโตร์เพื่อส่งต่อลูกค้า ซึ่งใช้ระยะเวลาและระยะทาง ในการผลิตจะแตกต่างกับ รูปแบบที่ 1 (เดิม) ไม่มาก เวลาส่วนใหญ่อยู่ในกระบวนการรอมีการไหลของกระบวนการที่มีระยะทางมาก โดยการไหลของอาหารแช่เยือกแข็งจะมีเส้นทางกลับไปเส้นทางเดิมคือสโตร์ ซึ่งมีระยะทางที่ไกล และใช้เวลาในการเคลื่อนที่มากโดยไม่จำเป็น แต่จะมีผลในระยะทางความถี่ ที่แตกต่างกัน

รูปแบบที่ 3 (GMP) จะเห็นได้ว่าใน Flow Process Chart มีการทำงาน 6 กระบวนการ มีการเคลื่อนย้าย 12 กระบวนการ มีการตรวจสอบ 1 กระบวนการ มีการรอคอย 4 กระบวนการ และมีการจัดเก็บ 4 กระบวนการ โดยมีระยะทางในการเคลื่อนย้ายทั้งหมด 895 เมตรต่อเที่ยว และใช้เวลาในการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง 2115 นาทีต่อการผลิตพร้อมส่งไปยังห้องแช่เยือกแข็งของทางสโตร์เพื่อส่งต่อลูกค้า ระยะทางกับเวลาที่มีความแตกต่างกับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 มากอย่างเห็นได้ชัด เพราะมีกระบวนการผลิตในรูปแบบเดิม และยังมีกระบวนการไหลที่เพิ่มมากขึ้น ในการแบ่งพื้นที่การทำงานของแผนกต่างๆ

รูปแบบที่ 4 (กระบวนการ,GMP,HACCP) จะเห็นได้ว่าใน Flow Process Chart มีการทำงาน 4 กระบวนการ มีการเคลื่อนย้าย 5 กระบวนการ มีการตรวจสอบ 5 กระบวนการ มีการรอคอย 6 กระบวนการ และ

มีการจัดเก็บ 2 กระบวนการ โดยมีระยะทางในการเคลื่อนย้ายทั้งหมด 606 เมตรต่อเที่ยว และใช้เวลาในการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง 363 นาทีต่อการผลิตพร้อมส่งต่อลูกค้า

หมายเลขรหัสความสัมพันธ์

หมายเลข 1 รับวัตถุดิบสโตร์	หมายเลข 7 ผลิตอาหารปรุงที่ส่วนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง
หมายเลข 2 ควบคุมการละลาย	หมายเลข 8 ลดอุณหภูมิอาหารด้วยตู้บลาสซิลเลอร์
หมายเลข 3 ทำความสะอาดตัดแต่งเนื้อสัตว์	หมายเลข 9 ตรวจวัตถุดิบ
หมายเลข 4 ตรวจเช็ควัตถุดิบ	หมายเลข 10 ส่งอาหารที่แผนกบรรจุภัณฑ์และจัดเก็บ
หมายเลข 5 ขนส่งวัตถุดิบไปส่วนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง	หมายเลข 11 นำอาหารที่บรรจุภัณฑ์เข้าตู้บลาสฟรีเซอร์
หมายเลข 6 ล้างตบแต่งวัตถุดิบแผนกส่วนการผลิตผัก	หมายเลข 12 ตรวจวัตถุดิบอาหารแช่เยือกแข็ง
	หมายเลข 13 จัดเก็บบรอส่ง

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Score
1		A	A	U	U	U	U	U	I	10
2			U	A	U	I	X	X	X	3
3				O	I	I	U	U	U	5
4					U	I	U	U	U	2
5						E	O	U	U	4
6							A	U	U	4
7								E	I	5
8									E	3
9										36

ภาพที่ 6 แผนภูมิความสัมพันธ์กระบวนการอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนียงหมูกรณีศึกษาแบบที่ 1 (เดิม) และรูปแบบที่ 2 (ประสิทธิภาพ)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Score
1		A	A	U	I	U	U	U	I	I	14
2			O	A	U	X	I	X	X	U	2
3				O	A	U	O	X	X	U	4
4					O	U	I	X	X	O	2
5						U	E	X	X	U	3
6							I	O	O	U	4
7								A	I	U	6
8									A	I	6
9										I	2
10											43

ภาพที่ 7 แผนภูมิความสัมพันธ์กระบวนการอาหารแช่เยือกแข็งรูปแบบที่ 3 (GMP)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Score
1		I	I	E	E	U	U	U	U	U	U	U	U	10
2			A	E	E	U	U	X	U	X	X	U	U	7
3				I	I	U	U	X	U	X	X	U	U	2
4					I	E	U	U	U	U	U	U	U	3
5						I	I	U	U	U	U	U	U	4
6							E	U	U	U	U	U	U	1
7								A	O	U	U	U	U	4
8									A	E	U	U	U	4
9										A	U	U	U	4
10											A	U	U	4
11												A	U	4
12													I	2
13														46

ภาพที่ 8 แผนภูมิความสัมพันธ์กระบวนการอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนียงหมูกรณีศึกษารูปแบบที่ 4 (กระบวนการ,GMP,HACCP)

ตารางที่ 3 Number of production process frequencies, cross contamination, and relationship of frozen food production of pork panang with rice

Number of Movements, Cross Contamination and Relationship				
Distances and Number of Movements (total amount in process)			Cross Contamination	Relationship Chart
Planning	Total moves (time)	Total Distance (m)	Contamination (score) FMEA	Relationship
รูปแบบที่ 1 (เดิม)	133	1627	154	36
รูปแบบที่ 2 (ประสิทธิภาพ)	135	1526	138	36
รูปแบบที่ 3 (GMP)	118	1635	89	43
รูปแบบที่ 4 (กระบวนการ ,GMP,HACCP)	119	1166	28	46

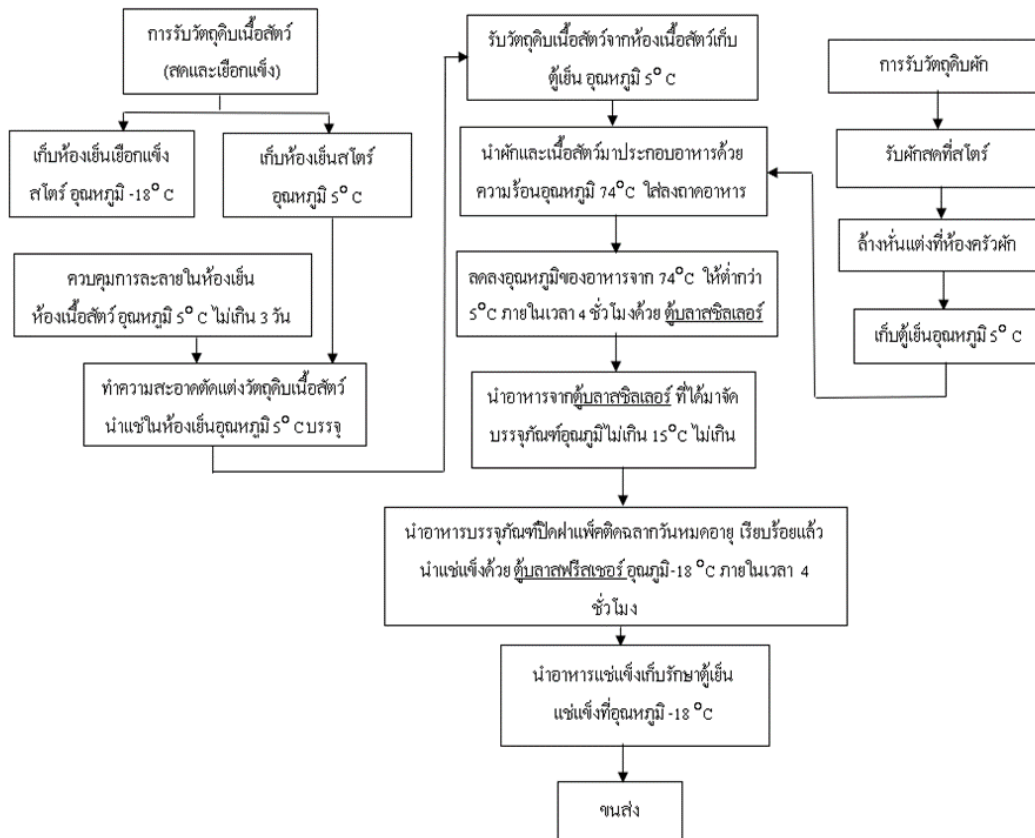
รูปแบบที่ 1 (เดิม) ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนียงหมูต่อ 1 รอบการทำงาน โดยเก็บข้อมูลจากการทำอาหารกล่องรายการ ข้าวพะเนียงหมู 100 กล่องต่อ 1 รอบ โดยมีการเคลื่อนที่ระยะทางทั้งหมด 1627 เมตร มีจำนวนการเคลื่อนที่มากที่สุดคือ สเตชั่นจัดอาหารนำอาหารไปแช่เยือกแข็งยังตู้แช่เยือกแข็ง โดยมีการเคลื่อนที่จำนวน 20 ครั้งต่อการผลิต 1 ครั้ง ระยะทาง 70 เมตร การวิเคราะห์ข้อมูลระยะทางจำนวนการเคลื่อนที่และการปนเปื้อนข้ามของจำนวนการเคลื่อนไหวในกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนียงหมูมีค่าคะแนน 154 คะแนนซึ่งมีค่าอยู่ในระดับผลกระทบสูง

รูปแบบที่ 2 (ประสิทธิภาพ) ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนียงหมู ในการศึกษาจากแผนผังเดิม นำแผนผังเดิมเปลี่ยนแปลง สลับสเตชั่นและอุปกรณ์เพื่อลดระยะทางการ

เคลื่อนที่ให้มีระยะทางที่สั้นลง โดยมีการเคลื่อนที่ระยะทางทั้งหมด 1526 เมตร มีจำนวนการเคลื่อนที่มากที่สุดคือ สเตชันจัดอาหารนำอาหารไปแช่เยือกแข็งยังตู้แช่เยือกแข็ง โดยมีการเคลื่อนที่จำนวน 20 ครั้งต่อการผลิต 1 ครั้ง ระยะทาง 30 เมตร การวิเคราะห์ข้อมูลระยะทางจำนวนความถี่การเคลื่อนที่ และการปนเปื้อนข้ามของจำนวนการเคลื่อนที่ ในกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนงหมูค่าคะแนน 138 คะแนน ค่าระดับความเสี่ยงผลกระทบสูง มีระดับการปนเปื้อนปานกลางถึงค่อนข้างสูง เป็นอันตรายต่ออาหารแต่สามารถบริโภคได้อย่างระมัดระวัง โดยมีค่าการปนเปื้อนข้าม 24 คะแนน มีการเคลื่อนที่ 8 ครั้ง ของกระบวนการเคลื่อนที่ คือ การเคลื่อนที่ของเตาที่ 3 ไปยังสเตชันประกอบอาหารที่ 3 ซึ่งมีการประกอบอาหารมีการเตรียมวัตถุดิบของดิบและของสุกอยู่บริเวณเดียวกัน ในการผลิตข้าวพะเนงหมูแช่เยือกแข็ง

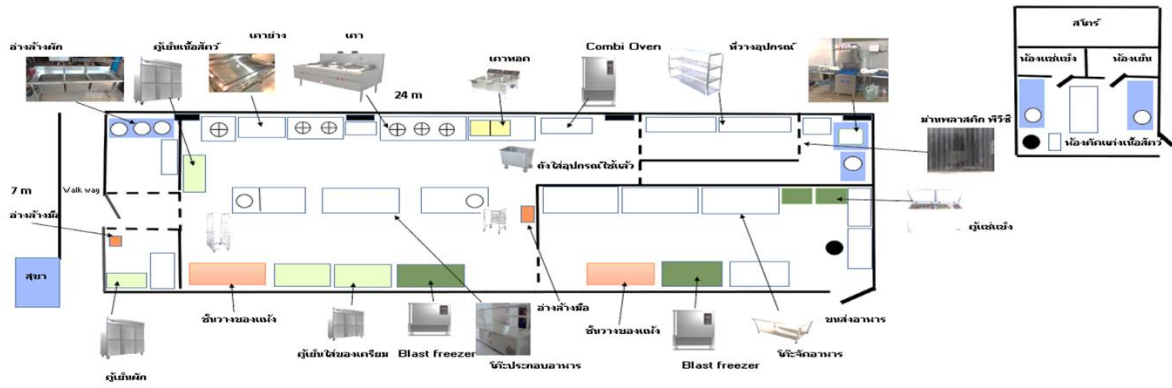
รูปแบบที่ 3 (GMP) ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งต่อ 1 รอบการทำงาน โดยเก็บข้อมูลจากการทำอาหารกล่อง ข้าวพะเนงหมู 100 กล่องต่อ 1 รอบการผลิต โดยมีการเคลื่อนที่ระยะทางทั้งหมด 1635 เมตร โดยความถี่ที่มีการเคลื่อนที่มากที่สุดคือ ใส่อาหารลงในภาชนะจากเตาที่ 1 มาพักสเตชันประกอบอาหารที่ 2 ระยะทาง 20 เมตร การจัดอาหารบรรจุภัณฑ์นำอาหารแช่เยือกแข็งด้วยตู้แช่เยือกแข็งสำหรับพักอาหารบรรจุระยะทาง 20 เมตร นำอาหารแช่เยือกแข็งด้วยตู้แช่ นำมาบรรจุติดฉลากระยะทาง 20 เมตร และนำอาหารจากแช่เยือกแข็งด้วยตู้แช่เยือกแข็งสำหรับพักอาหารบรรจุนำมาแช่เก็บรักษาในตู้แช่เยือกแข็งระยะทาง 10 เมตร โดยมีการเคลื่อนที่จำนวน 10 ครั้ง ต่อการผลิต 1 ครั้งในกระบวนการผลิต การวิเคราะห์ข้อมูลระยะทางจำนวนการเคลื่อนที่และการปนเปื้อนข้ามของจำนวนการเคลื่อนไหวในกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนงหมูมีค่าคะแนน 89 คะแนน ระดับความเสี่ยงผลกระทบต่ำ มีระดับการปนเปื้อนอาหารต่ำเป็นอันตรายต่ออาหารน้อยแต่สามารถบริโภคได้

รูปแบบที่ 4 (กระบวนการ,GMP,HACCP) ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะเนงหมู ได้ปรับขั้นตอนกระบวนการผลิตโดยนำหลักการวางแผนผังสุขาภิบาลโรงงาน GMP HACCP มาปรับใช้กับ SLP งานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการไหลของกระบวนการและความถี่การเคลื่อนที่ระยะทาง รวมไปถึงมุ่งเน้นกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง โดยติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรเพิ่มขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงตลอดกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง และการจัดเก็บอาหารแช่เยือกแข็ง ลักษณะงานนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pearly Saira, Gritty Maria and N. Ramanathan (2019)



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งโดยนำทฤษฎีมาประยุกต์ใช้

โดยเริ่มจากรับของจากสโตร์ การเก็บรักษาวัตถุดิบเนื้อสัตว์ การตัดตกแต่งเนื้อสัตว์ รับผักจากสโตร์ และวัตถุดิบเนื้อสัตว์ที่ส่วนการผลิตตกแต่งเนื้อสัตว์ การนำผักไปทำความสะอาด ส่งไปยังห้องตัดแต่งผัก การเก็บรักษา นำอุปกรณ์เครื่องส่วนการผลิตมาผลิตอาหาร การลดอุณหภูมิด้วยบลาสซิลเลอร์ นำอุปกรณ์ไปล้างทำความสะอาด การจับบรรจุอาหาร การแช่เยือกแข็งด้วยเครื่องบลาสฟรีเซอร์ โดยมีการเคลื่อนที่ระยะทางทั้งหมด 1166 เมตร โดยความถี่ที่มีการเคลื่อนที่มากที่สุดคือ การจัดอาหารบรรจุภัณฑ์นำอาหารแช่เยือกแข็งด้วยเครื่องบลาสฟรีเซอร์ระยะทาง 25 เมตร และนำอาหารจากเครื่องบลาสฟรีเซอร์นำมาแช่เก็บรักษาตู้แช่เยือกแข็งระยะทาง 45 เมตร โดยมีการเคลื่อนที่จำนวน 10 ครั้ง ต่อการผลิต 1 ครั้ง ในกระบวนการผลิตการวิเคราะห์ข้อมูลระยะทาง จำนวนการเคลื่อนที่และการปนเปื้อนข้ามของจำนวนการเคลื่อนไหวในกระบวนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง ข้าวพะเนียงหมูมีค่าคะแนน 28 คะแนน โดยระดับความเสี่ยงเกือบไม่มีผลกระทบจากการปนเปื้อนอาหาร สามารถบริโภคได้ปลอดภัย มีค่าการปนเปื้อนข้าม 8 คะแนน มีการเคลื่อนที่ 8 ครั้ง ของกระบวนการเคลื่อนที่ คือ การเคลื่อนที่ของเตาที่ 2 ไปยังบลาสซิลเลอร์ ซึ่งการขนอาหารสู่ผ่านการประกอบอาหารที่มีการเตรียมวัตถุดิบของดิบและของสุกอยู่บริเวณเดียวกัน ลักษณะงานนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของอาจารย์ ดร.รัตนา ปานเรียนแสน และคณะ (2554)



ภาพที่ 10 แผนผังส่วนการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะแนงหมูกรณีศึกษาแบบที่ 4 (กระบวนการ,GMP,HACCP) โดยติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 10 แผนผังการผลิตอาหารแช่เยือกแข็งรูปแบบที่ 4 ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ที่เหมาะสมกับการผลิตอาหารแช่เยือกแข็ง เพื่อให้ถูกตามหลัก GMP HACCP ของสุขาภิบาลอาหาร โดยนำเครื่องลดอุณหภูมิอาหารมาใช้งาน สามารถลดระยะเวลาการทำงานและเพิ่มการผลิตได้มากขึ้น โดยใช้เครื่องบลอสซิลเลอร์ และเครื่องบลอสฟริสเซอร์มาใช้งาน รวมไปถึงการเก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็งภายในพื้นที่โรงงาน

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปและการวิเคราะห์กระบวนการผลิตของผังครัวผลิต ที่เป็นกรณีศึกษา พบว่าในปัจจุบันครัวผลิตอาหารแช่แข็ง มีการผลิตที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนหลายปัจจัย กระบวนการผลิตในส่วนต่างๆ อยู่พื้นที่เดียวกันไม่มีการแยกพื้นที่ในการผลิตออกจากกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์อาจเกิดการปนเปื้อนได้ ส่งผลให้อาหารไม่ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค การศึกษาผังครัวผลิต พบว่าการออกแบบและวางผังครัวผลิตในปัจจุบันไม่ได้คำนึงถึงความสัมพันธ์ของกระบวนการไหลของวัตถุดิบ ส่งผลให้กระบวนการผลิต ทับซ้อนกันและระยะทางการไหลของวัตถุดิบมากเกินไปจนความจำเป็น ใช้อุปกรณ์ในการผลิตอาหารแช่แข็ง ไม่ถูกต้องตามมาตรฐานการผลิตผลิตภัณฑ์ (Good Manufacturing Practice; GMP) และระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Analysis Critical Control Point; HACCP) อันจะก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค เสียระยะเวลาในการรอกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน ไม่มีกระบวนการทำงานที่เป็นแบบแผน พนักงานไม่ได้ทำหน้างานตามหน้าที่ในแผนกที่ได้จัดวางตามระบบที่วางไว้

สรุปผล

ผลการวิจัยปรับปรุงแผนผังโรงงานเพื่ออาหารแช่เยือกแข็งข้าวพะแนงหมู โดยหลักการวางผังโรงงานพบว่า การศึกษาค่าผลรวมของความสัมพันธ์ ระยะทางทั้งหมด ระยะเวลาการผลิต และค่าโอกาสการปนเปื้อนอาหารจากผังโรงงานผลิต ของ 4 รูปแบบมีดังนี้ รูปแบบที่ 1 (เดิม) ระยะเวลาการผลิตคือ 2114 นาที, ระยะทางกระบวนการคือ 855 เมตร, ระยะทางเคลื่อนที่คือ 1627 เมตร, ค่าโอกาสการปนเปื้อนอาหารคือ 154 คะแนน, ค่าความสัมพันธ์คือ 36 ความสัมพันธ์ รูปแบบที่ 2 (ประสิทธิภาพ) ระยะเวลาการผลิตคือ 2111 นาที, ระยะทางกระบวนการคือ 846 เมตร, ระยะทางเคลื่อนที่คือ 1526 เมตร, ค่าโอกาสการปนเปื้อนอาหารคือ 138 คะแนน, ค่าความสัมพันธ์คือ 36 ความสัมพันธ์ ยังมีข้อจำกัดในการทำงานเหมือนกับรูปแบบที่ 1 (เดิม) แต่รูปแบบที่ 2 จะมุ่งเน้นการทำงานที่ใช้ระยะเวลา ระยะทางที่สั้นที่สุด ไม่มุ่งเน้นความปลอดภัยในการทำงานและอาหารรูปแบบที่ 3 (GMP) ระยะเวลาการผลิตคือ 2115 นาที, ระยะทางกระบวนการคือ 895 เมตร, ระยะทางเคลื่อนที่

คือ 1635 เมตร, ค่าโอกาสการปนเปื้อนอาหารคือ 89 คะแนน, ค่าความสัมพันธ์คือ 43 ความสัมพันธ์ รูปแบบที่ 3 ยังคงใช้กระบวนการเดิม แต่ใช้หลักการวางแผนผังโรงงานและ GMP ประยุกต์ใช้ผังของโรงงาน โดยไม่มุ่งเน้นระยะทาง และเวลา แต่เน้นความปลอดภัยการทำงาน และความปลอดภัยทางด้านอาหาร โดยใช้กระบวนการผลิตรูปแบบเดิม แต่ปรับผังโรงงานให้มีการแบ่งแยกแผนกต่างๆ กันพื้นที่การทำงานที่มีความเสี่ยงโดยใช้ผนังปิดกั้น รูปแบบที่ 4 (กระบวนการ,GMP,HACCP) ระยะเวลาการผลิตคือ 363 นาที, ระยะทางกระบวนการคือ 606 เมตร, ระยะทางเคลื่อนที่คือ 1166 เมตร, ค่าโอกาสการปนเปื้อนอาหารคือ 28 คะแนน, ค่าความสัมพันธ์คือ 46 ความสัมพันธ์ โดยกระบวนการผลิตนำหลักของ GMP HACCP นำมาประยุกต์ใช้ตลอดจนกระบวนการ และยังปรับผังโรงงานให้มีการแบ่งแยกแผนกต่างๆ ขยายพื้นที่ให้มากขึ้น กันพื้นที่การทำงานที่มีความเสี่ยงโดยใช้ผนังปิดกั้น เพื่อลดการปนเปื้อนข้ามระหว่างอีกจุดไปยังอีกจุด ซึ่งมีระยะทางความถี่มากขึ้นแต่ระยะทางน้อยลง ทางโรงงานผลิตอาหารแช่เยือกแข็งได้นำแผนผังที่ 4 (กระบวนการ,GMP,HACCP) เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในการผลิตจากการวิเคราะห์การใช้งานในระยะยาว มีความปลอดภัยในการทำงาน การไหลของกระบวนการผลิตที่ไม่เกิดการติดขัด ใช้ระยะเวลาในการผลิตที่สั้นกว่า การเพิ่มจำนวนการผลิตได้มากขึ้น สุขภาพที่ดีมีมาตรฐานอาหารปลอดภัยแก่ผู้บริโภค และยังยืดเวลาการรักษาคุณภาพอาหารได้ยาวนาน ถึงแม้จะมีค่าใช้จ่ายสูงแต่ถ้าใช้ในระยะเวลา ก็เหมาะสมกับการลงทุน และสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรชัย สินสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสิทธิ์ เจียรบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้สละเวลาอันมีค่า เพื่อให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขให้โครงการเล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตลอดจนการจัดทำโครงการนี้ ทุกขั้นตอน อีกทั้งยังทำให้คณะผู้จัดทำโครงการเข้าใจกระบวนการ และมีความสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น คณะผู้จัดทำโครงการขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณ คณะผู้เชี่ยวชาญ ด้านการวัดและประเมินผลที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการให้มีความสมบูรณ์ และถูกต้อง สามารถนำไปปรับใช้พัฒนาโครงการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผนผังโรงงาน ให้เกิดประโยชน์ต่อบุคคลที่ต้องการศึกษา ขอขอบพระคุณ จนกระทั่งประสบความสำเร็จมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2547). การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ FMEA.

กรุงเทพมหานคร: ส.เอเชียเพรส.

คชาภรณ์ เต็มยอด. (2562). คู่มือการตรวจรับรองระบบ HACCP ในสินค้าเนื้อสัตว์ปีกแช่เย็นจนแข็งเพื่อการส่งออกไปสหภาพยุโรป.

ปภาวดี ชานินา, อัมรินทร์ ไกรอาบ. (2563). แนวทางการพัฒนาระบบการออกแบบ และวางผังโรงงาน สำหรับอุตสาหกรรมอาหารกรณีศึกษา โรงงานผลิตปลาหมึกอบกรอบ.

พจมาน เตียววัฒนรัฐติกาล, อุษณีย์ คำพูล, สมบุญ เจริญวิไลศิริ. (2563). การออกแบบแผนผังทางเลือกสำหรับโรงงานแปรรูปผักและผลไม้ มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 7014-2548 สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม <http://fic.nfi.or.th/foodsafety>

สมศักดิ์ ตรีสัตย์. (2538). การออกแบบและวางผังโรงงาน. (พิมพ์ครั้งที่ 6) กรุงเทพมหานคร :

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

อาจารย์ ดร.รัตนา ปานเรียนแสน และคณะ. (2554). ระบบประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของ
อาหาร HACCP ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารของนิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก.
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ศรัญญา วอขวา. (2560). การสุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

References

Clark, J. P. (2009). Practical design, construction and operation of food facilities.
Oxford: Academic Press.

Himan Punchihewa, Ruwan Chandra Gopura. (2016). Development of a Layout Model
Suitable for the Food Processing Industry. University of Moratuwa, SriLanka.

Maulik C. Prajapati. (2016). Traceability in Food Process Industry. Agricultural University.

Pearly Saira, Gritty Maria, N. Ramanathan. (2019). Facility Layout Improvement for
Enhancing Productivity an Application of Systematic Plant Layout.

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม
สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
The Development of Web Application for Planning and Developing
Blenderized Diet for Food and Nutrition Program Students
at Loei Rajabhat University

สุระเดช ไชยตอกเกี้ย^{1*} วันเพ็ญ นาโสภ¹ นิตยา ศรีวิชา¹ และนรุวรรณ อยู่สำราญ²

Suradech Chaitokkia^{1*}, Wanpen Nasok¹, Nittaya Sriwicha¹ and Naruwan Yusamran²

¹สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, ประเทศไทย, 42000

²สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, ประเทศไทย, 42000

¹Food and Nutrition Program, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Thailand, 42000

²Computer Science Program, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Thailand, 42000

*Corresponding author E-mail: suradet_chai@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม 2) ประเมินคุณภาพเว็บแอปพลิเคชัน และ 3) ประเมินความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพเว็บแอปพลิเคชัน และแบบประเมินความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชัน สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า เว็บแอปพลิเคชันเพื่อวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับสูง ($\bar{x} = 4.45$, S.D.= 0.76) และความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชัน โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{x} = 4.60$, S.D.= 0.60)

คำสำคัญ : เว็บแอปพลิเคชัน, อาหารปั่นผสม, ความพึงพอใจ

Abstract

The objectives of this research were to: 1) develop a web application for planning and developing blended food recipes; 2) assess the quality of the web application; and 3) assess satisfaction with the web application. The sample group used in the research was 3rd-year students in the Food and Nutrition Department. Loei Rajabhat University, 20 people. The research tool was a web application quality assessment form. and a satisfaction assessment of the web application. The statistics used were the mean and standard deviation. The research results found that the web application is useful for planning and developing blended food recipes. Overall, the quality was at a high level ($\bar{x} = 4.45$, S.D. = 0.76) and satisfaction with the web application was high. Overall, the level was at a high level ($\bar{x} = 4.60$, S.D. = 0.60).

Keywords : web application, blenderized diet, satisfaction

บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศมีการประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านการศึกษาที่มีต่อผู้เรียนผู้สอน นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยส่งเสริมสนับสนุนด้านการศึกษากลับมาเกี่ยวกับการใช้งานเพื่อแก้ปัญหาด้านความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยี (อนุชิต สอนสีดา และ วีระยุทธ จันลา, 2560) และยังมีบทบาทสำคัญในการปฏิรูปและพัฒนาการปรับโครงสร้างของประเทศไทยให้ก้าวเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการยกระดับความสามารถในการจัดการศึกษา และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนที่เปลี่ยนไปในปัจจุบัน (นิกร จันภิลม และคณะ, 2562) การนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาเป็นสื่อหรือเป็นช่องทางในการถ่ายทอดความรู้ กระบวนการคิด สามารถการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนการสอนดำเนินการได้อย่างราบรื่น นอกจากนี้ยังเป็นการนำศักยภาพของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์แบบ ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ แอปพลิเคชัน และสื่อออนไลน์ ทั้งนี้ก็นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในการสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีความทันสมัยและมีประสิทธิภาพ (อภิชาติ รอดนิยม, 2564) ในปัจจุบันการใช้งานแอปพลิเคชันเป็นสิ่งที่อยู่คู่ชีวิตประจำวันของทุกคน รวมทั้งการใช้งานด้านการศึกษาอย่างยาวนานก็คือเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์ โดยตัวแอปพลิเคชันถูกจัดเก็บไว้ในเซิร์ฟเวอร์ ใช้งานผ่านทางโปรแกรมเปิดเว็บหรือเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) โดยมีการใช้งานร่วมกับอินเทอร์เน็ตสามารถใช้งานได้ทั้งบนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ มือถือ และมีข้อดีคือทำงานผ่านเซิร์ฟเวอร์ของโปรแกรม ใช้งานด้วยที่อยู่ URL ประหยัดเวลาในการเข้าถึง ไม่ต้องใช้พื้นที่บนอุปกรณ์เพราะทำงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ สามารถใช้งานได้ในทุกแพลตฟอร์ม โดยไม่ต้องดาวน์โหลดโปรแกรมมาติดตั้ง และสามารถทำงานได้ทุกที่ที่มีอินเทอร์เน็ต (Numkingston, 2564) ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาแบบการสอนที่นักเทคโนโลยีการศึกษา นิยมนำมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเนื่องจากมีรูปแบบที่ง่ายและมีขั้นตอนชัดเจน สามารถนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เป็นอย่างดีคือ ADDIE Model เนื่องจากสามารถช่วยในการออกแบบพัฒนา และปรับปรุงขั้นตอนให้การพัฒนาคครอบคลุมสาระสำคัญของการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน รวมทั้งการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การทดลองใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) (ศักดิ์เศรษฐ์ ประกอบผล, 2563)

การวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาการจัดการโภชนาการในโรงพยาบาล ของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีทั้งภาคทฤษฎีและภาคการปฏิบัติ ในส่วนของการวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสมมีระดับความยากพอสมควร เนื่องจากมีการคำนวณพลังงาน คำนวณสารอาหาร รวมทั้งการคัดเลือกวัตถุดิบอาหารเพื่อเป็นส่วนประกอบในการผลิตอาหารปั่นผสม ให้มีความเหมาะสมกับผู้ป่วย ทำให้ผู้เรียนวางแผนและพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสมได้ค่อนข้างช้า ไม่ทันต่อเวลาในการจัดการเรียนการสอน งานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม 2) เพื่อประเมินคุณภาพเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม ซึ่งอาจเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้นักศึกษาวางแผนและพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสมที่มีความเหมาะสมกับผู้ป่วยได้เร็วขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประเภทของการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีนวัตกรรมมาใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยมีขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย ในกระบวนการพัฒนาและผลิตซอฟต์แวร์ แบ่งออกเป็น 5 ระยะ ตามรูปแบบของ ADDIE Model ดังนี้

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) กำหนดขอบเขต เนื้อหา ข้อมูลที่นำมาใช้ในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

ระยะที่ 2 การออกแบบ (Design) ออกแบบโครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน การนำเสนอเว็บแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย รูปแบบอักษร ขนาดอักษร ภาพ สี การกำหนดตำแหน่ง และเครื่องมือเพื่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ระยะที่ 3 การพัฒนา (Development) ดำเนินการสร้างและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตามขั้นตอนที่ได้วางแผนและออกแบบไว้ข้างต้น และมีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของเว็บแอปพลิเคชัน และนำผลมาปรับปรุงแก้ไข

ระยะที่ 4 การทดลองใช้ (Implementation) ผู้วิจัยนำเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไป ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

ระยะที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) มีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาคอมพิวเตอร์หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง ประเมินคุณภาพเว็บแอปพลิเคชัน และประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชัน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ลงทะเบียนรายวิชาการจัดการโภชนาการในโรงพยาบาล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 20 คน

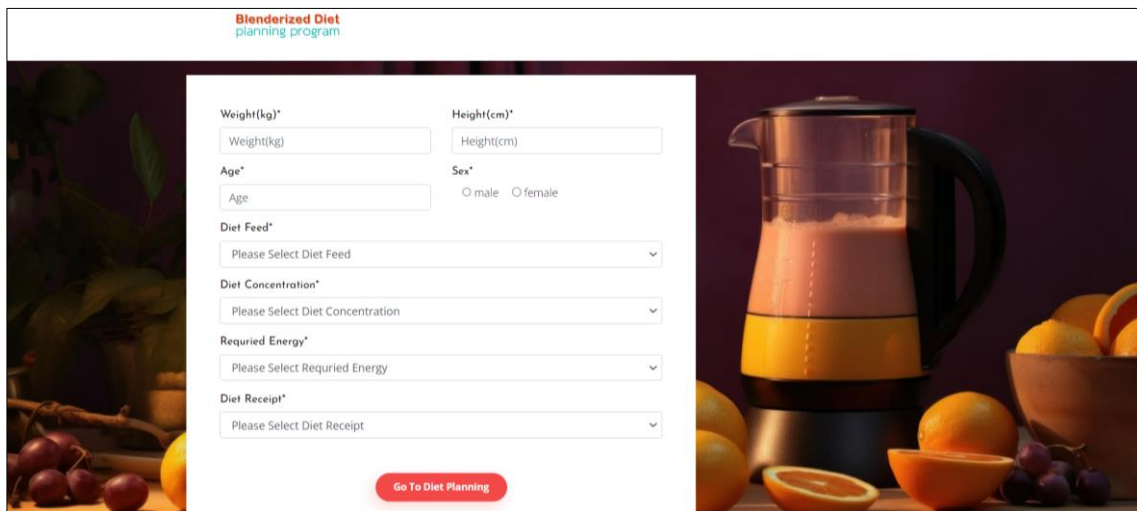
3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชัน มีทั้งหมด 2 ส่วนดังนี้ ประกอบด้วยแบบประเมินคุณภาพเว็บแอปพลิเคชัน และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชัน คำถามมีลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จากนั้นนำค่าคะแนนรวมมาจำแนกระดับด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตตามสูตรการหาอันตรภาคชั้นแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ (1.00 -2.33 คะแนน) ระดับปานกลาง (2.34 -3.66 คะแนน) และระดับสูง (3.67 -5.00 คะแนน) นำเสนอผลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในรูปแบบการบรรยายและตาราง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพเว็บแอปพลิเคชัน และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัย

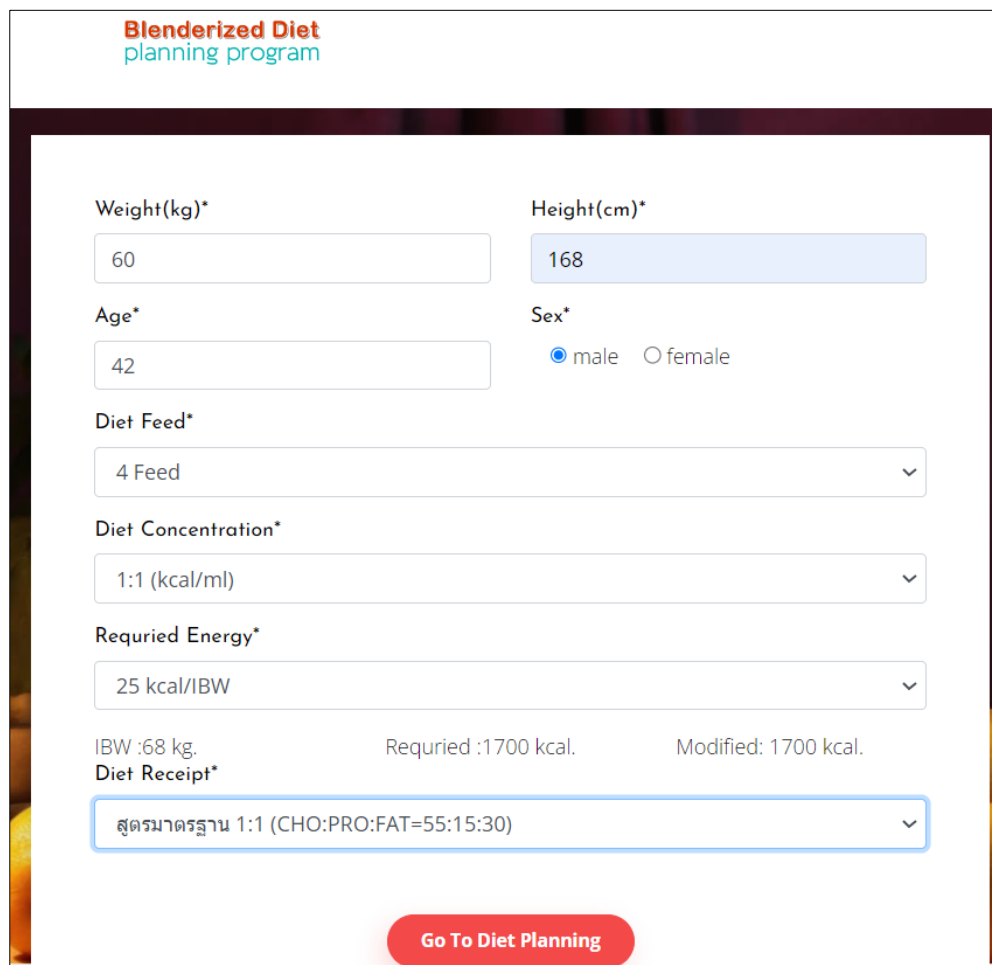
1. ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ในส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 1-6

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



The screenshot shows the registration form for the 'Blenderized Diet planning program'. The form includes fields for Weight (kg), Height (cm), Age, Sex (male/female), Diet Feed, Diet Concentration, Required Energy, and Diet Receipt. A 'Go To Diet Planning' button is located at the bottom of the form. The background features a blender with a smoothie and various fruits.

ภาพที่ 1 แสดงหน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม



The screenshot shows the same registration form with data entered. The fields are: Weight (kg) 60, Height (cm) 168, Age 42, Sex male, Diet Feed 4 Feed, Diet Concentration 1:1 (kcal/ml), Required Energy 25 kcal/IBW. Below the form, it displays 'IBW :68 kg.', 'Required :1700 kcal.', and 'Modified: 1700 kcal.'. The Diet Receipt field is set to 'สูตรมาตรฐาน 1:1 (CHO:PRO:FAT=55:15:30)'. A 'Go To Diet Planning' button is at the bottom.

ภาพที่ 2 แสดงหน้าสำหรับกรอกข้อมูลทั่วไปเพื่อกำหนดพลังงานและสารอาหารที่ควรได้รับ


Blenderized Diet
planning program

Diet Required Energy : 1,700 Kcal. from CHO:PRO:FAT = 234:64:57 gram.

Diet Planning :

Please Select Ingredient Amount(g.)

Order	Ingredient	Amount(g)	
Total Energy(Kcal) :	CHO(g) :	PRO(g) :	FAT(g) :



ภาพที่ 3 แสดงหน้าวางแผนและกำหนดส่วนประกอบอาหารปั่นผสม

Diet Required Energy : 1,700 Kcal. from CHO:PRO:FAT = 234:64:57 gram.

Diet Planning :

Please Select Ingredient Amount(g.)

Order	Ingredient	Amount(g)		
1	นมยูเอชทีรสจืด	<input type="text" value="310"/>	<input type="button" value="update"/>	<input type="button" value="delete"/>
2	ฟักทองต้ม	<input type="text" value="120"/>	<input type="button" value="update"/>	<input type="button" value="delete"/>
3	กล้วยน้ำว้าสุกต้ม	<input type="text" value="120"/>	<input type="button" value="update"/>	<input type="button" value="delete"/>
4	อกไก่ต้ม	<input type="text" value="60"/>	<input type="button" value="update"/>	<input type="button" value="delete"/>
5	ไข่ไก่ต้ม	<input type="text" value="100"/>	<input type="button" value="update"/>	<input type="button" value="delete"/>
6	ไข่ขาวต้ม	<input type="text" value="200"/>	<input type="button" value="update"/>	<input type="button" value="delete"/>
7	น้ำตาลทราย	<input type="text" value="165"/>	<input type="button" value="update"/>	<input type="button" value="delete"/>
8	น้ำมันถั่วเหลือง	<input type="text" value="30"/>	<input type="button" value="update"/>	<input type="button" value="delete"/>
Total Energy(Kcal) :		CHO(g) :	PRO(g) :	FAT(g) :
1700.3028068		232.6423176	62.948676	57.548834

ภาพที่ 4 แสดงหน้ากำหนดส่วนประกอบและปริมาณอาหารปั่นผสม

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

Blenderized Diet planning program

Blenderized Diet Planning
น้ำหนัก: 60 kg ส่วนสูง: 168 cm เพศ: male อายุ: 42 ปี
Diet Feed: 4 Feed Diet Concentration: 1.0:1 kcal/ml ปริมาตรสุทธิ: 1,700 ml ปริมาตรต่อ Feed: 425.00 ml
IBW: 68 kg Required Energy: 1,700 kcal Diet Receipt: สูตรมาตรฐาน 1:1 Required PRO: 1.0 g/IBW
CHO:PRO:FAT(%) 55 : 15 : 30 CHO:PRO:FAT(g) 234 : 64 : 57

Order	Ingredient	Amount(g)	Energy(kcal)	CHO(g)	PRO(g)	FAT(g)	CA(mg)	FE(mg)	VITA(RAE)	VITBI(mg)
1	นมยูเอชทีรสจืด	310	177.94	8.51	9.91	11.58	340.00	0.42	110.09	0.11
2	ฟักทองต้ม	120	75.13	16.76	1.16	0.38	14.61	0.47	0.00	0.00
3	กล้วยน้ำว้าสุกต้ม	120	175.35	42.24	1.11	0.21	9.67	0.74	4.67	0.06
4	อกไก่ต้ม	60	115.62	0.00	17.16	5.22	4.20	0.36	3.00	0.04
5	ไข่ไก่ต้ม	100	132.98	0.95	12.99	8.58	53.67	1.32	161.10	0.08
6	ไข่ขาวต้ม	200	102.10	0.00	20.62	2.18	10.66	1.05	12.02	0.00
7	น้ำตาลทราย	165	656.70	164.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	น้ำมันถั่วเหลือง	30	264.47	0.00	0.00	29.39	0.00	0.01	0.00	0.00
Total of Diet Plan		1105	1,700.30	232.64	62.95	57.55	432.81	432.81	290.88	0.29

ภาพที่ 5 แสดงหน้าปริมาณส่วนประกอบของอาหารปั่นผสมและคุณค่าทางโภชนาการ

Blenderized Diet Planning									
น้ำหนัก(kg)	60	ส่วนสูง(cm)	168	เพศ	male	อายุ(ปี)	42		
Diet Feed	4	Diet Concentration(kcal/ml)	1.0:1	ปริมาตรสุทธิ(ml)	1,700	ปริมาตรต่อ Feed(ml)	425.00		
IBW(kg)	68	Required Energy(kcal)	1,700	Diet Receipt	สูตรมาตรฐาน 1:1	Required	1.0		
CHO:PRO:FAT(%)	55		15		30	CHO:PRO:FAT(g)	234		64
							57		
ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	ปริมาณ(กรัม)	พลังงานทั้งหมด(กิโลแคลอรี)	คาร์โบไฮเดรต(กรัม)	โปรตีน(กรัม)	ไขมัน(กรัม)	แคลเซียม(มิลลิกรัม)	ธาตุเหล็ก(มิลลิกรัม)	
1	นมยูเอชทีรสจืด	310	177.94	8.51	9.91	11.58	340.00	0.42	
2	ฟักทองต้ม	120	75.13	16.76	1.16	0.38	14.61	0.47	
3	กล้วยน้ำว้าสุกต้ม	120	175.35	42.24	1.11	0.21	9.67	0.74	
4	อกไก่ต้ม	60	115.62	0.00	17.16	5.22	4.20	0.36	
5	ไข่ไก่ต้ม	100	132.98	0.95	12.99	8.58	53.67	1.32	
6	ไข่ขาวต้ม	200	102.10	0.00	20.62	2.18	10.66	1.05	
7	น้ำตาลทราย	165	656.70	164.18	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	น้ำมันถั่วเหลือง	30	264.47	0.00	0.00	29.39	0.00	0.01	
Total of Diet Plan		1105	1,700.30	232.64	62.95	57.55	432.81	432.81	

ภาพที่ 6 แสดงหน้า export ไฟล์ ในรูป excel

2. คุณภาพเว็บแอปพลิเคชัน ผลการประเมินคุณภาพเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{x} = 4.45$, S.D. = 0.76) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับสูงทุกด้าน ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ ขั้นตอนในการทำงานของระบบ ($\bar{x} = 4.30$, S.D. = 0.57) การออกแบบให้ใช้งานง่ายเมนูไม่ซับซ้อน ($\bar{x} = 4.35$, S.D. = 0.75) ความสะดวกในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ($\bar{x} = 4.40$, S.D. = 0.68) ลำดับเนื้อหาเข้าใจง่ายและชัดเจน ($\bar{x} = 4.10$, S.D. = 0.64) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณภาพเว็บแอปพลิเคชัน

คุณภาพเว็บแอปพลิเคชัน	$\bar{x} \pm S.D.$	การแปลผล
1. ขั้นตอนในการทำงานของระบบ	4.30±0.57	ระดับสูง
2. การออกแบบให้ใช้งานง่ายเมนูไม่ซับซ้อน	4.35±0.75	ระดับสูง
3. ความสะดวกในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน	4.40±0.68	ระดับสูง
4. ลำดับเนื้อหาเข้าใจง่ายและชัดเจน	4.10±0.64	ระดับสูง
5. คุณภาพของเว็บแอปพลิเคชันภาพรวม	4.45±0.76	ระดับสูง

3. ความพึงพอใจที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชัน ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{x} = 4.60$, S.D.= 0.60) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับสูงทุกด้าน ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ ความชัดเจนและจุดมุ่งหมายของเว็บแอปพลิเคชัน ($\bar{x} = 4.50$, S.D.= 0.61) การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทำให้วางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสมได้ง่ายขึ้น ($\bar{x} = 4.50$, S.D.= 0.61) การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันลดปัญหาการจัดเก็บข้อมูลได้ ($\bar{x} = 4.40$, S.D.= 0.60) เว็บแอปพลิเคชันมีข้อมูลเพียงพอต่อความต้องการ ($\bar{x} = 4.05$, S.D.= 0.83) เว็บแอปพลิเคชันมีความสะดวกในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ ($\bar{x} = 4.55$, S.D.= 0.51) ความถูกต้องแม่นยำเว็บแอปพลิเคชัน ($\bar{x} = 4.35$, S.D.= 0.49) ความเหมาะสมในการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชัน ($\bar{x} = 4.20$, S.D.= 0.52) ความสามารถของเว็บแอปพลิเคชันในการนำไปใช้ประโยชน์ ($\bar{x} = 4.60$, S.D.= 0.60) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชัน

ความพึงพอใจ	$\bar{x} \pm S.D.$	การแปลผล
1. ความชัดเจนและจุดมุ่งหมายของเว็บแอปพลิเคชัน	4.50±0.61	ระดับสูง
2. การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทำให้วางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสมได้ง่ายขึ้น	4.50±0.61	ระดับสูง
3. การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันลดปัญหาการจัดเก็บข้อมูลได้	4.40±0.60	ระดับสูง
4. เว็บแอปพลิเคชันมีข้อมูลเพียงพอต่อความต้องการ	4.05±0.83	ระดับสูง
5. เว็บแอปพลิเคชันมีความสะดวกในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ	4.55±0.51	ระดับสูง
6. ความถูกต้องแม่นยำเว็บแอปพลิเคชัน	4.35±0.49	ระดับสูง
7. ความเหมาะสมในการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชัน	4.20±0.52	ระดับสูง
8. ความสามารถของเว็บแอปพลิเคชันในการนำไปใช้ประโยชน์	4.60±0.60	ระดับสูง
9. ความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันภาพรวม	4.60±0.60	ระดับสูง

วิจารณ์ผล

ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชันตามรูปแบบ ADDIE MODEL มาใช้ในขั้นตอนการพัฒนา มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การทดลองใช้ และการประเมินผล ซึ่งมีการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารและโภชนาการ และด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และมีการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งส่งผล

ให้มีผลประเมินด้านคุณภาพเว็บแอปพลิเคชันโดยรวมอยู่ในระดับสูง และความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันโดยรวมอยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับ พิมพ์ปวีณ์ สุวรรณโณ (2563) ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ รายวิชาการวิจัยทางการศึกษาระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ผลการศึกษาพบว่า โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีและมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้รายวิชาการวิจัยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และการศึกษาของ มาริษา อินทนน และคณะ (2562) ศึกษาเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการบริโภคผักและผลไม้บำรุงสุขภาพ พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันภาพรวมอยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจมีต่อแอปพลิเคชันภาพรวม อยู่ในระดับมาก

สรุปผล

จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันวางแผนและการพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยการนำแนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชันตามรูปแบบ ADDIE MODEL มาใช้ในขั้นตอนการพัฒนา สามารถช่วยในการจัดการเรียนการสอน และช่วยให้ผู้เรียนวางแผนและพัฒนาสูตรอาหารปั่นผสมได้ โดยมีผลประเมินด้านคุณภาพเว็บแอปพลิเคชันโดยรวมอยู่ในระดับสูง และความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันโดยรวมอยู่ในระดับสูง

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ สามารถใช้งานได้เฉพาะระบบออนไลน์ ที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต และสามารถใช้งานได้ทั้งระบบคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน ดังนั้นควรมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตทุกครั้งที่มีการใช้งาน
2. ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ทั้งระบบออนไลน์และออฟไลน์ เพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกและหลากหลายมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- นิกร จันภิลม, ศตพล กัลยา, ภาสกร เรืองรอง, และรุจโรจน์ แก้วอุไร. 2562. เทคโนโลยีการศึกษาในยุค Thailand 4.0. วารสารปัญญาภิวัตน์. 11(1): 304-314.
- พิมพ์ปวีณ์ สุวรรณโณ. 2563. การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ รายวิชาการวิจัยทางการศึกษาระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. วารสารอิเล็กทรอนิกส์สื่อวัฒนธรรมและการศึกษาเชิงสร้างสรรค์. 3(1): 38-49.
- มาริษา อินทนน และพรพิสิทธิ์ เลียงอยู่. 2562. การพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการบริโภคผักและผลไม้บำรุงสุขภาพ. น. 1706-1712. ใน: ประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติของนักศึกษาด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ครั้งที่ 2 19 มกราคม 2562. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, กรุงเทพฯ.
- ศักดิ์เศรษฐ์ ประกอบผล. 2563. การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้แอดดีเอ็มเดลและแนวคิดของกาเย่. วารสารครุศาสตร์สาร. 14(1): 17-30.

- อนุชิต สอนสีดา และวีระยุทธ จันลา. 2560. บทบาทของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่อการศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 32(3): 1-5.
- อภิชาติ รอดนิยม. 2564. เทคโนโลยีการศึกษากับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในยุคใหม่. วารสาร สังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ. 6(9): 123-133.
- Numkingston. 2564. Web Application คืออะไร? และ แตกต่างจาก Application ที่เราใช้กันอยู่อย่างไร?. แหล่งข้อมูล: <https://tips.thaiware.com/1772.html>. ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2566.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติ
FACTOR AFFECTING BURNOUT IN SWIMMERS PARTICIPATING IN
NATIONAL YOUTH GAME

กิตติธเนศ ธนายศอาภาพัฒน์^{1*} และพิเชษฐ ชัยเลิศ¹

Kittanet Thanayosarphapat^{1*} and Pichet Chailert¹

¹ สาขาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา 56000

¹ Department of Exercise and Sport Science, Faculty of Science, University of Phayao 56000

*Corresponding author E-mail: 64080941@up.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติและเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติ จำแนกตามเพศและช่วงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ ครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 จำนวน 112 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม (Independent-samples t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

ผลการวิจัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 53.6 มีอายุอยู่ในช่วง 16-18 ปี มีประสบการณ์ในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ 1-3 ครั้ง การประสบความสำเร็จสูงสุดในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาว่ายน้ำอยู่ในระดับภาค และมีระยะเวลาในการฝึกซ้อมต่อครั้ง 60-120 นาที โดยศึกษาปัจจัยภายใน 3 ด้านประกอบด้วย 1) ความวิตกกังวลในการแข่งขัน 2) ความขัดแย้งของบทบาทหน้าที่ 3) การล่อหล่อมให้มีเป้าหมายแบบมุ่งที่ตัวเอง และปัจจัยภายนอก 3 ด้านประกอบด้วย 1) การฝึกหนักมากเกินไป 2) ทักษะคติของบุคคลรอบข้างที่มีความสำคัญ 3) การถูกควบคุมจากปัจจัยภายนอก ผลการศึกษพบว่า ระดับภาวะการหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติ ทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า การล่อหล่อมให้มีเป้าหมายแบบมุ่งที่ตัวเองทั้งเพศชายและเพศหญิงอยู่ในระดับต่ำ ส่วนปัจจัยอื่นๆ อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยทั้ง 2 ด้าน จำแนกตามเพศ พบว่า เพศชายและเพศหญิงมีภาวะหมดไฟไม่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบปัจจัยทั้ง 2 ด้านจำแนกตามช่วงอายุพบว่ามีภาวะหมดไฟไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ภาวะหมดไฟ, นักกีฬาว่ายน้ำ, กีฬาเยาวชนแห่งชาติ

ABSTRACT

The purpose of this study was to study the factors affecting burnout in swimmers participating in the National Youth Game and compare the factors affecting burnout among those participating in the National Youth Game competition, classified by gender and age range. The sample consisted of 112 swimmers participating in the 39th National Youth Game, Region 5 qualifying round, using purposive sampling. The research tool is a questionnaire. Statistics used in data analysis include finding the mean (\bar{X}), standard deviation. Analyzing the difference in

means of two groups by Independent Samples t Test and analyzing the differences between the means of three or more independent (unrelated) groups by One-way ANOVA.

The results showed that the majority of respondents were male, accounting for 53.6 percent. They are 16-18 years old and have experience in participating in National Youth Game competition 1-3 times. The highest success in participating in swimming competitions is at the regional level. and the duration of each practice session was 60-120 minutes. The research studying all 2 related factors: 3 internal factors consisting of trait competitive anxiety factor, role conflict factor and ego orientation factor and 3 external factors consisting of over training factor, attitude of significant other factor, external control factor. The study results was found that the level of burnout in National Youth Game swimmers both internal and external factors is at a moderate level. When considering each aspect, factors for ego orientation both female and male levels are low as for other factors is at a moderate level. When comparing both factors by gender, it was found that the burnout levels of swimmers were not different, and when comparing both factors by age, it was found that the burnout levels of swimmers were not different.

Keywords: Burnout, Swimmers, National Youth Game

บทนำ

กีฬาว่ายน้ำเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบการออกกำลังกายหรือการแข่งขันเพื่อความเป็นเลิศ ใช้เกณฑ์ตัดสินด้วยระยะเวลาในการแข่งขัน โดยในประเทศไทยได้มีการจัดแข่งขันกีฬาว่ายน้ำอย่างต่อเนื่องทั้งในระดับจังหวัด ระดับภาค ระดับประเทศ และระดับนานาชาติ มหกรรมกีฬา ระดับชาติที่มีความยิ่งใหญ่และมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับเยาวชน คือ กีฬาเยาวชนแห่งชาติ โดยมีการกำหนดอายุในการเข้าร่วมการแข่งขันไม่เกิน 18 ปี (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2565) และมีการคัดเลือกตัวแทนนักกีฬาว่ายน้ำในระดับจังหวัด ระดับภาค เพื่อเข้าร่วมการแข่งขันในระดับประเทศ

การคัดเลือกตัวแทนนักกีฬาว่ายน้ำในระดับภาคจะแบ่งเป็น 5 ภาค ได้แก่ ภาค 1 ประกอบด้วย กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (ยกเว้น นครปฐม) และจังหวัดในภาคตะวันออก ภาค 2 ประกอบด้วยจังหวัดในภาคกลาง จังหวัดในภาคตะวันตกและนครปฐม ภาค 3 ประกอบด้วยจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาค 4 ประกอบด้วยจังหวัดในภาคใต้ และภาค 5 ประกอบด้วยจังหวัดในภาคเหนือ ซึ่งนักกีฬาที่จะเข้าร่วมการแข่งขันในระดับชาติ ต้องใช้เวลาในรอบคัดเลือกระดับภาคไม่ต่ำกว่าเกณฑ์เวลามาตรฐานที่กำหนดไว้ นักกีฬาจึงต้องมีการเตรียมตัวในการฝึกซ้อมเป็นอย่างดีในการเข้าร่วมแข่งขัน การฝึกซ้อมที่มีความเข้มข้นสูง ทั้งด้านทักษะ ด้านเทคนิค พละกำลัง และสติปัญญา ก่อให้เกิดความวิตกกังวลที่ส่งผลกระทบต่อทั้งด้านร่างกายและจิตใจของนักกีฬาในระดับเยาวชน (กรมพลศึกษา, 2560) เกิดความเหนื่อยล้า ความเบื่อหน่าย ไม่อยากฝึกซ้อม ส่งผลกระทบต่อการฝึกซ้อมที่ไม่มีประสิทธิผล โดยผลกระทบดังกล่าวสามารถทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการแข่งขันและเลิกเล่นในที่สุด ซึ่งภาวะดังกล่าว คือ ภาวะหมดไฟ (Burnout)

ภาวะหมดไฟ (Burnout) เป็นสภาวะของร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ ที่อ่อนเพลีย ส่งผลกระทบต่อแนวความคิดและทัศนคติที่มีต่อชีวิตและการเล่นกีฬา (Schaufeli, Maslach, Marek, & research, 1993) สภาวะหมดไฟไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด แต่จะค่อย ๆ สะสมเพิ่มขึ้นจนกลายเป็นความเบื่อหน่าย ความวิตกกังวล และนำมาสู่การทำให้ นักกีฬาเลิกทำกิจกรรมกีฬาหรือเลิกเล่นกีฬาในที่สุด (ฉัตรกมล สิงห์น้อย, 2554) ภาวะหมด

ไฟในนักกีฬาเยาวชนเป็นผลมาจากปัจจัยทั้งภายในและปัจจัยภายนอก โดยปัจจัยภายใน ได้แก่ ความวิตกกังวลในการแข่งขัน (Trait Competitive Anxiety) เป็นความรู้สึกอันเกิดจากความกลัวและความตื่นเครียดเพราะตื่นตัวมากเกินไป มีผลต่ออารมณ์ ความรู้สึกและความสามารถที่แสดงออกมา ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งก่อนการแข่งขันระหว่างแข่งขัน และหลังการแข่งขัน สปีลเบอร์เกอร์ (Spielberger, 1966 อ้างถึงใน ปราณี อยู่ศิริ, 2542) ความขัดแย้งของบทบาทหน้าที่ (Role Conflict) เป็นปัจจัยภายในที่เกิดขึ้นจากการมีบทบาทหลายอย่างในสังคมปัจจุบัน เช่น การเป็นนักกีฬา นักเรียน นักศึกษา การทำงานควบคู่ไปด้วยซึ่งแต่ละบทบาทเหล่านั้นต้องทำให้สมบูรณ์และประสบผลสำเร็จ ส่งผลให้นักกีฬารู้สึกสับสน เนื่องจากแต่ละบทบาทต้องสร้างสัมพันธภาพกับบุคคลหลาย ๆ กลุ่มและขาดความเป็นส่วนตัว ทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างกัน ทั้งด้านการบริหารจัดการเวลาและความสำเร็จจากทุกๆบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบ การหล່หลอมให้มีเป้าหมายแบบมุ่งที่ตัวเอง (Ego Orientation) เป็นการรับเอาเป้าหมายที่ถูกหล່หลอมมาสร้างเป็นทัศนคติ การคิด และส่งผลต่อพฤติกรรมในการเปรียบเทียบความสามารถของตนเองในการแข่งขันหรือเล่นกีฬากับผู้อื่น และเชื่อว่ามีความสามารถหรือทำได้ดีกว่าบุคคลอื่น ส่วนปัจจัยภายนอก เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างสังคม (Gould, Udry, Tuffey et al., 1996) ได้แก่ ปัจจัยการฝึกหนักเกินไป (Over Training) การมีเป้าหมายเพื่อความเป็นเลิศหรือเพื่อชัยชนะทำให้นักกีฬาเข้าสู่การฝึกหนักมากเกินไป ร่างกายที่ไม่สามารถปรับตัวเข้ากับการฝึกที่หนักเกินไปได้ส่งผลทำให้นักกีฬาและจิตใจรู้สึกเหนื่อยล้าและส่งผลให้เกิดภาวะการหมดไฟในนักกีฬา (Brown, Volkman, Jun, Henschen-Edman, & Cohen, 2000) ปัจจัยทัศนคติของบุคคลรอบข้างที่มีความสำคัญ (Attitude of Significant Other) เป็นทัศนคติของบุคคลรอบข้างของนักกีฬา เช่น พ่อแม่ ผู้ปกครอง ผู้ฝึกสอน สร้างความคาดหวังและความกดดันเพื่อชัยชนะ (Expect and Pressure to Win) สร้างความวิตกกังวลให้กับนักกีฬา ทำให้นักกีฬารู้สึกว่าไม่สามารถคิดหรือตัดสินใจด้วยตัวเองได้จนไม่สามารถเล่นกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยการถูกควบคุมจากปัจจัยภายนอก (External Control) เช่น เงินรางวัลทุนการศึกษา เกียรติยศชื่อเสียง ซึ่งปัจจัยทั้งหมดอาจส่งผลทำให้เกิดสภาวะการหมดไฟแบบชั่วคราว (Temporary Burnout) และการมีปัจจัยอื่นเข้ามาส่งเสริมมากเท่าใดก็ยิ่งที่จะส่งผลให้เกิดการหมดไฟแบบถาวร (Permanent Burnout or Dropout)

ในนักกีฬาระดับเยาวชน ถ้านักกีฬา ผู้ฝึกสอน หรือผู้ปกครอง ไม่มีวิธีรับมือการจัดการกับภาวะหมดไฟที่ดีแล้ว อาจส่งผลกระทบร้ายแรงต่อตัวนักกีฬา ทำให้นักกีฬาท้อแท้ เบื่อหน่าย สิ้นหวัง ส่งผลให้สูญเสียนักกีฬาระดับสูงในอนาคตและนักกีฬาเยาวชนก็จะสูญเสียโอกาสในการเล่นกีฬาเพื่อเป็นอาชีพเพื่อสร้างชื่อเสียงให้ประเทศ

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาวัยน้ำกีฬายาวชนแห่งชาติ เพื่อทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาวัยน้ำกีฬายาวชน เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการป้องกันและพัฒนาร่างแผนการฝึกซ้อมเพื่อไม่ให้เกิดภาวะหมดไฟในนักกีฬาเยาวชนต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาวัยน้ำกีฬายาวชนแห่งชาติและเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาวัยน้ำกีฬายาวชนแห่งชาติ จำแนกตามเพศและช่วงอายุ ประชากร คือ นักกีฬาวัยน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬายาวชนแห่งชาติ ครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 จำนวน 160 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาวัยน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬายาวชนแห่งชาติ ครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 จำนวน 112 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เกณฑ์คัดเข้า 1) เป็นนักกีฬาวัยน้ำที่มีอายุระหว่าง 12-18 ปีทั้งเพศชายและเพศหญิง 2) สามารถสื่อสารและเข้าใจภาษาไทย 3) ยินดีเข้าร่วมในการศึกษา 4) เป็นนักกีฬาวัยน้ำที่ได้รับการฝึกซ้อมมาแล้วไม่น้อยกว่า 1 ปีก่อนการเก็บข้อมูล เกณฑ์คัดออก 1) เป็นนักกีฬาวัยน้ำที่มีอายุต่ำกว่า 12 ปี

ทั้งเพศชายและเพศหญิง 2) บาดเจ็บหรือป่วยไม่สามารถเข้าร่วมการแข่งขันได้ 3) เป็นนักกีฬาว่ายน้ำที่ได้รับการฝึกซ้อมน้อยกว่า 1 ปีก่อนการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม ปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนแห่งชาติ พัฒนาและดัดแปลงมาจาก ฉัตรกมล สิงห์น้อย (2554) จำนวน 1 ชุด แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของนักกีฬาว่ายน้ำน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับเพศ, ช่วงอายุ, ประสบการณ์ในการแข่งขัน, การประสบความสำเร็จสูงสุดในการแข่งขันกีฬาว่ายน้ำ และระยะเวลาในการฝึกซ้อม

ตอนที่ 2 แบบวัดปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติ มีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเกณฑ์การตัดสินค่าเฉลี่ยจากมาตรฐานค่า 5 ระดับ ตามแนวทางของ Best & Kahn (1993) ดังนี้ 1) ระดับสูงมาก (ช่วงคะแนน 4.01 - 5.00) 2) ระดับสูง (ช่วงคะแนน 3.01 - 4.00) 3) ระดับปานกลาง (ช่วงคะแนน 2.01 - 3.00) 4) ระดับต่ำ (ช่วงคะแนน 1.01 - 2.00) 5) ระดับต่ำมาก (ช่วงคะแนน 0.00 - 1.00) แบบสอบถามถูกนำไปหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักกีฬาว่ายน้ำที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านทาง Google Form โดยชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์การวิจัย ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างวันที่ 17 - 27 พฤศจิกายน 2566 ซึ่งเป็นช่วงของการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ ครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภาพของผู้ตอบแบบสอบถามด้วยความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติ จำแนกตามเพศ ด้วยสถิติ (Independent-samples t-Test) วิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติ จำแนกตามช่วงอายุ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One - way ANOVA)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 53.6 มีอายุอยู่ในช่วง 16-18 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.9 รองลงมาคืออายุอยู่ในช่วง 12-13 ปี คิดเป็นร้อยละ 29.5 และสุดท้ายมีอายุอยู่ในช่วง 14-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 27.7 ประสบการณ์ในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ ส่วนใหญ่เข้าร่วมการแข่งขัน 1-3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 59.8 รองลงมาคือประสบการณ์น้อยกว่า 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 23.2 และสุดท้ายมีประสบการณ์มากกว่า 3 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 17.0 การประสบความสำเร็จสูงสุดในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาว่ายน้ำพบว่าส่วนใหญ่ประสบความสำเร็จในระดับภาค คิดเป็นร้อยละ 42.0 รองลงมาประสบความสำเร็จในระดับชาติและระดับจังหวัด คิดเป็นร้อยละ 26.8 และสุดท้ายประสบความสำเร็จในระดับนานาชาติ คิดเป็นร้อยละ 4.5 ระยะเวลาในการฝึกซ้อมต่อครั้งส่วนใหญ่ฝึกซ้อม 60-120 นาที คิดเป็นร้อยละ 61.6 และฝึกซ้อมมากกว่า 120 นาที คิดเป็นร้อยละ 38.4 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ ครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 จำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน(คน)	ร้อยละ
รวม	100	100
เพศ		
ชาย	60	53.6
หญิง	52	46.4
ช่วงอายุ		
12-13 ปี	33	29.5
14-15 ปี	31	27.7
16-18 ปี	48	42.9
ประสบการณ์เข้าร่วมแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ		
น้อยกว่า 1 ครั้ง	26	23.2
1-3 ครั้ง	67	59.8
มากกว่า 3 ครั้ง	19	17.0
ระดับความสำเร็จสูงสุดในการแข่งขันกีฬาว่ายน้ำ		
ระดับจังหวัด	30	26.8
ระดับภาค	47	42.0
ระดับประเทศ	30	26.8
ระดับนานาชาติ	5	4.5
ระยะเวลาในการฝึกซ้อมต่อครั้ง		
60-120 นาที	69	61.6
120 นาทีขึ้นไป	43	38.4

2. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยภายในที่มีผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 มีระดับปานกลางทั้งเพศชายและเพศหญิง หากพิจารณารายด้านมีปัจจัยการล่อหลอมให้มีเป้าหมายแบบมุ่งที่ตัวเอง มีระดับต่ำทั้งเพศชายและเพศหญิง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยภายในที่มีผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 (N=112)

ปัจจัยภายใน	เพศ ชาย (n=60)			เพศ หญิง (n=52)		
	\bar{X}	S.D.	แปรผล	\bar{X}	S.D.	แปรผล
ความวิตกกังวลในการแข่งขัน	2.52	0.53	ระดับปานกลาง	2.88	0.58	ระดับปานกลาง
ความขัดแย้งของบทบาทหน้าที่	2.36	0.58	ระดับปานกลาง	2.47	0.68	ระดับปานกลาง
การหล່หล่อมให้มีเป้าหมาย แบบมุ่งที่ตัวเอง	1.92	0.67	ระดับต่ำ	1.83	0.64	ระดับต่ำ
โดยรวมปัจจัยภายใน	2.26	0.40	ระดับปานกลาง	2.39	0.41	ระดับปานกลาง

3. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 มีระดับปานกลาง ทั้งเพศชายและเพศหญิง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 (N=112)

ปัจจัยภายนอก	เพศ ชาย (n=60)			เพศ หญิง (n=52)		
	\bar{X}	S.D.	แปรผล	\bar{X}	S.D.	แปรผล
การฝึกหนักเกินไป	2.07	0.66	ระดับปานกลาง	2.21	0.55	ระดับปานกลาง
ทัศนคติของบุคคลรอบข้างที่มี ความสำคัญ	2.69	0.60	ระดับปานกลาง	2.78	0.62	ระดับปานกลาง
การถูกควบคุมจากปัจจัยภายนอก	2.60	0.59	ระดับปานกลาง	2.55	0.63	ระดับปานกลาง
โดยรวมปัจจัยภายนอก	2.45	0.48	ระดับปานกลาง	2.51	0.48	ระดับปานกลาง

4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 โดยจำแนกตามเพศ พบว่า นักกีฬาว่ายน้ำน้ำเพศชายและเพศหญิง มีระดับภาวะหมดไฟไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่มีผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 โดยวิธีการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent t-test)

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อภาวะหมดไฟของ นักกีฬาว่ายน้ำน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติ	เพศ ชาย (n=60)		เพศ หญิง (n=52)		t.
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
ปัจจัยภายใน	2.26	0.40	2.39	0.41	-1.696
ปัจจัยภายนอก	2.45	0.48	2.51	0.48	-0.674
โดยรวม	2.36	0.41	2.45	0.39	-1.262

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 โดยจำแนกตามช่วงอายุ พบว่านักกีฬาว่ายน้ำแต่ละช่วงอายุ มีระดับภาวะหมดไฟไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่มีผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 โดยวิธีการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของช่วงอายุ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

แหล่งข้อมูล	DF	SS	MS	F
ปัจจัยภายใน				
ภายในกลุ่ม	2	0.13	0.06	0.38
ระหว่างกลุ่ม	109	18.47	0.17	
ทั้งหมด	111	18.60		
ปัจจัยภายนอก				
ภายในกลุ่ม	2	0.04	0.02	0.08
ระหว่างกลุ่ม	109	25.77	0.24	
ทั้งหมด	111	25.80		
โดยรวม				
ภายในกลุ่ม	2	0.07	0.04	0.22
ระหว่างกลุ่ม	109	17.93	0.17	
ทั้งหมด	111	18.00		

*p<0.05

วิจารณ์ผล

จากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 112 คน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 53.6 มีอายุอยู่ในช่วง 16-18 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.9 รองลงมาคืออายุอยู่ในช่วง 12-13 ปี คิดเป็นร้อยละ 29.5 และสุดท้ายมีอายุอยู่ในช่วง 14-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 27.7 ประสบการณ์ในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ ส่วนใหญ่เข้าร่วมการแข่งขัน 1-3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 59.8 รองลงมาคือประสบการณ์น้อยกว่า 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 23.2 และสุดท้ายมีประสบการณ์มากกว่า 3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 17.0 การประสบความสำเร็จสูงสุดในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาว่ายน้ำพบว่าส่วนใหญ่ประสบความสำเร็จในระดับภาค คิดเป็นร้อยละ 42.0 รองลงมาประสบความสำเร็จในระดับชาติและระดับจังหวัด คิดเป็นร้อยละ 26.8 และสุดท้ายประสบความสำเร็จในระดับนานาชาติ คิดเป็นร้อยละ 4.5 ระยะเวลาในการฝึกซ้อมต่อครั้งส่วนใหญ่ฝึกซ้อม 60-120 นาที คิดเป็นร้อยละ 61.6 และฝึกซ้อมมากกว่า 120 นาที คิดเป็นร้อยละ 38.4

จากการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติ ตัวแปรต้นคือปัจจัยด้านบุคคลซึ่งประกอบด้วย เพศ และช่วงอายุ สำหรับตัวแปรตาม ได้แก่ ปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติโดยแยกเป็นปัจจัยภายใน จำนวน 3 ด้าน และ ปัจจัยภายนอกจำนวน 3 ด้าน การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟของนักกีฬาว่ายน้ำกีฬาเยาวชนแห่งชาติพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามได้ประเมินระดับของปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะหมดไฟอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนั้น

ถ้าประเมินค่าเฉลี่ยรายด้าน พบว่า ทั้งเพศหญิงและเพศชาย ปัจจัยการหล่อหลอมให้มีเป้าหมายแบบมุ่งที่ตัวเอง อยู่ในระดับต่ำ อาจเนื่องมาจากเป็นปัจจัยภายในด้านเจตคติที่เล่นกีฬาโดยที่มุ่งผลของการแข่งขัน แม้ขณะนี้นักกีฬาส่วนใหญ่ที่ผ่านรอบคัดเลือกระดับจังหวัดและเข้าร่วมการแข่งขันในระดับภาค ยังมีรูปแบบของเจตคติที่หล่อหลอมให้มีเป้าหมายมุ่งที่ตัวเองไม่เหมาะสม สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ปราณี อยู่ศิริ (2542) ได้ทำการศึกษาถึงรูปแบบเจตคติที่มุ่งกับงานและเจตคติที่มุ่งกับตนเอง ในการเล่นกีฬานักกีฬาเยาวชนพบว่าเจตคติที่มุ่งกับงานในระดับสูงและเจตคติที่มุ่งกับตนเองในระดับต่ำ

ผลการเปรียบเทียบเพศที่แตกต่างเกี่ยวกับภาวะการหมดไฟในนักกีฬาวัยรุ่น พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีเพศที่แตกต่างกันมีแนวโน้มระดับภาวะการหมดไฟ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อาจเนื่องมาจากปัจจัยด้านบุคคลและปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยในปัจจุบันเพศชายและเพศหญิง มีการเล่นกีฬาที่หลากหลายซึ่งสามารถเล่นได้ทั้งเพศหญิงและเพศชาย โดยเฉพาะกีฬาวัยรุ่นซึ่งมีรายการแข่งขันของเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกัน อีกทั้งยังมีรายการแข่งขันผลัด Mixed ซึ่งรวมนักกีฬา ชาย 2 คน หญิง 2 คน เป็นต้น ส่งผลให้นักกีฬาวัยรุ่นเพศชายและเพศหญิงมีพฤติกรรมการเล่นกีฬาในระดับที่ใกล้เคียงกันได้ ที่กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยด้านบุคคลและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมีผลต่อพฤติกรรมการเล่นกีฬานักกีฬา สอดคล้องกับแนวคิดในทฤษฎีปัญญาสังคมของ Bandura (1989) อ้างถึงใน สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต (2556) ที่อธิบายว่าพฤติกรรมของบุคคลนั้น เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อม และปัจจัยส่วนบุคคล และการรวมของปัจจัยเหล่านี้จะต้องร่วมกันในลักษณะที่กำหนดซึ่งกันและกัน (Reciprocal Determinism) กล่าวคือทั้งเพศชายและเพศหญิงมีความคิดในการเล่นกีฬาค้ำยันกัน

ผลการเปรียบเทียบช่วงอายุนักกีฬาวัยรุ่นที่แตกต่างเกี่ยวกับภาวะการหมดไฟในนักกีฬาวัยรุ่น พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุที่แตกต่างกันมีแนวโน้มระดับภาวะการหมดไฟไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีประสบการณ์ในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาวัยรุ่นใกล้เคียงกันคือจำนวน 1-3 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 67 และปัจจุบันมีรายการแข่งขันกีฬาวัยรุ่นมากขึ้น โดยเป็นรายการแข่งขันที่สมาคมกีฬาวัยรุ่นแห่งประเทศไทยจัดการแข่งขันขึ้นเองและหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชนจัดขึ้น ส่งผลให้นักกีฬามีโอกาสและประสบการณ์ในการเข้าร่วมการแข่งขันมากขึ้น อีกทั้งการบริหารจัดการการฝึกซ้อมนักกีฬาวัยรุ่นในปัจจุบันได้รับการสนับสนุนมากขึ้นทั้งด้านองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา สถานที่ฝึกซ้อม งบประมาณและสวัสดิการสอดคล้องกับการศึกษาของ เจนจิรา ศรีสอาด (2565) การบริหารจัดการการฝึกซ้อมของนักกีฬาวัยรุ่นทีมชาติไทยของสมาคมกีฬาวัยรุ่นแห่งประเทศไทยซึ่งพบว่าอยู่ในระดับดีมาก จึงทำให้นักกีฬาทุกช่วงอายุมีโอกาสและแรงจูงใจในการก้าวขึ้นสู่ระดับชาติใกล้เคียงกัน

สรุปผล

นักกีฬาวัยรุ่นกีฬาวัยรุ่นแห่งชาติมีภาวะการหมดไฟทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกในระดับปานกลาง นักกีฬาวัยรุ่นที่มีเพศแตกต่างกันมีภาวะการหมดไฟไม่แตกต่างกัน และนักกีฬาวัยรุ่นที่มีช่วงอายุแตกต่างกันมีภาวะการหมดไฟไม่แตกต่างกัน ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไปควรเก็บข้อมูลกับนักกีฬาเยาวชนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบในโอกาสต่อไป และควรทำการศึกษารายกรณี (Case study) หรือการวิจัยเชิงคุณภาพในนักกีฬาที่เลิกเล่นไปแล้ว (Dropout) เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาร่วมในการศึกษารายกรณีต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคูนนักกีฬาวัยรุ่นที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาวัยรุ่นแห่งชาติครั้งที่ 39 รอบคัดเลือกภาค 5 ที่ให้ข้อมูล ผู้ฝึกสอนที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี ดร.พิเชษฐ์ ชัยเลิศ ที่ปรึกษา

งานวิจัยที่ได้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทาง รวมทั้งเครือข่ายภายนอกหน่วยงานที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. 2556. จิตวิทยาการกีฬา. สำนักงานกิจการโรมฟิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.
- การกีฬาแห่งประเทศไทย. 2566. ประกาศระเบียบการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 39 ราชบุรีเกมส์. สืบค้นจาก https://drive.google.com/drive/folders/1vbOQ_aXTdidGDJyJD4TF9qmLdln5AWWv
- เจนจิรา ศรีสอาด. 2565. การบริหารจัดการการฝึกซ้อมของนักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติไทยของสมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.
- ฉัตรกมล สิงห์น้อย. 2554. ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการหมดไฟในนักกีฬาเยาวชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา. 11(2): 288-305.
- คำรัส ดาราศักดิ์. 2549. สาเหตุและกลยุทธ์ในการจัดการกับความเครียดของนักกีฬาเทนนิสเยาวชนทีมชาติไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- นพรักษ์ แกสมาน. 2553. สภาพและปัญหาการฝึกซ้อมของนักกีฬาเทนนิสที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติครั้งที่ 25. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปราณี อยู่ศิริ. 2542. ความสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลอันเป็นลักษณะนิสัยและเจตคติที่เกี่ยวข้องกับงานและตนเองที่มีผลต่อการเล่นกีฬาของนักกีฬามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สืบสาย บุญวีระบุตร, นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร, อาพรณชนิด ศิริแพทย์ และฉัตรมงคล สิงห์น้อย. 2552. จิตวิทยาการกีฬา. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา. 2560. คุณลักษณะทางจิตใจของนักกีฬาเยาวชนไทย: ทักษะการจัดการความเครียดทางการกีฬา. บริษัทชนแพคเกจจิ้ง (2014) จำกัด.
- Brown, Volkmann, Jun, Henschen-Edman, & Cohen. 2000. The crystal structure of modified bovine fibrinogen. 97(1). 85-90.
- Bandura, A. 1989. Human agency in social cognitive theory. American Psychologist. 44(9). 1175-1184.
- Gould, Tuffey, Udry, & Loehr. 1996. Burnout in competitive junior tennis players: I. A quantitative psychological assessment. 10 (4). 322-340.
- Schaufeli, Maslach, Marek, & research. 1993. The future of burnout. 253- 259.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดของนักศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
Factors influencing stress among students in the Faculty of Science
and Technology at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

ณิขกุล ผิวเหมาะ¹ พรพิมล สมหมาย¹ ราเชนที อีแต¹ และหยดฟ้า ราชมนี^{1*}
Nitchakhul Phiomao¹, Phornphimon Sommai¹, Rachen Eitae¹ and Yodfah Ratmanee^{1*}

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 80280

¹ Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

*Corresponding author E-mail: yhodpha.nstru@gmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบว่ากลุ่มเด็กและเยาวชนอายุไม่ถึง 20 ปี และกลุ่มวัย 20-29 ปี มีสัดส่วนเป็นผู้มีภาวะเครียดสูง และเสี่ยงต่อการฆ่าตัวตายมากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอายุอื่นๆ ซึ่งปัญหาดังกล่าวควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเครียดและปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดของ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2566 จำนวน 251 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามความเครียดของนักศึกษาที่มีความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค เท่ากับ 0.78 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ การถดถอยแบบพหุคูณ

ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชโดย ภาพรวมมีความเครียดอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่าด้านที่นักศึกษาที่มีความเครียดมากที่สุดและ อยู่ในอันดับแรก คือ ด้านการเรียนการสอน รองลงมาคือด้านจิตใจ ด้านครอบครัว ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ด้าน ร่างกาย และด้านสภาพแวดล้อม ตามลำดับ ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดของนักศึกษา ได้แก่ ชั้นปีการศึกษา และเกรดเฉลี่ยสะสม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยสามารถร่วมกันพยากรณ์ระดับความเครียดได้ ร้อยละ 81.29 และสามารถเขียนสมการถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน คือ ระดับความเครียด = -0.140 (ชั้นปีการศึกษา) - 0.109 (เกรดเฉลี่ยสะสม)

คำสำคัญ : ความเครียด, นักศึกษา

Abstract

Currently, it has been observed that the group of children and adolescents under the age of 20, as well as the age group of 20-29, has the highest proportion of individuals with high stress levels and is at the highest risk of suicide compared to other age groups. This issue should be urgently addressed. This research is a survey-based study with the objective of studying the stress levels and factors influencing the stress of students in the Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. The sample group for this study consists of students in the Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, in the academic year 2566, totaling 251 individuals. The instrument used is a stress questionnaire with

a confidence level calculated using Cronbach's alpha coefficient, which is 0.78. The statistical methods used for data analysis include mean, standard deviation, and multiple regression analysis.

The research findings indicate that students in the Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, overall experience high levels of stress. When considering the average scores, it was found that the aspect with the highest stress among students is related to learning and teaching, followed by mental well-being, family-related stress, interpersonal relationships, physical well-being, and environmental conditions, respectively. Furthermore, factors influencing the stress of students include the academic year and cumulative grade point average (GPA), which are statistically significant at a 0.05 level. Together, these factors can predict stress levels by 81.29%, and a regression equation can be formulated in terms of standardized scores. The equation is as follows: Stress Level = -0.140 (Academic Year) - 0.109 (Cumulative GPA).

Keywords : Stress, Students

บทนำ

ความเครียดเป็นปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิต ไม่ว่าจะมาจากภายในตัวเอง เช่น ความต้องการเรียนดี ความต้องการเป็นหนึ่ง หรือความเจ็บป่วยของร่างกาย หรือมาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น การย้ายบ้าน การเปลี่ยนงาน ความเจ็บป่วย การหย่าร้าง ภาวะว่างงาน ความสัมพันธ์กับเพื่อน ครอบครัว ความเครียดเป็นระบบเตือนภัยของร่างกายที่ช่วยเตรียมพร้อมที่กระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การมีความเครียดน้อยเกินไปหรือมากเกินไปไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพ มีผลกระทบทางร่างกายและจิตใจ โดยมักเกิดอาการปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ หัวใจเต้นเร็ว แน่นท้อง มือเท้าเย็น และอาการทางจิตใจ เช่น ความรุนแรง ขาดสมาธิ ความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นในการเกิดโรคประจำตัว การเกิดอาการปวดศีรษะ อาการหัวใจสั่น หรือการแสดงพฤติกรรมที่ไม่ปกติ เช่น การสูบบุหรี่ การดื่มสุรา หรือการเล่นพนัน การเผชิญกับความเครียดในระยะยาวอาจเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาสุขภาพจิต และอาจมีผลกระทบทางสังคมและการฆ่าตัวตายในที่สุด (ศรีจันทร์ พรจิราศิลป์, 2566)

ในปี 2565 สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล ได้เผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับ "โรคซึมเศร้า" ซึ่งระบุว่าโรคนี้เป็นภาวะทางจิตที่มีสาเหตุจากความเครียดที่เกิดขึ้นตามปัญหาต่างๆ ทั้งภาวะเศรษฐกิจ การระบาดของโรค การแข่งขันในสังคม รวมถึงปัจจัยทางชีวภาพและกรรมพันธุ์ จากข้อมูลนี้พบว่า มีผู้ป่วยโรคซึมเศร้าในประเทศไทยมากกว่า 1.5 ล้านคน โรคนี้เป็นต้นเหตุทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตถึง 4,000 รายต่อปี และมีผู้พยายามคิดถึงการฆ่าตัวตายถึง 53,000 คนต่อปี ดังนั้นการป้องกันความรุนแรงของโรคนี้และการยับยั้งการฆ่าตัวตายจึงมีความสำคัญเพื่อเสริมสร้างคุณภาพชีวิตของประชาชน (ศญาดา ด้านไทยวัฒนา, 2565) ผลการประเมินสุขภาพจิตของคนไทยในรายงาน 'Mental Health Check in' ซึ่งให้คนไทยประเมินตนเองด้านสุขภาพจิต ตลอดปี 2564 พบว่ามีสัดส่วนผู้มีภาวะเครียดสูงและเสี่ยงต่อการฆ่าตัวตายสูงมากในกลุ่มเด็กและเยาวชนอายุไม่ถึง 20 ปี และกลุ่มวัย 20-29 ปี โดยความเครียดมีการเชื่อมโยงกับปัญหาในครอบครัว การศึกษา และเป้าหมายในอนาคตของตนเอง สอดคล้องกับข้อมูลอัตราการฆ่าตัวตายสำเร็จ จากกรมสุขภาพจิต ปีงบประมาณ 2562-2566 ที่พบว่ากลุ่มวัยรุ่น/นักศึกษา อายุ 15-19 ปี มีอัตราการพยายามฆ่าตัวตายสูงสุดคือ 116.81 ต่อประชากรแสนคน (กรมสุขภาพจิต, 2565) สอดคล้องกับข้อมูลศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์เพื่อการแพทย์ด้านจิตเวช (AIMET) ที่ประเมินว่า มีเยาวชนไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป ตรวจพบอาการซึมเศร้าสูงถึง 2,200 ต่อประชากรแสนคน ผลสำรวจประเด็นสุขภาพจิตในโครงการสำรวจพฤติกรรมสุขภาพของนิสิตนักศึกษาในมหาวิทยาลัย ซึ่งดำเนินงาน

โดยสถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่านักศึกษาร้อยละ 30 มีความเครียดตลอดเวลา และร้อยละ 4.3 ได้รับการวินิจฉัยว่ามีโรคซึมเศร้าและโรคอารมณ์สองขั้ว (Bipolar) ร้อยละ 40 มีความเครียดตลอดเวลา โดยร้อยละ 4 เคยคิดฆ่าตัวตายอยู่ตลอดเวลา และร้อยละ 12 ได้ลงมือทำร้ายร่างกายตนเอง โดยร้อยละ 1.3 มีประวัติลงมือทำร้ายร่างกายตนเองตลอดเวลา ปัญหาสุขภาพจิตที่เด่นที่สุดคือความเครียดและภาวะซึมเศร้าของนักศึกษา และปัญหาที่ตามมาคือด้านการเงินที่มีผลจากภาระหนี้สินของครอบครัวหรือการพนันออนไลน์ หรือหนี้บัตรเครดิต (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2566)

ทั้งนี้ในจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าประชากรมีอัตราการฆ่าตัวตายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 9.08 ต่อแสนประชากรใน พ.ศ. 2563 เป็น 10.42 ต่อแสนประชากรใน พ.ศ. 2565 วิธีการที่ใช้ในการฆ่าตัวตายมากที่สุดคือการผูกคอ ร้อยละ 73.36 และ 80.54 ตามลำดับ ผู้ที่เสียชีวิตจากการฆ่าตัวตายมีปัญหาที่สำคัญคือโรคประจำตัวทางจิตเวชและทางกาย (ศูนย์เฝ้าระวังป้องกันการฆ่าตัวตาย, 2565) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยปัจจุบันเปิดสอนระดับปริญญาตรี 10 สาขาวิชา ได้แก่ เกษตรศาสตร์ คณิตศาสตร์(สถิติ) เคมี ชีววิทยา เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล วิทยาการคอมพิวเตอร์ ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาการประกอบอาหาร และสาธารณสุขศาสตร์ ทั้งนี้มหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปกำหนดนโยบายและโปรแกรมที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมสุขภาพทั้งทางกายและจิตของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเป็นผู้ใหญ่ที่มีความสุขต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ(Survey Research) ซึ่งมุ่งเน้นการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Simple Random Sampling)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ได้รับการศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ในปีการศึกษา 2566 ชั้นปีที่ 1-4 จำนวน 669 คน โดยได้ทำการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสูตรทาโร ยามานะ (Taro Yamane) ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% และได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 251 คน

การพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย ได้ดำเนินการโดยการระบุดังกล่าวและขั้นตอนการวิจัยอย่างชัดเจน กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับเชิญร่วมการวิจัยมีสิทธิ์และเสรีภาพในการถอนตัวออกจากการวิจัยตลอดเวลาที่ต้องการ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างจะถูกเก็บรักษาเป็นความลับและนำไปใช้เฉพาะในงานวิจัยนี้เท่านั้น การนำเสนอข้อมูลจะเป็นรูปแบบภาพรวมและได้รับความเห็นชอบจากกลุ่มตัวอย่าง การเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้กลุ่มตัวอย่างมีการลงนามในเอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าและออกจากการวิจัย ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่การวิจัย (Inclusion criteria)

เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคปกติ ในปีการศึกษา 2566 ทั้งเพศชายและเพศหญิง มีอายุ 19-23 ปี และยินดีเข้าร่วมในการศึกษา

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคพิเศษ (สมทบ) ในปีการศึกษา 2566 ทั้งเพศชายและเพศหญิง มีอายุต่ำกว่า 19 หรือมากกว่า 23 ปี และไม่ยินดีเข้าร่วมในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และเมื่อนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มทดลอง 30 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้เท่ากับ 0.78 โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ สาขาที่เรียน ชั้นปีการศึกษา เกรดเฉลี่ยสะสม รายรับต่อเดือน ศาสนา และสถานะการกู้ยืมเงินจากกองทุนเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.)

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษา 6 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านการเรียนการสอน ปัจจัยด้านครอบครัว ปัจจัยด้านจิตใจ ปัจจัยด้านร่างกาย ปัจจัยด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น และปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) โดยมีระดับคะแนน ตั้งแต่ 1-5 (ระดับน้อยที่สุดไปถึงมากที่สุดตามลำดับ) และแปลความหมายโดยใช้คะแนนเฉลี่ย โดยมีความเครียดในระดับน้อยที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80) มีความเครียดในระดับน้อย (คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60) มีความเครียดในระดับปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40) มีความเครียดในระดับมาก (คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20) และมีความเครียดในระดับมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการวิเคราะห์ระดับความเครียด ทั้ง 6 ด้าน และใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามแบบสอบถาม สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ด้านปัจจัยส่วนพื้นฐานส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาเพศหญิง จำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 61.35 ส่วนใหญ่ศึกษาในสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 41.04 ส่วนใหญ่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 3 จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 44.62 ส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ยสะสมระดับ 2.51 ขึ้นไป จำนวน 129 คน คิดเป็นร้อยละ 51.39 ส่วนใหญ่มีรายรับต่อเดือนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท จำนวน 142 คน คิดเป็นร้อยละ 56.57 ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ จำนวน 185 คน คิดเป็นร้อยละ 73.71 และส่วนใหญ่มีสถานะกู้ยืมเงินจากกองทุนเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) ทั้งนี้สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

	ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	หญิง	154	61.35
	ชาย	97	38.65
	สาขาวิชา		
	สาธารณสุขศาสตร์	103	41.04
	เกษตรศาสตร์	27	10.76
	เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล	26	10.3.6
	วิทยาการคอมพิวเตอร์	26	10.36
	วิทยาการการประกอบอาหาร	17	6.77
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	17	6.77

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
คณิตศาสตร์ (สถิติ)	14	5.88
ชีววิทยา	14	5.88
เคมี	6	2.39
ฟิสิกส์	1	0.40
ชั้นปีการศึกษา		
1	52	20.72
2	47	18.73
3	112	44.62
4	40	15.94
เกรดเฉลี่ยสะสม		
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 2.50	122	48.61
2.51 ขึ้นไป	129	51.39
รายรับต่อเดือน		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท	142	56.57
5,001 บาท ขึ้นไป	109	43.43
ศาสนา		
พุทธ	185	73.71
อิสลาม	66	26.29
อื่นๆ	-	-
สถานะการกู้ยืมเงินจากกองทุนเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.)		
กู้ยืม	218	86.85
ไม่กู้ยืม	33	13.15

2. ด้านระดับความเครียดของนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พบว่าในภาพรวมนักศึกษามีความเครียดอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.41$, S.D. = 0.65) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเป็นอันดับแรก คือ ด้านการเรียนการสอน ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.85) รองลงมา คือ ด้านจิตใจ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.68) ด้านครอบครัว ($\bar{X} = 3.40$, S.D. = 0.74) ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ($\bar{X} = 3.21$, S.D. = 0.46) ด้านร่างกาย ($\bar{X} = 2.52$, S.D. = 0.74) และด้านสภาพแวดล้อม ($\bar{X} = 2.45$, S.D. = 0.43) ตามลำดับ ดังแสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเครียดของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ความเครียด	\bar{X}	S.D.	ระดับความเครียด
ด้านการเรียนการสอน	4.67	0.85	มากที่สุด
ด้านครอบครัว	3.40	0.74	ปานกลาง
ด้านจิตใจ	4.20	0.68	มาก
ด้านร่างกาย	2.52	0.74	น้อย
ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น	3.21	0.46	ปานกลาง
ด้านสภาพแวดล้อม	2.45	0.43	ปานกลาง
ภาพรวม	3.41	0.65	มาก

3. ด้านปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามี 2 ปัจจัย ได้แก่ ชั้นปีการศึกษา และเกรดเฉลี่ยสะสม โดยสามารถร่วมกันพยากรณ์ระดับความเครียด ได้ร้อยละ 81.29 ($R^2 = 0.8129$, $F = 0.0958$, $Sig = 0.000$) โดยสามารถสรุปผลได้ตามลำดับ ดังนี้

ชั้นปีการศึกษา สามารถพยากรณ์ระดับความเครียดของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชได้ในทางลบ ($\beta = -0.140$) กล่าวคือ นักศึกษาในชั้นปีที่สูงขึ้น มีโอกาสที่จะมีความเครียดน้อยลงเมื่อเทียบกับนักศึกษาในชั้นปีที่ต่ำกว่า

เกรดเฉลี่ยสะสม สามารถพยากรณ์ความเครียดของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชได้ในทางลบ ($\beta = -0.109$) กล่าวคือ นักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมสูงขึ้นมีโอกาสที่จะมีความเครียดลดลงเมื่อเทียบกับนักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมน้อยกว่า

ทั้งนี้สามารถเขียนสมการถดถอยในรูปคะแนนดิบ ได้ดังนี้
ระดับความเครียด = $0.841 - 0.484$ (ชั้นปีการศึกษา) - 0.253 (เกรดเฉลี่ยสะสม)

และสามารถเขียนสมการถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน ได้ดังนี้
ระดับความเครียด = -0.140 (ชั้นปีการศึกษา) - 0.109 (เกรดเฉลี่ยสะสม)

ดังแสดงผลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ของปัจจัยส่วนบุคคลที่ส่งผลความเครียดของ
นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

	B	S.E.	β	t	Sig
ค่าคงที่	0.841	0.752		2.547	0.000
เพศ	0.242	0.134	0.251	1.045	0.175
สาขาที่เรียน	0.754	0.650	0.191	2.435	0.320
ชั้นปีการศึกษา	-0.484	-0.104	-0.140	3.751	0.012*
เกรดเฉลี่ยสะสม	-0.253	-0.197	-0.109	2.846	0.028*
รายรับต่อเดือน	0.513	0.174	0.118	2.105	0.175
ศาสนา	0.246	0.062	0.235	3.267	0.276
สถานะการกู้ยืมเงินจาก กยศ.	0.634	0.478	0.348	2.145	0.457
R ² = 0.813 Adj.R ² = 0.808 F = 0.0958 Sig = 0.000*					

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิจารณ์ผล

1. นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชโดยภาพรวมมีความเครียดอยู่ในระดับมากอาจมีหลายปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเรียนวิชาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาจต้องใช้ความพยายามและเวลาที่มากกว่าคณะอื่นๆ ความกดดันจากครอบครัว และการเปรียบเทียบกับผู้อื่นรวมถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจ เช่น ปัญหาการเงินหรือความไม่มั่นคงในการใช้จ่ายอาจมีผลต่อความเครียดของนักศึกษา ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของวารุณี มีมุ่งบุญ (2561) ซึ่งทำการศึกษาความเครียดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและพบว่าในภาพรวมนักศึกษามีความเครียดอยู่ในระดับมาก และงานวิจัยของนางลักษณ์ วิชัยรัมย์ (2560) ซึ่งทำการศึกษาความเครียดของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเฉลิมกาญจนา และพบว่าในภาพรวมนักศึกษามีความเครียดอยู่ในระดับมากเช่นกัน

2. ชั้นปีการศึกษาส่งผลกระทบต่อระดับความเครียดของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยนักศึกษาในชั้นปีที่สูงขึ้นมีโอกาที่จะมีความเครียดน้อยลงเมื่อเทียบกับนักศึกษาในชั้นปีที่ต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากนักศึกษาในชั้นปีแรกที่เพิ่งเข้ามาวิทยาลัยอาจต้องปรับตัวกับระบบการศึกษาใหม่ๆ ซึ่งอาจทำให้มีความเครียดมากขึ้น ส่วนนักศึกษาในชั้นปีที่สูงขึ้นมีโอกาที่จะเคยปรับตัวและมีความคุ้นเคยมากขึ้น รวมถึงนักศึกษาที่อยู่ในชั้นปีที่สูงขึ้นอาจมีความพร้อมทางจิตใจที่ดีขึ้นในการจัดการความเครียด โดยมีประสบการณ์และวิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศันชสรณ์ ประสมทรัพย์ (2564) ซึ่งทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และพบว่าชั้นปีการศึกษาส่งผลกระทบต่อระดับความเครียดของนักศึกษา โดยนักศึกษาชั้นปีที่ 3 มีคะแนนความเครียดสูงที่สุด และงานวิจัยของรุ่งภรณ์ กล้ายประยงค์ (2566) ซึ่งทำการศึกษาความเครียด ความวิตกกังวล และภาวะซึมเศร้าของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง และพบว่าชั้นปีการศึกษาส่งผลกระทบต่อความเครียด ความวิตกกังวล และภาวะซึมเศร้าของนักศึกษา โดยนักศึกษาที่อยู่ชั้นปีต่างกันมีความเครียด ความวิตกกังวล และภาวะซึมเศร้าแตกต่างกัน

3. เกรดเฉลี่ยสะสม ส่งผลกระทบต่อระดับความเครียดของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยนักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมสูงขึ้นมีโอกาที่จะมีความเครียดลดลงเมื่อเทียบกับนักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมน้อยกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากนักศึกษาที่ตั้งใจและมีความพยายามสูงอาจมีเกรดเฉลี่ย

สะสมที่สูงซึ่งอาจส่งผลให้มีระดับความเครียดลดลง เนื่องจากมีความมั่นใจในการศึกษาและเข้าใจเนื้อหาในวิชาที่เรียนได้ดี และไม่ต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ทำให้เครียดมากนัก ผลการวิจัยดังกล่าวขัดแย้งกับงานวิจัยของจรรยา บรรเจิดถาวร (2560) ซึ่งทำการศึกษาความเครียดและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเครียดของนิสิตปริญญาตรีที่ได้รับทุนการศึกษาในคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และพบว่าเกรดเฉลี่ยสะสมไม่ส่งผลต่อความเครียดของนิสิตปริญญาตรี

สรุปผล

จากผลการวิจัยที่สามารถสรุปได้ว่านักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเครียดอยู่ในระดับมาก โดยชั้นปีการศึกษาและเกรดเฉลี่ยสะสมเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดของนักศึกษา ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดให้มีการสนับสนุนทางการศึกษาเพื่อลดความกดดันในการเรียนวิชาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าใจและสนใจในการเรียนมากขึ้นโดยเฉพาะนักศึกษาในระดับชั้นปีที่ 1 การจัดกิจกรรมเพื่อลดความเครียดและช่วยเสริมสร้างทักษะในการจัดการกับปัญหาต่างๆ ของนักศึกษา ส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีในคณะโดยการเปิดโอกาสให้นักศึกษาสามารถแบ่งปันประสบการณ์การจัดการความเครียด รวมทั้งควรมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านจิตวิทยาและบริการให้นักศึกษาได้รับคำปรึกษาและช่วยเหลือในกรณีที่มีปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำบทความวิจัยขอขอบคูนนักศึกษาทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชสำหรับการสนับสนุนการทำบทความวิจัยเพื่อเผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต. 2565. ผลการประเมินสุขภาพจิตของคนไทย. แหล่งข้อมูล: <https://checkin.dmh.go.th/organization/register.php?formType=6>. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2566.

จรรยา บรรเจิดถาวร. 2560. ความเครียดและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเครียดของนิสิตปริญญาตรีที่ได้รับทุนการศึกษาในคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2566. โครงการสำรวจพฤติกรรมสุขภาพของนิสิตนักศึกษาในมหาวิทยาลัย. แหล่งข้อมูล: <https://dol.thaihealth.or.th/Media/Pdfview/87a526d4-e2b0-ed11-80fd-00155d1aab66>. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2566.

นงลักษณ์ วิชัยรัมย์ และคณะ. 2560. ภาวะความเครียดของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเฉลิมกาญจนา. วารสารวิชาการเฉลิมกาญจนา. 4(2): 107-116.

รุ่งภรณ์ กล้ายประยงค์. 2566. ความเครียด ความวิตกกังวล และภาวะซึมเศร้าของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. วารสารรามคำแหง ฉบับบัณฑิตวิทยาลัย. 6(3): 33-48.

วารุณี มีมุ่งบุญ. 2561. การศึกษาความเครียดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2561. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.

- ศญาดา ด่านไทยวัฒนา. 2565. ภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่นกับบทบาทอาจารย์. วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัย
นครราชสีมา. 1(2): 54-64.
- ศรีจันทร์ พรจิราศิลป์. 2566. ความเครียดและวิธีแก้ความเครียด. แหล่งข้อมูล: <https://shorturl.at/nES89>. ค้น
เมื่อ 15 ธันวาคม 2566.
- ศศันชสรณ์ ประสมทรัพย์ และคณะ. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาคณะเภสัชศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล. วารสารวิชาการสาธารณสุข. 30(6): 1122-1133.
- ศูนย์ป้องกันการฆ่าตัวตายระดับชาติ. 2565. อัตราการฆ่าตัวตายในจังหวัดนครศรีธรรมราช. แหล่งข้อมูล:
<https://suicide.dmh.go.th/>. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2566.
- Lin, X. J., Zhang, C. Y., Yang, S., Hsu, M. L., Cheng, H., Chen, J., & Yu, H. 2020. Stress and its association
with academic performance among dental undergraduate students in Fujian, China:
a cross-sectional online questionnaire survey. BMC medical education. 20: 1-9.
- Mofatteh, M. 2021. Risk factors associated with stress, anxiety, and depression among university
undergraduate students. AIMS public health. 8(1): 36.

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้
แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

Development of academic achievement in science subjects Using the
5-step collaborative learning process model (CO-5STEPS) combined
with graphic layout techniques of students in grade 4

จutharat สริสกุลชัย^{1*} ธารทิพย์ ขุนทอง¹ และบุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ¹

Jutharat Srisakulchai^{1*}, Thanthip Kunthong¹ and Budsayarat Janprasert¹

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000

¹ Rajabhat Rajanagarindra University Na Mueang Subdistrict, Mueang District, Chachoengsao Province 24000

*Corresponding author E-mail: Jutharat.fah28@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษารูปแบบจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน 29 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ การสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก จำนวน 9 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และ 3) แบบวัดความพึงพอใจต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย (เขียนบรรยาย) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของรูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.74/82.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก โดยรวมพบว่านักเรียนมีความสุข และสนุกกับการเรียนรู้

คำสำคัญ : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์, วิชาวิทยาศาสตร์, กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS), เทคนิคผังกราฟฟิก

Abstract

This research is classroom research. The objectives are 1) to study the learning management model using the 5-Step Combined Learning Process Model (CO-5STEPS) together with the graphical layout technique of students in Grade 4 2) to compare academic achievements Study science before and after class using the 5-Steps Cooperative Learning Process (CO-5STEPS) learning management model together with the graphic organizer technique for Grade 4 students. 3) To study the satisfaction of Grade 4 students with the 5-step collaborative learning process (CO-5STEPS) combined with the graphic layout technique. The sample group is Grade 4 students at a primary school in Chachoengsao Province, Semester 1, academic year 2023, 1 classroom, 29 people, research design. It was a single group test before and after the experiment. Research tools include 1) Learning management plan Teaching using a 5-step collaborative learning process (CO-5STEPS) combined with 9 graphical diagram techniques. 2) Science learning achievement test. Grade 4, multiple choice, 4 options, 30 questions, and 3) satisfaction with science subjects. It is subjective in nature. (Write a description) Statistics used in data analysis are mean, standard deviation. and t-test (t-test)

The results of the research found that 1) the effectiveness of the 5-step collaborative learning process model (CO-5STEPS) combined with the graphic layout technique. that the researcher created It has an efficiency of 85.74/82.52, which is higher than the specified criteria. 2) Academic achievement of students who study using the learning process model. Combining the power of 5 steps (CO-5STEPS) with graphic layout techniques. After studying, it was significantly higher than before studying at the .05 level. 3) Students were satisfied with the 5-Step Combined Learning Management (CO-5STEPS) combined with the graphic layout technique on various parts of plants. Flowers are overall at a good level.

Keywords : Achievement development, science subjects, 5-step collaborative learning process (CO-5STEPS), graphic layout techniques

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาทักษะสำคัญในด้านต่าง ๆ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เข้าใจหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ขั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิต ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญในการสืบเสาะค้นคว้า คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาการกระบวนการคิด ทั้งการคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ และจินตนาการ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงจูงใจอย่างหลากหลาย รวมถึงพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาการจัดการ มีทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ ส่งเสริมให้รู้จักตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน นำความรู้ความเข้าใจในเรื่อง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต และมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ, 2556)

แม้ว่าการจัดการศึกษามีจุดหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะและความสามารถทางวิทยาศาสตร์แล้วแต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2563-2565 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศในรายวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละปีมีค่าเท่ากับ 67.50, 68.50 และ 68.00 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในภาพรวมต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดคือร้อยละ 70 ซึ่งอยู่ในระดับที่จะต้องปรับปรุง ทั้งนี้เพราะจากการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู ปรากฏว่าครูยังใช้ระบบการเรียนการสอนที่มีครูเป็นศูนย์กลาง จากพฤติกรรมของนักเรียนสังเกตว่านักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นโต้แย้งกับเพื่อนหรือครู อีกทั้งครูยังใช้วิธีการสอนแบบบรรยายและเน้นให้ผู้เรียนท่องจำ กิจกรรมการเรียนการสอนขาดลำดับขั้นตอนจึงทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นการยกระดับของทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนโดยการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นเด็กเป็นศูนย์กลาง ได้คิดลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Learning by doing) สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของจอห์น ดิวอี้ ที่มีการเรียนรู้จากรูประจักษ์นามธรรม ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน หรือ Collaborative 5 steps และนักการศึกษาอีกหลายท่าน พบว่ากระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (Collaborative 5 steps) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษา กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน 5 STEPs Collaborative Learning Process เรียกสั้น ๆ คือ CO-5STEPS เป็นแนวการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งประยุกต์ความรู้ได้ บนฐานวิธีการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนมีการปฏิบัติกิจกรรมแบบทำงานกลุ่มโดยทุกคนร่วมด้วยช่วยกัน เด็กเก่งช่วยเด็กเรียนช้ากว่า เด็กถนัดกว่าช่วยเด็กถนัดน้อย เพื่อให้มีความสุขในการเรียน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2563) เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน เป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่สอดคล้องกับแผนการศึกษาชาติ และการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะสำคัญสำหรับมนุษย์ และมีการเรียงลำดับเนื้อหาการเรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้ตัวไปหาสิ่งที่ไกลตัว พบว่าหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัว เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียนมากที่สุด และใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยอาศัยทักษะการจำแนกเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างมากสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

แนวทางในการจัดการศึกษาดังกล่าว เป็นการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ดังที่พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2560 : 1) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันเป็นการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ แล้วเลือกสรรข้อมูลที่เกี่ยวข้องและนำเสนอด้วยการใช้หลักการและเหตุผล จากนั้นนักเรียนต้องรู้จักจัดกระทำข้อมูลที่รวบรวมมา เพื่อนำเสนอสู่การตีความหมายข้อมูล และ สรุปผลเป็นองค์ความรู้ หรือ เสนอเป็นผลสรุปจากการค้นคว้า ในการนำเสนอข้อมูลจากการค้นคว้าข้อมูลอย่างมีความหมาย สามารถนำเสนอได้ในรูปแบบ ผังกราฟฟิก เป็นนวัตกรรมการสอนที่ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และนำไปปฏิบัติ เพราะการสรุปโดยใช้ผังกราฟฟิกนั้นมีประโยชน์ต่อการคิด และการพัฒนาสมองซีกซ้าย และ ขวา ซึ่ง สุปรียา ต้นสกุล (2561 : 32-33) กล่าวโดยสรุปได้ว่า เทคนิคผังกราฟฟิกพัฒนามาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชล (Asubel) ที่เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนใหม่กับความรู้เดิมที่มีในสมองของผู้เรียนเป็นการจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้า เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้และช่วยการจำ เป็นวิธีการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนใหม่กับสิ่งที่เรียนไปแล้ว การสอนโดยใช้แผนภาพที่มีลักษณะต่าง ๆ ยังเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ เชื่อมโยงความรู้

ใหม่กับความรู้เดิมสร้างความหมายและความเข้าใจ เนื้อหาสาระหรือข้อมูลที่เรียนรู้ด้วยผังกราฟิก ซึ่งจะช่วยให้
ง่ายต่อการจดจำ และผู้เรียนจะมีความรู้ในเนื้อหาสาระที่เรียน นอกจากนี้ยังได้เรียนรู้การใช้ผังกราฟิกรูปแบบ
ต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่น ๆ ได้อีกมาก (ทิตินา แคมมณี. 2556)

จากความเป็นมาและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง
5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มาพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนหน่วย สิ่งมีชีวิตรอบตัว โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อศึกษารูปแบบ
จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เพื่อศึกษาความพึงพอใจ และเพื่อ
ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาใน
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 3 ห้องเรียน
มีนักเรียนทั้งหมด 87 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งใน
จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน
จำนวน 29 คน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random
Sampling) เนื่องจากโรงเรียนมีลักษณะการจัดชั้นเรียนเป็นแบบคละความสามารถของนักเรียน ทำให้ในห้องเรียน
จะมีนักเรียนที่มีความสามารถทุกระดับ เก่ง ปานกลางและระดับอ่อน

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยแบบการทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการ
วิจัยแบบ One group pretest posttest design ผ่องพรรณ ตริยมงคลกุล (2553, น. 59) ประกอบด้วย
กลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 1 ครั้ง มีลักษณะการวิจัยนี้เป็นการวิจัยก่อน
ทดลองแบบกลุ่มเดียว โดยทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน (One-Group Pretest Posttest Design)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS)
ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก จำนวน 9 แผน รวม 16 ชั่วโมง

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (สร้าง 45 ข้อ)

3) แบบวัดความพึงพอใจต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก โดยสร้างแบบวัดความ
พึงพอใจต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย (เขียนบรรยาย)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ก่อนเรียน
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิค ผังกราฟิก

โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความพึงพอใจ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย (เขียนบรรยาย)

2. ดำเนินการสอนในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก จำนวน 9 แผน ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 16 ชั่วโมง ซึ่งเป็นชั่วโมงเรียนในภาคเรียนที่ 1 ในช่วงวันที่ 4 กรกฎาคม 2566 ถึง 25 กรกฎาคม 2566

3. ทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 16 ชั่วโมง ซึ่งเป็นชั่วโมงเรียน วิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

4. ให้นักเรียนเขียนความพึงพอใจตามความคิดเห็นของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิค ผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วย t-test (dependent samples)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนสะท้อนตัวเองหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนความสำเร็จ ปัญหา อุปสรรค ความเข้าใจ จากบทเรียนนั้น ๆ โดยใช้คำถามแบบเปิด ผู้วิจัยแบ่งคำถามออกเป็น 2 ตอน ดังนี้ สิ่งที่ได้จากการเรียนเรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก และ ความรู้สึก ความประทับใจต่อครูผู้สอน สิ่งที่ยากเพิ่มเติม หรือปรับปรุงในการเรียนครั้งถัดไป สุดท้ายขอ 3 คำให้กับบทเรียนนี้ หลังจากนั้นผู้จัดการเรียนการสอนจะรวบรวมข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนไปสรุปผลในขั้นต่อไป

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยถือเกณฑ์ 80 ตัวแรก (E_1) พบว่า นักเรียนทั้งหมด 29 คน ทำคะแนนระหว่างการเรียนรู้จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ จำนวน 60 คะแนน ถูกต้องได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.74 เมื่อพิจารณาเป็นรายแผนพบว่า แผนการจำแนกพืช มีประสิทธิภาพร้อยละ 85.17 แผนหน้าที่ราก ลำต้น ใบ ประสิทธิภาพร้อยละ 86.72 และแผนส่วนประกอบของดอก มีประสิทธิภาพร้อยละ 85.34 เกณฑ์ 80 ตัวหลัง (E_2) พบว่า นักเรียนทั้งหมด 29 คน ตอบแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน ถูกต้องได้คะแนนเฉลี่ย 24.75 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 82.52

ดังนั้น พิจารณาโดยสรุปได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้รวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี

ที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.74/82.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ส่วนต่างๆ ของพืชดอก ก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 จากการเขียนสะท้อนความรู้สึก หลังเรียนโดยภาพรวมพบว่า นักเรียนรู้สึกมีความสุข ชอบการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน สนุกกับการสืบค้นข้อมูลด้วยตัวเอง

วิจารณ์ผล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 85.74/82.52 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ การวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และหลังจากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ได้มีการตรวจสอบ แก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และดำเนินการทดลองก็เป็นไปตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยนำผลที่ได้จากการทดลองเป็นกลุ่มย่อยมาวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง เพื่อให้แผนมีความเหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และรูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เป็นรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากการตั้งประเด็นคำถามตาม ความสนใจของตัวเอง นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาได้ด้วยตนเอง รวมถึงการนำเอาความรู้ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์สร้างสรรค์เป็นผลงานเพื่อตอบสนองสังคม ซึ่งมีส่วนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เกิดการพิจารณา แยกแยะข้อมูล การตีความข้อมูลและการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษณะ โต้ะดำ, กิตติธัช คงชะวัน และ วิภาฤติวิภาวิน (2565) ได้ทำการวิจัยเรื่อง กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระเศรษฐศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าคะแนนโดยเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9 คะแนน และค่าคะแนนโดยเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.87 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.82 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากรูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิกเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มในการเรียนรู้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับกมลวรรณ มิตรกระจ่าง (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน เรื่อง โลกของสิ่งมีชีวิตสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกของสิ่งมีชีวิต ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากนักเรียนสามารถช่วยกันค้นคว้าข้อมูลและร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนานในการเรียนและได้รับความรู้ไปพร้อม ๆ กัน และใช้แผนผังความคิดแบบ ต่าง ๆ ซึ่งช่วยพัฒนาความสามารถการคิด นักเรียนได้ฝึกคิดเชื่อมโยงให้เหตุผลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ได้ซึ่งสอดคล้องกับ พัชรียา ประจง และ พรสิริ เอี่ยมแก้ว (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟฟิกประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟฟิกประกอบ มีค่าเฉลี่ยแสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 23.47 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 85.74/82.52 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก โดยนักเรียนเขียนบรรยายความรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ดังนี้ “หนูชอบเรียนบทนี้มาก ๆ สนุกมากครับ รู้สึกได้ความรู้ เข้าใจมากขึ้นคะ เรียนสนุก เข้าใจง่าย จดจำเป็นภาพได้ง่าย จำได้นานขึ้น ขอให้ครูมีเกมเล่นก่อนเรียน ที่เรียนมาแต่เรื่องสนุก ชอบมาก ๆ ทำให้หนูชอบวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น จากที่ไม่ชอบก็ชอบแล้วคะ ได้รู้ส่วนประกอบของดอก ครูมีกิจกรรมที่หลากหลาย ประทับใจที่ครูสอน รู้เรื่องและใจดี รู้สึกเข้าใจง่าย ไม่สับสน ไม่ใจร้าย ไม่มีอะไรอยากปรับปรุงคะ ให้ห้องหนูปรับก่อน รู้สึกสนุกเข้าใจดีมาก ครูสอนดีมาก เก่งมากแต่นักเรียนไม่เก่งเลย อยากเรียนกับครูทุกวัน ง่ายรู้เรื่องส่วนต่าง ๆ ของพืชอย่าง 100 %”

ซึ่งสอดคล้อง กับกมลวรรณ มิตรกระจ่าง (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน เรื่อง โลกของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบรวมพลัง

5 ขั้นตอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกของสิ่งมีชีวิต มีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรม เรื่อง โลกของสิ่งมีชีวิต อยู่ในระดับมากที่สุด

สรุปผล

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นงานวิจัยในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษารูปแบบจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน 29 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ การสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิค ผังกราฟฟิก จำนวน 9 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และ 3) แบบวัดความพึงพอใจต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย (เขียนบรรยาย) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของรูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.74/82.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟฟิก เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก จากการเขียนสะท้อนความรู้สึกหลังเรียนโดยภาพรวมพบว่า นักเรียนรู้สึกมีความสุข ชอบการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน สนุกกับการสืบค้นข้อมูลด้วยตัวเอง

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะวิจัยได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ ดร.ธารทิพย์ ขุนทอง อาจารย์ ดร.บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ครูพี่เลี้ยง ครูชมพูนุท ทัศนารุ และนักเรียนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเทศบาล 2 พระยาศรีสุนทรโวหาร (น้อย อาจารยางกูร) สังกัดกรมการปกครองส่วนท้องถิ่น อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับ

- ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สำนัก
คณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์
การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- กัญจนา สิ้นทรตันศิริกุล. (2560). เครื่องมือวิจัยและตรวจสอบคุณภาพในประมวลสาระชุดวิชาการวิจัย
หลักสูตรและการเรียนการสอน. (ตีพิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมมาธิราช.
- กมลวรรณ มิตรกระจ่าง. (2565). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน เรื่อง โลกของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์วิทยา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ, 6(1).e12
- กฤษณะ โต้เตดำ, กิตติธัช คงชะวัน และ วิภาตติวิภาวิน. (ปีที่พิมพ์ วันที่ เดือน). กระบวนการเรียนรู้แบบ
รวมพลัง 5 ขั้นตอน (CO-5STEPS) ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สาระเศรษฐศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [เอกสารนำเสนอ].
การประชุมมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 13 : มหาวิทยาลัยมหาดใหญ่.
- ทศนา แคมณี. (2545). 14 วิธีการสอนสำหรับครูมืออาชีพ. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย.
- น้ำผึ้ง มีนิล. (2545). ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับ
คุณภาพชีวิตที่มีต่อการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].
Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR).
- พัชรียา ประจง และ พรสิริ เอี่ยมแก้ว. (2563). ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกประกอบที่
มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิชาการและ
วิจัยสังคมศาสตร์, 15(2), 117-130
- รัชดาภรณ์ ตัณชีกุล. (2566). กลยุทธ์การโค้ชจากผู้เชี่ยวชาญร่วมกับการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมการจัดการ
เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง (Co-5 STEPS) ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ
ครู. วารสารวิจัยราชภัฏกรุงเก่า, 10(1) 102-114
- ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์. (2543). ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มี
ต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้น [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University

การศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
Study of the use of cooperative learning management using the TGT
technique affect academic achievement and basic science process
skills.

นิภาวรรณ สิงห์ท่าเมือง^{1*} และคทาวุธ กุลศิริรัตน์¹

Niphawan Singthamaueng^{1*} and Kathawut Kulsirirat¹

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ เลขที่ 422 ถนนมรุพงษ์ ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา รหัสไปรษณีย์ 24000

¹ Rajabhat Rajanagarindra University. Number. 422 Road Marupon, Sub-district Na Mueang, District Mueang, Province Chachoengsao, Postal Code. 24000

*Corresponding author E-mail: Kat.ppppppp190958@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการจัดจำแนกประเภท ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT และ 4) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา จำนวน 9 แผน เก็บข้อมูลด้วยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนกประเภท และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยวัดก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ T-test dependent ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.94 และหลังเรียนเท่ากับ 6.13 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะการจัดจำแนกประเภทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 5.50 และหลังเรียนเท่ากับ 9.25 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 4.13 และหลังเรียนเท่ากับ 7.38 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

Abstract

This research has 4 objectives is 1) To compare learning achievement on the subject of living things around us. of Grade 4 students before class and after class using cooperative learning, TGT technique. 2) To compare the observation skills of Grade 4 students before class and after class using cooperative learning, TGT technique. 3) To compare classification skills. of Grade 4 students before class and after class using cooperative learning, TGT technique. and 4) to compare the skills of organizing and interpreting information of Grade 4 students before and after learning using the TGT cooperative learning technique. The sample group consisted of 16 Grade 4 students, obtained from the purposive selection method. The research tools are 9 cooperative learning plans using TGT techniques on the topic of living things around us. Data were collected by measuring achievement in science learning on the subject of living things around us. For Grade 4 students, observation skills Measure classification skills and measures skills in organizing and interpreting information by measuring before studying and after studying. Statistics used in data analysis include T-test dependent, mean, and standard deviation. The results of the research found that: 1) Academic achievement on the topic of living things around us Grade 4 students who had cooperative learning using the TGT technique had higher academic achievement after learning than before learning. Statistically significant at the .05 level. 2) Observation skills of Grade 4 students after learning using the TGT cooperative learning technique were higher than before learning. The mean score before study was 2.94 and after study was 6.13. It can be seen that the mean score after study was higher than before study. Statistically significant at the .05 level. 3) Classification skills of Grade 4 students after learning using the TGT cooperative learning technique were higher than before learning. The mean score before study was 5.50 and after study was 9.25. It can be seen that the mean score after study was higher than before study with statistical significance at the .05 level. and 4) the skills of organizing and interpreting information of Grade 4 students after learning using the TGT cooperative learning technique were higher than before learning. The mean score before study was 4.13 and after study was 7.38. It can be seen that the mean score after study was higher than before study with statistical significance at the .05 level.

Keywords: Cooperative learning management using TGT techniques.

Basic scientific process skills.

บทนำ

จากการที่ผู้วิจัยได้ลงฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในรายวิชา ปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในสาขาวิชา เฉพาะ 3 และได้ทดลองสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ โรงเรียนแห่งนี้ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน ปีการศึกษา 2565 พบว่า นักเรียนบางกลุ่มไม่ค่อยสนใจเรียน เหม่อลอย หรือบางครั้งนักเรียน กลุ่มดังกล่าวก็ชวนเพื่อนเล่น แต่เมื่อมีกิจกรรมการทดลอง หรือการตอบคำถามกลุ่มแบบแข่งขัน คือ กลุ่มไหน

ตอบคำถามได้คะแนนมากที่สุด จะได้คะแนนพิเศษเป็นคะแนนกลุ่ม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งชั้นเรียนรวมถึงนักเรียนกลุ่มดังกล่าว มีความสนใจ และกระตือรือร้น ในกิจกรรมการตอบคำถามเป็นอย่างมาก โดยการเปิดหนังสืออ่านในหัวข้อที่กำลังเรียนอยู่ และมีการซักถามเพื่อนในสิ่งที่ตนไม่เข้าใจ เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถาม ผลปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนกประเภท และทักษะการจัดทำ และสื่อความหมายข้อมูล ให้ผู้สอนและเพื่อน ๆ ฟังยังไม่เข้าใจได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นผู้วิจัยจึงแยกปัจจัยในการวิจัยในครั้งนี้ได้ 2 ปัจจัย ดังนี้ 1) ปัจจัยที่ขาด คือ นักเรียนส่วนใหญ่ ตอบคำถามตามความคิดของตัวเอง โดยขาดทักษะการสังเกต และทักษะการจัดจำแนกประเภท จากข้อมูลที่ผู้สอนให้ และนักเรียนส่วนใหญ่สื่อสารความหมายให้ผู้สอนและเพื่อน ๆ ฟังยังไม่เข้าใจได้ดีเท่าที่ควร 2) ปัจจัยสนับสนุน คือ นักเรียนให้ความสนใจในกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะกิจกรรมที่มีการแข่งขันแบบกลุ่ม

เทคนิค TGT เป็นอีกหนึ่งเทคนิคของการเรียนรู้แบบร่วมมือ TGT ย่อมาจาก Team Games Tournament หรือการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม เป็นวิธีเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีการจัดให้ผู้เรียนรวมกันเป็นกลุ่มย่อย สมาชิกภายในกลุ่มจะร่วมมือกันทำงาน และมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เพื่อช่วยเหลือสนับสนุน กระตุ้น และส่งเสริมการทำงาน เพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่นำสนใจอีกรูปแบบหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการพัฒนา การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จะสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล สร้างความสนใจให้นักเรียน อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ง่ายขึ้น ถูกต้องตรงตามจุดมุ่งหมาย และส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ซึ่งมีผู้วิจัยหลายท่านได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT ไปศึกษาและได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ เทคนิค TGT เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เรื่องต่าง ๆ อย่างสนุกสนาน และท้าทายความสามารถ โดยผู้เรียนเป็นผู้เล่นเอง ทำให้เกิดประสบการณ์ เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาศักยภาพแห่งตัวผู้เรียนอย่างแท้จริง วัฒนาพร ระจับทุกข์ (2542)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TGT (Team Games Tournament) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นวิธีที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยแต่ละคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริง โดยการแลกเปลี่ยนความคิด ผ่านทักษะกระบวนการทางด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางสังคม ทักษะการทำงานร่วมกัน และถือเป็นการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT เช่น ผู้เรียนมีการให้กำลังใจซึ่งกันและกัน คนที่เรียนเก่งช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อน โดยแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกที่มีความสามารถและเพศละกัน เพื่อให้กลุ่มประสบผลสำเร็จ ดังนั้นผู้วิจัย จึงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มาใช้สนับสนุนพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน มาพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนกประเภท และทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล เพื่อส่งผลให้การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และยังช่วยเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานสนใจในการเรียนและเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต เพื่อพัฒนาตนเองให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์และพัฒนาประเทศชาติต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา จำนวน 9 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 3) แบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต 4) แบบทดสอบวัดทักษะการจัดจำแนกประเภท และ 5) แบบทดสอบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

วิธีการใช้รูปแบบการวิจัยแบบการทดลองเบื้องต้น (Pre – Experimental Designs) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ (One group Pertest – Posttest Design) ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีการวัดก่อน (Pertest) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT แล้วจึงจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT หลังจากนั้นจะทำการวัดหลัง (posttest) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT เพื่อดูผลของการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนกประเภท และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เมื่อได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

กลุ่มทดลอง	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	sig
ก่อนเรียน	16	20	7.06	3.454	8.179	.000
หลังเรียน	16	20	13.19	3.410	15.468	.000

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.454 และมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 13.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.410 ซึ่งจะเห็นได้ว่าคุณค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

กลุ่มทดลอง	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	sig
ก่อนเรียน	16	10	2.94	2.235	5.257	.000
หลังเรียน	16	10	6.13	2.125	11.528	.000

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนทักษะการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.94 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.235 และมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 6.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.125 ซึ่งจะเห็นได้ว่าคุณค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการจัดจำแนกประเภทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

กลุ่มทดลอง	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	sig
ก่อนเรียน	16	10	5.50	2.221	9.905	.000
หลังเรียน	16	10	9.25	1.000	37.000	.000

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนทักษะการจัดจำแนกประเภทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.221 และมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 9.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.000 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT

กลุ่มทดลอง	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	sig
ก่อนเรียน	16	10	4.13	2.446	6.745	.000
หลังเรียน	16	10	7.38	1.586	18.596	.000

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.446 และมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 7.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.586 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้ศึกษาและสังเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT ขึ้นตามแนวคิดของ วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542), วิไลวรรณ อินทร์พันธ์ (2560) และ สารสิน เล็กเจริญ (2554) ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำ 2) ชี้นสอน 3) ชี้นจัดทีม ตรวจสอบ และช่วยเหลือ 4) ชี้นจัดการแข่งขัน และ 5) ชี้นสรุป ซึ่งขั้นที่ 3 คือ ชี้นจัดทีม ตรวจสอบ และช่วยเหลือ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นเป็นขั้นที่ได้การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกิจกรรมการแข่งขันที่ช่วยเสริมทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนกประเภท และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเข้าไปด้วย โดยกิจกรรมการแข่งขันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นยังเป็นกิจกรรมที่สมาชิกภายในทีมมีส่วนร่วมทำให้ทีมประสบผลสำเร็จและได้รับคะแนนพิเศษในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ถือเป็นเสริมแรงทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ (1950) กล่าวคือ นักเรียนทุกคนภายในทีมต้องได้ทำกิจกรรมการแข่งขันช่วยกันจนทำให้ทีมประสบผลสำเร็จ ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้พัฒนาทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนกประเภท และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ซึ่งเป็นทักษะที่จัดอยู่ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานให้ดีขึ้นได้ครบทุกคน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ อินทร์พันธ์ (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มโรงเรียนสหสัมพันธ์วังม่วง จังหวัดสระบุรี ผลการวิจัยปรากฏว่า

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 64.50 ซึ่งสูงกว่าค่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TGT มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 61.30 ซึ่งสูงกว่าค่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.06 และหลังเรียนเท่ากับ 13.19 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ทักษะการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.94 และหลังเรียนเท่ากับ 6.13 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ทักษะการจัดจำแนกประเภทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 5.50 และหลังเรียนเท่ากับ 9.25 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 4.13 และหลังเรียนเท่ากับ 7.38 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาชี้แนะ และช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.คชาวุธ กุลศิริรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ แนวคิด และแนวทางในการเลือกหัวข้อวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการทำรายงานการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้น จนเป็นรายงานการวิจัยอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์นิติพงษ์ ศิริวงศ์ อาจารย์นิเทศที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้ และเสียสละเวลาในการชี้แนะแนวทางในการทำวิจัย จนทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณครูเพชรรัตน์ วันทอง และคุณครูประภาพร ขำเขียว ครูพี่เลี้ยงที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุน คอยให้คำปรึกษา และช่วยตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ทำให้งานวิจัยสำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ตลอดจนบุคคลอื่นๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการพิทักษ์ โนนเกา ที่เสียสละเวลาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และคณะครูที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ณ โรงเรียนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดปราจีนบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บุพการี และญาติพี่น้องทุกท่านที่สนับสนุน ให้กำลังใจ และให้โอกาสทางการศึกษาที่ดี ตลอดจนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอน้อม

บูชาพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้และให้ความเมตตาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และเป็นกำลังใจสำคัญที่ทำให้การศึกษาวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. 2552. การใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ในการจัดการเรียนรู้วิทยา.
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. โรงพิมพ์
ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. วิทยุ-เทคโนโลยีเพื่อเยาวชน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
จำกัด, กรุงเทพฯ.
- กมลรัตน์ นิมพาลี. 2559. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
มหาสารคาม.
- ธาดา อภิถาวร. 2553. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมที่สอนโดยใช้
กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ TGT กับการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ครุศาสตร์ มหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพฯ.
- นงลักษณ์ เขียวมณี. 2562. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี
และเทคโนโลยีและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการจัดการ
เรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. พระนครศรีอยุธยา.
- บุญศรี วราพุด. 2561. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชและการจำแนกพืช โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- พิมพ์ชนิสร์ ภาพิรมย์. 2561. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศ ที่ได้รับการจัดการ
เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้นกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์
มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. ลพบุรี.
- วรรณพร นิมคำ. 2563 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่. [รายงานวิจัยในชั้นเรียน, โรงเรียนวัดโนนสะอาด]
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1.
- วัชร เล่าเรียนดี. 2547. เทคนิคการแก้ปัญหาอนาคต : ยุทธวิธีจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิด.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2(2), 43-53.
- วรวิทย์ อุทโท. 2559. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์
โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนมโนคติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. มหาสารคาม.

- วินุรักษ์ สุขสำราญ. 2553. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. นครนายก.
- วิไลวรรณ อินทร์พันธ์. 2560. ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มโรงเรียนสหสัมพันธ์วังม่วง จังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี
- สวยสม ปันเกตุ, ทิพวัลย์ คำคง และปกเกศ ชนะโยธา. 2561. ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค LT กับเทคนิค TGT. วารสารละวงศรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2(1), 94-104.
- สารสิน เล็กเจริญ. 2554. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนสะกดคำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค TGT กับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพฯ.
- สถาพร ปันทอง. 2560. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีการสอนแบบเกมศึกษา. วารสารออนไลน์บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 10(1), 1248-1264.
- สุพัชยา ปาทา. 2554. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. นครนายก.
- สุรัตนา พุทธพงษ์, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และสมศิริ สิงห์ลพ. 2564. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT. วารสารครุศาสตร์, 49(3), 1-13.
- สุวิมล เขียวแก้ว. 2527. เจตคติและเจตคติทางวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 6(3), 95-102.
- อัญชลี เหล่ารอด. 2554. ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามควบคู่กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. นครนายก.
- By chaniyada. 2021. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. แหล่งข้อมูล: <https://www.pangpond.com/ทักษะทางวิทยาศาสตร์>
- Noom Atthachai. 2022. ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบการกระทำของ สกินเนอร์ (Operant Conditioning – Skinner). แหล่งข้อมูล: <https://www.jahnnoom.com/skinner-theory/>

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยใช้ชุดกิจกรรมการ
ทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Development of Integrated Scientific Process Skills with Activity Series
on solution experiment of Grade 8 Students.

เสาวลักษณ์ พันทอง^{1*} คทาวุธ กุลศิริรัตน์¹ ธาณทิพย์ ขุนทอง¹ และบุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ¹
Saowalak Phanthong^{1*}, Kathawut Kulsirirat¹, Thanthip Kunthong¹, and Budsayarat Janprasert¹

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ 6 หมู่ 4 ตำบลหัวไทร อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา 24110

¹ Rajabhat Rajanagarindra University 6, Village No. 4, Hua Sai Subdistrict, Bang Khla
District, Chachoengsao Province 24110

*Corresponding author E-mail: aommiephth@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย จำนวน 4 ชุดกิจกรรมการทดลอง 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที่ t-test (dependent sample)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการทดลองมีประสิทธิภาพ E1/E2 ตามเกณฑ์ที่กำหนดผ่านไว้ 80/80 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย หลังเรียนซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลายระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68

คำสำคัญ : ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ, ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Abstract

This research is study on classroom. The purpose of this research was to study 1) The efficiency of activity series about solution experiment for Grade 8 to be effective based on 80/80 criteria. Scientific Process Skills with Activity Series on solution experiment of Grade 8 Students. 2) To compare integrated scientific process skills of student's pre-post study by activity series about solution experiment. 3) Study on satisfaction of students towards the experimental set the topic of solutions solution. 30 sample groups are from purposive sampling. The tools that are used in this research were 1) 4 activity series about solution experiment 2) scientific

process skills test and 3) the grade 8 satisfaction questionnaire for activity series about solution experiment. Basic statistics to analyze data are mean percent standard deviation and t-test dependent.

The results found that, 1) the activity series has been effective in E1/E2 based on 80/80 criteria 2) grade 8 student have integrated scientific process skills by activity series about solution experiment (post-test score higher than pre-test score at significance level 0.05 3) grade 8 students are satisfied with Scientific Process Skills with Activity Series on solution experiment in the highest level (mean score = 4.68).

Keywords: Scientific Process Skills with Activity Series, Activity series about solution experiment, grade 8 students.

บทนำ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่สำคัญมากมาย การศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยพัฒนามนุษย์ให้มีความคิดเป็นระบบ ความคิดที่มีเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิเคราะห์และวิจารณ์ ตลอดจนมีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นภารัตน์ จิวาลักษณ์, 2556)

จึงมีการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ โดยผู้สอนมีการออกแบบและจัดกระบวนการเรียนการสอนที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นนักคิดอย่างสร้างสรรค์ นักทดลองที่ถูกต้องตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาซึ่งการแก้ปัญหาหรือเป็นจุดเริ่มต้นในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ (กรกนก ศรีนวลสุข 2563)

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้สอนจึงจำเป็นต้องออกแบบและวางแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านองค์ความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 และด้านทักษะอื่น ๆ ตลอดจนด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในทางที่สร้างสรรค์สามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ข้อมูลสารสนเทศและหลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 14 ทักษะ ประกอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปกกับเวลา ทักษะการใช้จำนวน ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 6 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นนักเรียนจะต้องมีความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการควบคู่กับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จึงจะสามารถพัฒนาวิทยาศาสตร์ไปสู่จุดมุ่งหมายได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 หน้า 25-27)

สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูมักตระหนักและให้ความสำคัญกับการให้ความรู้บรรยายในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่กำหนดให้ ขาดการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การจัดการเรียนการสอนจึงมักเป็นการสื่อสารของครูฝ่ายเดียว มากกว่าที่จะให้นักเรียนได้ศึกษาลงมือทำด้วยตนเอง และมีอิสระทางความคิด ทำให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควร (อัญชญา ภัคดิวงษ์, 2564) ดังนั้น ครูจะต้องมีความรู้ความสามารถในเรื่องประเภทของสื่อและแหล่งสื่อ รวมทั้งการเลือกและการใช้สื่อการศึกษาให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

ชุดกิจกรรมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่งที่ดีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจ มีอิสระในการคิด ชุดกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนสามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะให้ครูกำหนดให้ โดยครูเป็นผู้สร้างโอกาสทางการเรียนการสอนมีกิจกรรมให้ผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนจะดำเนินการตามคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในชุดเป็นลำดับขั้นตอนด้วยตนเอง สอดคล้องกับธรรมชาติของเด็กที่อยากรู้อยากเห็นอยากคิดค้นสิ่งต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดได้ทดลองที่ละขั้นและทราบผลการกระทำของตนเองตรงกับแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551) ที่ได้ทำการวิจัยรูปแบบนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนตามปกติ ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้และคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักคิดวิเคราะห์หาเหตุผลและแสวงหาความรู้เพื่อเชื่อมโยงความคิด ไปสู่แนวทางแก้ปัญหาได้ (สิริพรพรหมประสาท, 2556)

จากหลักการ ปัญหา และเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจ ทดลองศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยชุดกิจกรรม จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นสิ่งสำคัญและสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้กับทุกคน ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดในระดับที่สูงขึ้นได้ และเป็นแนวทางของการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตอำเภอทับปดบุรี จังหวัดปราจีนบุรีที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 30 คน ผู้วิจัยได้คัดเลือกมาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย จำนวน 4 กิจกรรมการทดลอง ประกอบไปด้วย ชุดที่ 1 เรื่อง ระบุตัวละลายและตัวทำละลายได้อย่างไร ชุดที่ 2 เรื่อง สารละลายอิ่มตัวคืออะไร, ชุดที่ 3 เรื่อง ชนิดของตัวละลายและตัวทำละลายมีผลต่อสภาพละลายได้ของสารอย่างไร และชุดที่ 4 เรื่อง อุณหภูมิมีผลต่อสภาพละลายได้ของ

สารอย่างไร โดยผลการประเมินคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมากที่สุด และผ่านการวิเคราะห์ค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการประกอบไปด้วยทักษะการ ตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นแบบปรนัยจำนวน 30 ข้อคำถาม โดยผ่านการ วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

3) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วยรายการประเมินจำนวน 10 ข้อคำถาม โดย ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของ สิริพร พรหมประสาธ (2556)

รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยแบบเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) โดยใช้แบบ แผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-posttest Design โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. ระยะเตรียมการทดลอง

1.1 ทำหนังสือเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลไปยังผู้อำนวยการ โรงเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในเขตอำเภอภักดีบดินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี

1.2 ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ และบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในระหว่างจัดการ เรียนรู้ทั้งหมด 8 ชั่วโมง

1.3 เตรียมแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน

2. ระยะดำเนินการทดลอง

2.1 ทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียน (Pretest) ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง สารละลาย เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.2 ใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดการ เรียนรู้ให้กับนักเรียน ดังนี้

2.2.1 นำชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการทำกิจกรรมการทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง จำนวน 4 ครั้งการ สอน รวมระยะเวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมงการเรียนรู้ ซึ่งนำไปใช้ในชั้นการสอนที่นักเรียนได้มีการลงมือทำการทดลอง และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2.2.2 นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงบนแบบบันทึกผลการทดลอง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 2 ทักษะประกอบด้วย ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน และทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร

2.2.3 ทำการเก็บคะแนนระหว่างเรียน จากกิจกรรมการทดลอง แบบบันทึกผลการ ทดลอง และคำถามท้ายกิจกรรม

3. ระยะหลังการทดลอง

3.1 ทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน (Posttest) ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง สารละลาย เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย ให้
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

3.3. นำข้อมูลที่ได้รวบรวมได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนรวมถึงคะแนน
แบบสอบถามความพึงพอใจมาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สองที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่หนึ่งปีการศึกษา
2566 จำนวน 30 คนตามขั้นตอนดังนี้

1) วิเคราะห์ผลการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง
สารละลาย E1/E2 E1 คือคะแนนเก็บระหว่างเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง และ E2 คือคะแนนทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน

2) วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนเรียน
และหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 มาวิเคราะห์หา ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการเปรียบเทียบทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนและหลังเรียน

3) วิเคราะห์ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย
หลังเรียนมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อและภาพรวมการแปล
ความหมายโดยใช้เกณฑ์ 5 ระดับ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 ที่กำหนดผ่านไว้ 80/80 ของชุดกิจกรรมการ
ทดลอง เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	SD	ร้อยละ
ประสิทธิภาพกระบวนการ (E ₁)	42	37.43	2.61	89.13
ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E ₂)	30	24.57	2.36	81.90

จากตารางที่ 1 พบว่า E1 มีค่าร้อยละ 89.13 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.61 และ E2 มีค่าร้อยละ 81.90
มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 ที่กำหนดผ่านไว้ 80/80

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนเรียนและหลัง
เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	จำนวน	\bar{X}	SD	t	sig
ก่อนเรียน	30	9.10	3.32	22.436	.000*
หลังเรียน	30	24.57	2.36		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 24.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.36 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนมีค่า 9.10 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.32 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย ดังตาราง

ตารางที่ 3 แสดงผลความพึงพอใจของนักเรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	\bar{X}	ร้อยละ	SD	ระดับ
1	4.73	94.67	0.45	มากที่สุด
2	4.63	92.67	0.49	มากที่สุด
3	4.80	96.00	0.41	มากที่สุด
4	4.60	92.00	0.67	มากที่สุด
5	4.83	96.67	0.38	มากที่สุด
6	4.67	93.33	0.48	มากที่สุด
7	4.83	96.67	0.38	มากที่สุด
8	4.67	93.33	0.61	มากที่สุด
9	4.63	92.67	0.67	มากที่สุด
10	4.77	95.33	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.68	94.33	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโดยภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

วิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ โดยอภิปรายผลไว้ดังนี้

1. ผลการศึกษาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 89.13/81.90 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากชุดกิจกรรมการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการ

ออกแบบและพัฒนาอย่างเป็นระบบตามวิธีการที่เหมาะสม โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสาร หลักการ ทฤษฎี แนวคิด ขั้นตอนการผลิต องค์ประกอบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมการทดลอง โดยได้วิเคราะห์เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้วแบ่งเนื้อหาให้มีความเหมาะสมกับเวลาและลักษณะของนักเรียน โดยเรียงเนื้อหาจากง่ายไปยาก และผ่านขั้นตอนการตรวจสอบและประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้สมบูรณ์ จึงทำให้เป็นชุดกิจกรรมการทดลองที่มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้กับนักเรียน โดยมีครูเป็นผู้อำนวยการความสะอาดและให้คำแนะนำ ทำให้นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นำความรู้ที่ได้ไปแก้ปัญหา เป็นไปตามแนวคิดของ สิริพร พรหมประสาธ (2556) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนสามารถค้นหาความรู้และคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักคิดวิเคราะห์หาเหตุผลและแสวงหาความรู้เพื่อเชื่อมโยง ความคิด ไปสู่แนวทางแก้ปัญหาได้

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่กล่าวว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านรูปแบบกิจกรรมการปฏิบัติการ ซึ่งผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลอง ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นทักษะที่เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ เป็นไปตามแนวคิดของ นิชกานต์ สฤกษ์ดีไพศาล (2560) ที่กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ใช้ในการแสวงหาความรู้เป็นทักษะขั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และทักษะการสร้างแบบจำลอง (คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น, 2560 หน้า 27) ตัวอย่างเช่น ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบุตัวละลายและตัวทำละลายได้อย่างไร ซึ่งเป็นปัญหาของกิจกรรมการทดลองนี้ ในการแสวงหาความรู้เพื่อหาคำตอบและลงมือปฏิบัติกิจกรรม ก่อนการทดลองขั้นแรกนักเรียนจะต้องตั้งสมมติฐานของการทดลอง ระบุตัวแปรที่ต้องการจะศึกษาจากนั้นจึงลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยผู้เรียนได้ทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย เพื่อหาคำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทางด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการระบุตัวแปรและควบคุมตัวแปร และทักษะการทดลอง เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองนักเรียนจะต้องนำผลการทดลองมาบรรยายผลของการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง และลงข้อสรุปซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการและการลงข้อสรุปที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 2 ชั้น ของนักเรียนซึ่งได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ โดยความพึงพอใจด้านชุดกิจกรรมมีลำดับขั้นตอนสามารถปฏิบัติตามได้ และกิจกรรมในชุดการทดลองแต่ละชุดอ่านแล้วเข้าใจง่ายมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.83 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อการวิจัยที่ 3 ที่กล่าวว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ในระดับความพึงพอใจมากขึ้นไป ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ทั้งในด้านสติปัญญาและความสนใจ นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและทบทวนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลายครั้งตามความพอใจของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และนักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์กับคนในกลุ่มและคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข ส่งผลให้มีความพอใจในการเรียนสูงขึ้น ซึ่งตรงกับแนวคิดของ วุชนี วรรณลือชา (2558)

สรุปผล

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นการวิจัยในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ผลการศึกษาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า มีค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80/80 ตามที่กำหนดผ่านไว้
- 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองเรื่อง สารละลาย พบว่า ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย หลังเรียนซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารละลาย ภาพรวมที่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษารายงานการวิจัย อาจารย์ ดร.คทาวุธ กุลศิริรัตน์ อาจารย์ ดร.ธารทิพย์ ขุนทอง และอาจารย์ ดร.บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ ท่านผู้อำนวยการพิทักษ์ โนนเกา คุณคุณครูเพชรรัตน์ วันทอง และคุณคุณครูประภาพร เขียวขำ ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการทำรายงานการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560). แหล่งข้อมูล:
https://academic.obec.go.th/images/document/1580786506_d_1.pdf. ค้นเมื่อ 9 กุมภาพันธ์ 2565.
- นิชกานต์ สฤกษ์ไพศาล. 2560. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับสูงเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. 2560. คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560). แหล่งข้อมูล: <https://scimath.org/e-books/8922/flippingbook/index.html#1>. ค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2565.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560). แหล่งข้อมูล: <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8923-2018-10-01-01-59-16>. ค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2565.
- วษุณี วรรณลือชา. 2558. ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่องดินและการใช้ประโยชน์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. แหล่งข้อมูล: http://www.ska2.go.th/reis/data/research/25640617_151427_4432.pdf.8h. ค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2565.
- อัญชญา ภักดีวงศ์, 2564. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง แบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) เรื่อง สารบริสุทธิ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 11: 122-135.

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ สมบัติของวัสดุรอบตัวเรา
โดยใช้ชุดกิจกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

Development of the academic achievement learning unit Properties of
surrounding materials by Activity set for Grade 4 Students

อารีรัตน์ เงินเต็ม^{1*} คทาวุธ กุลศิริรัตน์¹ และนิติพงษ์ ศิริวงศ์¹

Areerat Ngoentem^{1*} Kathawut Kulsirirat¹ and Nitipong Siriwong¹

¹สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์
422 ถ.มรุพงษ์ ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา 24000

¹Department of General Science, Faculty of Education, Rajabhat Rajanagarindra University
422 Marupong Road, T. Na Mueang, A. Mueang, Chachoengsao 24000

*Corresponding author E-mail: aree2545@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในชั้นเรียน ลักษณะการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อ
1) สร้างและตรวจสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปราจีนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน
31 คน การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการ
เรียนรู้ จำนวน 4 แผน ชุดกิจกรรม จำนวน 4 ชุด และแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
1) ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
มีประสิทธิภาพ 79.99/75.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
4 มีค่าเฉลี่ยหลังใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรม อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ชุดกิจกรรม, นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

Abstract

This research is preliminary experimental research. The objective is 1) create and examine the effectiveness of the activity set in developing academic achievement for Grade 4 students according to the 75/75 criteria 2) compare the academic achievement of Grade 4 students before and after. Receive learning management using activity sets. The sample group in this research includes 31 Grade 4 students at a school in Prachinburi Province, Semester 1, academic year 2023. The sample was obtained through purposive sampling. The research tools were 4 learning plans, 4 activity sets, and 20 question tests. Statistics used in data analysis included mean, standard deviation, and t-test (Dependent sample). The results showed that on the effectiveness of activity sets in developing academic achievement. For Grade 4 students, the efficiency was 79.99/75.00, which was higher than the set criteria and the academic achievement of Grade 4

students was average after using the activity set. (12.90) is higher than before using the activity set (7.58) with statistical significance at the .05 level.

Keywords : Academic achievement, Activity set, Grade 4 student

บทนำ

ในปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตและมีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การพัฒนาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของคนในประเทศชาติ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาได้ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมยังอยู่ในระดับไม่น่าพอใจจากรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O- NET) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ปีซ้อนหลัง คือ ปีการศึกษา 2563-2565 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.78, 34.31, 39.34 ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2565) ซึ่งยังมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ทั้ง 3 ปี การศึกษา

การส่งเสริมพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ ซึ่งสถานศึกษาต้องปรับตัวให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้เพื่อสร้างความสัมพันธ์กับสังคมและองค์กรภายนอก รวมถึงการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนที่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนรายบุคคลโดยการนำเทคโนโลยีและสื่อต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการเรียนการสอน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนและผู้เรียนสามารถรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2566)

ผู้วิจัยทำการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ นักเรียนขาดความรู้ ความเข้าใจในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จึงส่งผลให้กิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์นั้นไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O- NET) ปีการศึกษา 2565 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39.34 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2565) ต่ำกว่าระดับประเทศและระดับจังหวัด

ชุดกิจกรรมจัดเป็นสื่อนวัตกรรมและเทคโนโลยีอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นมาอย่างมีระบบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นนวัตกรรมทางการเรียนรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจ ซึ่งชุดกิจกรรมจะใช้เวลาน้อยในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ช่วยให้ผู้เรียนเป็นอิสระ สามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และชุดกิจกรรมมีผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้และหาคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อเชื่อมโยงความคิดไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาและสร้างสิ่งใหม่ๆ ต่อไป (สุวิทย์ มูลคำ,

2550) ชุดกิจกรรมเป็นสื่อการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากเหตุผลและความจำเป็นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าการใช้ชุดกิจกรรมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75
- 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยแบบการทดลองเบื้องต้น โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 31 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 31 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวน 1 ห้องเรียน และควรได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน รวม 8 ชั่วโมง ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้จะเป็นแบบ 3 ขั้น ได้แก่ ขั้นนำ เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน เป็นการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติชุดกิจกรรมด้วยตนเอง ขั้นสรุป เป็นการสรุปเนื้อหาที่เรียนและร่วมกันเฉลยชุดกิจกรรม
- 2) ชุดกิจกรรม มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 4 ชุด ประกอบด้วย ชุดที่ 1 วัสดุรอบตัวเรา, ชุดที่ 2 ความแข็งของวัสดุ, ชุดที่ 3 สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และชุดที่ 4 การนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ
- 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยมี 4 ตัวเลือก อย่างละ 20 ข้อ เสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและตรวจสอบความสอดคล้องและความถูกต้องของแบบทดสอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) เลือกกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 31 คน ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนใช้ชุดกิจกรรมด้วยแบบทดสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ
- 2) ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
- 3) ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบกับการใช้แผนการจัดการเรียนรู้
- 4) เมื่อนักเรียนเรียนจบ หน่วยการเรียนรู้ สมบัติของวัสดุรอบตัวเรา โดยการใช้ชุดกิจกรรม ครูทำการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังใช้ชุดกิจกรรมด้วยแบบทดสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

5) นำคะแนนการทดสอบหลังเรียนทำที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับคะแนนการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยนำเสนอในรูปแบบ สูตร E_1/E_2 โดย E_1 คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำชุดกิจกรรมก่อนเรียนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ E_2 คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำชุดกิจกรรมหลังเรียนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำเสนอในรูปแบบ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent sample t-test

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) ที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรม	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	ร้อยละ
วัสดุรอบตัวเรา	31	10	7.74	0.68	77.41
ความแข็งของวัสดุ	31	10	7.48	0.89	74.83
การเปลี่ยนแปลงสภาพ ยืดหยุ่นของวัสดุ	31	10	8.51	0.62	85.16
การนำความร้อนและ การนำไฟฟ้าของวัสดุ	31	10	8.25	0.93	82.58
รวม	30	40	31.98	3.12	79.99

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมคะแนนเฉลี่ยของชุดกิจกรรมทั้ง 4 ชุด มีค่ารวม 31.98 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.99 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (E2)

แบบทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
หลังเรียน	31	20	15.00	1.43	75.00

จากตาราง 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E2) ของชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 15.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.43 คิดเป็นร้อยละ 75.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 75

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) ของชุดกิจกรรมทั้ง 4 ชุด
มีคะแนนรวม 31.98 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.99 ซึ่งแสดงว่าชุดกิจกรรมสำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 79.99/75.00

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับ
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ก่อนใช้ชุดกิจกรรมและหลังใช้ชุดกิจกรรม

คะแนน	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t	sig
Pretest (30)	31	7.58	2.30	-15.708	.000
Posttest (30)	31	12.90	2.24		

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยจากคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยหลังใช้ชุดกิจกรรม (12.90) สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรม (7.58) อย่างมีระดับ
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจารณ์ผล

จากการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอประเด็นอภิปรายที่น่าสนใจ 2 ประเด็นดังต่อไปนี้
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 79.99/75.00 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่กล่าวว่าชุดกิจกรรมในการ
พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เนื่องจาก
ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการออกแบบและพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากการศึกษาเนื้อหา เอกสาร
และแนวคิดเกี่ยวกับชุดกิจกรรม จากนั้นทำการสรุปข้อมูลที่ได้มาออกแบบและร่างชุดกิจกรรมที่จะใช้พัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นมา โดยมีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากพร้อมทั้งมีการให้ผู้เชี่ยวชาญและครูที่
ดูแลได้ตรวจสอบความสอดคล้องในเรื่องเนื้อหาและความเหมาะสมเรื่องความยากง่ายของชุดกิจกรรม จากนั้นจึง
ทำการแก้ไขปรับปรุงชุดกิจกรรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและครูที่ดูแล เมื่อแก้ไขปรับปรุงเสร็จสิ้นแล้วจึง
คัดเลือกชุดกิจกรรมที่มีความสอดคล้องในเรื่องเนื้อหาและความเหมาะสมเรื่องความยากง่ายของชุดกิจกรรม
สุดท้ายจึงนำชุดกิจกรรมทั้งหมดไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นไปตามแนวคิดของสนธิญา สายรัตน์
(2561) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม คือ สื่อที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการจัดสื่อไว้อย่างเป็นระบบ
ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจตลอดเวลา เกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ และทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล
ตามเป้าหมายของการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนางสาวณัฐวดี บุญรัตน์ (2562) ศึกษาการพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้
กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมแบบสืบ

เสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.87/ 77.36 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับงานวิจัยของช่อผกา สุขุมทอง (2563) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเกมวิทยาศาสตร์เรื่องการเปลี่ยนแปลงของโลกระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโลก จะมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 85.25/87.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม

จากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยหลังใช้ชุดกิจกรรม สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจากการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีการเรียงลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม มีการใช้สื่อที่น่าสนใจ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และได้รับการฝึกฝน จนสามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงเพิ่มเติมความรู้เดิมเพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ในการนำชุดกิจกรรมมาใช้มีการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อเป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นไปตามแนวคิดของวษุณี วรรณลือชา (2558) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง กระบวนการทางสติปัญญา ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ทุกโอกาส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวษุณี วรรณลือชา (2558) ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง ดินและการใช้ประโยชน์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง ดินและการใช้ประโยชน์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐวดี บุญรัตน์ (2562) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมแบบ สืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

- 1) ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 79.99/75.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยหลังใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจากอาจารย์ ดร.ธารทิพย์ ขุนทอง และอาจารย์ ดร.บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณ ผู้อำนวยการสถานศึกษา และคณะครูโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปราจีนบุรีที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ช่อผกา สุขุมทอง. 2563. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเกมวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของโลกระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ณัฐวดี บุญรัตน์. 2562. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับชุดกิจกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- นัสรินทร์ บือชา. 2558. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วษุณี วรรณลือชา. 2558. ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐาน เรื่อง ดินและการใช้ประโยชน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. โรงเรียนบ้านเจ้าเพชร.
- สนธิญา สายรัตน์. 2561. การพัฒนาชุดกิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางประการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). แหล่งข้อมูล: https://academic.obec.go.th/images/document/1580786506_d_1.pdf. ค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2566.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2565. รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O- NET) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2566. แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พ.ศ.2566-2570). แหล่งข้อมูล: <https://www.obec.go.th/archives/813787>. ค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2566.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). กลยุทธ์การสอนวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
The Study of Ability to Generate Scientific Explanation in the Topic of
Simple Harmonics Motion of Grade 11 Students

กฤษฎา ทองประไพ^{1*}, ชานวิทย์ คำเจริญ² และสิรินทร์นิชา ปัญจจริยะกุล³
Krissada Tongprapai^{1*}, Chanwit Kamcharean² and Sirinnicha Panchaariyakun³

¹สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

²ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

³ภาควิชาเทคนิคการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

¹Division of Science Teaching (Physics), Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

²Department Physics and General Science, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

³Department of Technical Education, Faculty of Education, Chiang Mai Rajabhat University

*Corresponding author E-mail: Krissada.t@piriyalai.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงสำรวจนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อซึ่งวัดองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล แบบวัดมีค่าสัมประสิทธิ์คอรันบาร์คแอลฟาเท่ากับ 0.83 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45-0.58 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.61-0.76 จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมทุกองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 39.89) และเมื่อพิจารณาแยกองค์ประกอบพบว่า นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้างได้มากที่สุด (ร้อยละ 55.00) รองลงมา คือ เหตุผล (ร้อยละ 33.33) และน้อยที่สุด คือ หลักฐาน (ร้อยละ 31.33)

คำสำคัญ: คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์, ข้อกล่าวอ้าง, เหตุผล, หลักฐาน

Abstract

This survey research examined the ability to Grade 11 students to generate scientific explanations on simple harmonic motion. The study involved 30 students selected through simple random sampling. The data collection tool was a subjective measure of the ability to generate scientific explanations, consisting of four open-ended questions that assessed the three components of scientific explanations; claim, evidence, and reasoning. The data measurement scales were; Cronbach's alpha coefficient (α -Coefficient) of 0.83, with difficulty levels ranging from 0.45 to 0.58 and discrimination indices ranging from 0.61 to 0.76. A content analysis was employed to assess the ability to generate scientific explanations. Research findings indicate that students have an overall average score at a satisfactory level (39.89%). When examining

individual components, students excelled the most in providing claims (55.00%), followed by reasoning (33.33%). The least emphasized component was evidence (31.33%).

คำสำคัญ: Scientific Explanation, Claim, Reasoning, Evidence

บทนำ

การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) เป็นความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และเป็นตัวบ่งชี้หนึ่งในสมรรถนะเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) ของการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ ซึ่งการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะเหล่านี้ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเชิงลึกจึงจะสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ในการสร้างคำอธิบายที่มีความสมเหตุสมผลได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566)

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง จึงมีการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ผลการประเมินความฉลาดรู้ในระดับนานาชาติของประเทศไทยพบว่า ตั้งแต่การประเมิน PISA ปี พ.ศ. 2555-2565 ในรอบ 10 ปี พบว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ถือว่าไม่เปลี่ยนแปลงทางสถิติ อย่างไรก็ตามคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยยังคงต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD ทุกรอบการประเมิน และมีแนวโน้มห่างจากค่าเฉลี่ยของ OECD มากขึ้นเรื่อย ๆ ในปี พ.ศ. 2565 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับ ปี พ.ศ. 2561 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยลดลงมากที่สุด ในทุกรอบการประเมิน โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2566) ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของนำพงศ์ จันทรโท สิริินภา กิจเกื้อกุล และสุริยา ชาญ (2565) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นชินกับการคิดวิเคราะห์ ดีความข้อมูลและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของหลักฐานที่นำมาใช้ในการลงข้อสรุป ส่งผลให้นักเรียนเลือกใช้หลักฐานได้ไม่เหมาะสม และไม่สามารถใช้หลักฐานในการสนับสนุนความคิดของตนเองได้ รวมถึงการเลือกใช้หลักฐานจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือ ไม่สามารถยกเหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ สหรัฐ ยกย่อง และ ศศิเทพ พิติพรเทพิน (2562) พบว่านักเรียนไม่สามารถนำข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์มาเชื่อมโยงกัน และมักมองว่าหลักฐานและข้อสรุปคือสิ่งเดียวกัน นอกจากนี้นักเรียนมักใส่ความรู้สึกลงไปข้อสรุป และอธิบายสาเหตุที่นักเรียนไทยไม่สามารถใช้หลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ เกิดเพราะไม่ได้รับการฝึกฝนให้ทำเช่นนี้ให้ห้องเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยเอง ที่พบว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยเฉพาะไม่ระบุหลักฐาน และไม่มีการให้เหตุผล นักเรียนมักจะเขียนคำตอบสั้น ๆ เท่านั้น

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะช่วยให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เนื่องจากนักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างข้อสรุปโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้

จากการสืบเสาะหาความรู้ และการนำข้อสรุปไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์ได้ (McNeill and Krajcik, 2011) นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เชิงลึกและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Ruiz-Primo, 2010) และยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเหตุและผลของการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมถึงเชื่อมโยงความเข้าใจกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น (Beyer and Davis, 2008) ดังนั้นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นความท้าทายของนักเรียนที่จะพัฒนาความเข้าใจแบบบูรณาการของความคิดทางวิทยาศาสตร์ผ่านกรอบแนวคิดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายได้ นอกจากนี้วิธีการจัดการเรียนรู้ก็ยังเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนให้เข้าใจปรากฏการณ์ที่เชื่อมโยงระหว่างความคิดที่สนับสนุนคำอธิบายและความคิดเชิงลึกตามระดับความรู้ของตัวนักเรียนเอง (Novak and Treagust, 2022)

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion หรือ SHM) เนื่องจากเนื้อหามีลักษณะเป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ อีกทั้งเป็นพื้นฐานในการเรียนฟิสิกส์ที่สูงขึ้นโดยเฉพาะเนื้อหาฟิสิกส์กลุ่มคลื่น เช่น คลื่นแสง คลื่นเสียง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ล้วนแล้วแต่ใช้แนวคิดพื้นฐานจากการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย หากนักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาเชิงลึกจะส่งผลให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ง่าย (Panprueksaet et al., 2012; Fadaei and Mora, 2015) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย หลายลักษณะแตกต่างกันไปตามบริบทสามารถสรุปได้ในหลายประเด็นดังนี้ การสั่นทุกกรณีเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ความเร่งของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายมีค่าคงตัวตลอดการเคลื่อนที่ การกระจัดและความเร่งของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายมีทิศเดียวกัน (Tumanggor, Supahar, Ringo, Harliadi, 2020) นอกจากนี้ในห้องเรียนของผู้วิจัยเองยังพบความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียน ได้แก่ คาบการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายขึ้นอยู่กับมุมที่เริ่มปล่อย มวลมีผลต่อคาบการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย การสั่นของมวลติดปลายสปริงความเร็วของมวลจะมีทิศทางเดียวกับทิศทางการกระจัดเสมอ ทั้งนี้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนดังกล่าวมีสาเหตุมาจากนักเรียนไม่เข้าใจปรากฏการณ์อย่างลึกซึ้ง จำสมการและแทนค่าตัวเลขได้แต่ไม่สามารถแปลความหมายของคำตอบได้ นอกจากนี้นักเรียนไม่สามารถใช้หลักฐานในการอธิบายการเคลื่อนที่ได้อย่างละเอียด

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้วิจัย ครูผู้สอน และบุคลากรทางการศึกษาในการออกแบบการสอนเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

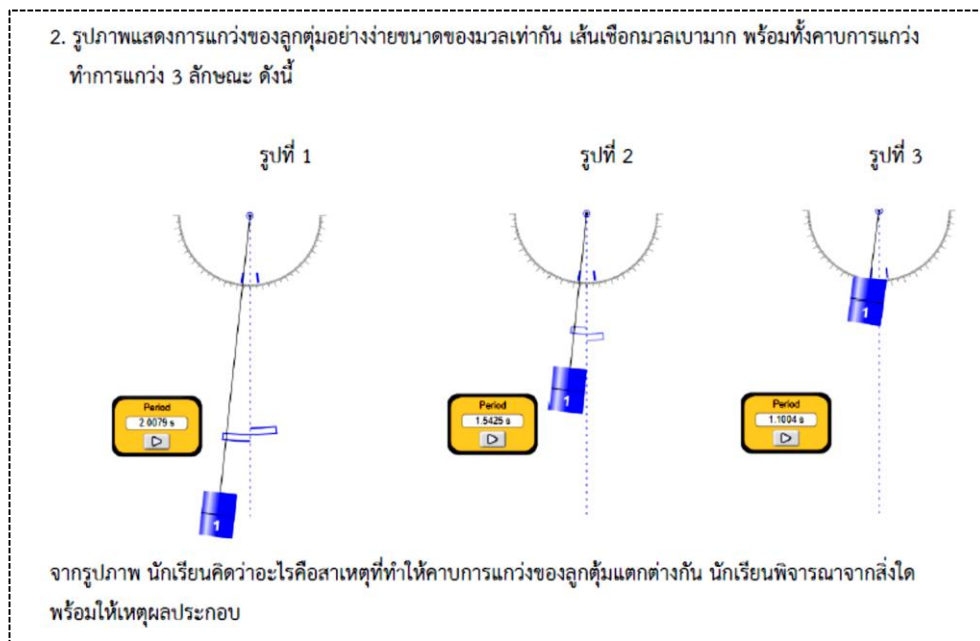
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเพศหญิง 11 คน และนักเรียนเพศชาย 19 คน โดยการเลือกด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการสอนนักเรียนในรายวิชานี้ และต้องการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มเป้าหมาย

ผู้วิจัยคำนึงถึงการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มเป้าหมายโดยทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลวิจัยต่อประธานคณะกรรมการประจำจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ได้รับหมายเลขรับรอง IRBCMRU 2023/349.20.11 โดยให้การรับรองตั้งแต่วันที่ 29 พฤศจิกายน 2566 วันหมดอายุใบรับรองวันที่ 28 พฤศจิกายน 2567 ผู้วิจัยได้ชี้แจง วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ให้แก่กลุ่มเป้าหมายก่อนการเก็บข้อมูลวิจัย พร้อมทั้งแจ้งกลุ่มเป้าหมายให้ทราบว่า ไม่มีการระบุชื่อ แต่ใช้การลงรหัสแทนชื่อ ตัวอย่างเช่น S01 หมายถึงนักเรียนคนที่1 และแจ้งว่าผลการวิจัยที่ได้จะถือเป็นความลับ และนำไปใช้ประโยชน์ในทางวิชาการเท่านั้น ผลการวิจัยจะไม่เปิดเผยชื่อของกลุ่มเป้าหมาย ข้อมูลทั้งหมดจะถูกทำลายภายในเวลา 1 ปี เมื่องานวิจัยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่แล้ว

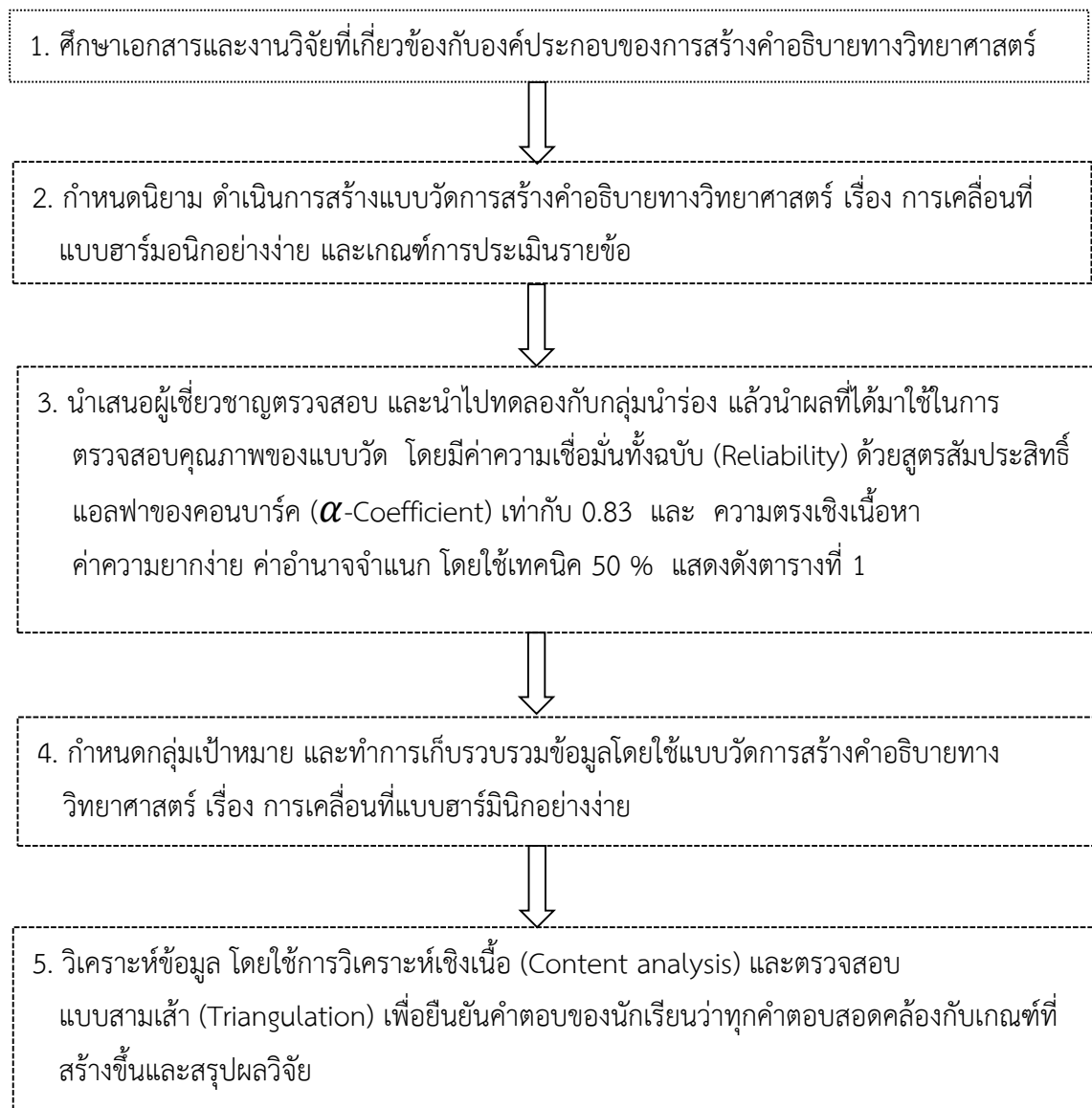
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เป็นข้อคำถามปลายเปิดแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ วัดมโนทัศน์ครอบคลุมหัวข้อ ดังนี้ (1) การสั่นของมวลติดปลายอย่างง่าย (2) การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย (3) ลักษณะและปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และ (4) การประยุกต์การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะพิจารณาองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตัวอย่างข้อคำถามดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างข้อคำถามข้อที่ 2 ในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอนการวิจัย ดังภาพที่ 2 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงค่าความยากง่ายของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ลำดับข้อ	ค่า IOC	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผลแบบวัด
1	+1.00	0.58	0.76	ใช้ได้ ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
2	+1.00	0.49	0.64	ใช้ได้ ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
3	+1.00	0.45	0.61	ใช้ได้ ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง
4	+1.00	0.55	0.72	ใช้ได้ ข้อสอบยากปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูง

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 100 นาที

2. ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) และตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) ประกอบด้วย นักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักฟิสิกส์ และครูผู้สอน ทำการตรวจคำตอบร่วมกัน

3. ประเมินผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามเกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score) มีการกำหนดค่าคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ นำคะแนนหาค่าเฉลี่ย ร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ระดับควรปรับปรุง ระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีมาก ตามลำดับ

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ผลการวิจัยดังแสดงตารางที่ 2 ดังนี้

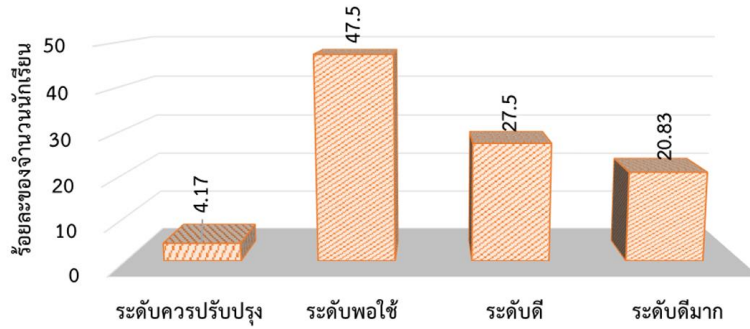
ตารางที่ 2 จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ				ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบ
	ระดับควรปรับปรุง (0คะแนน)	ระดับพอใช้ (1 คะแนน)	ระดับดี (2 คะแนน)	ระดับดีมาก (3 คะแนน)	
ข้อกล่าวอ้าง	5 (4.17)	57 (47.50)	33 (27.50)	25 (20.83)	55.00
หลักฐาน	35 (29.17)	57 (47.50)	28 (23.33)	0 (0.00)	31.33
การให้เหตุผล	33 (27.50)	53 (44.17)	34 (28.33)	0 (0.00)	33.33
ร้อยละของนักเรียนรวมทุกองค์ประกอบ	20.28	46.39	26.39	6.94	
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยรวมทุกองค์ประกอบ เท่ากับ ร้อยละ 39.89					

จากตารางที่ 2 จำนวนนักเรียน 30 คน (ร้อยละ 100.00) มีคะแนนเฉลี่ยรวมทุกองค์ประกอบร้อยละ 39.89 แสดงถึงความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ย

ในแต่ละองค์ประกอบ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างได้ดีที่สุดร้อยละ 55.00 รองลงมาคือ การให้เหตุผลร้อยละ 33.33 และน้อยที่สุดคือ การระบุหลักฐานร้อยละ 31.33 ผลการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบดังนี้

1. องค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง (Claim) แสดงผลร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ร้อยละของจำนวนนักเรียนในการระบุข้อกล่าวอ้าง

จากตัวอย่างข้อคำถามข้อที่ 2 มีข้อคำถามเพื่อตรวจสอบข้อกล่าวอ้าง คือ “...จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มต่างกัน...” จากผลการศึกษาพบว่ามีจำนวนนักเรียนร้อยละ 4.17 มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างในระดับปรับปรุง กล่าวคือ ไม่ระบุข้อสรุป ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน (S22) ที่อยู่ในระดับปรับปรุง แสดงในภาพที่ 4

จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

จาก $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
 $T \propto \sqrt{l}$ ถ้า l (ความยาวเชือก) มีค่ามากขึ้นค่า T ก็จะมากขึ้นด้วย

ภาพที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุข้อกล่าวอ้าง ในระดับปรับปรุง

จำนวนนักเรียนร้อยละ 47.5 มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างในระดับพอใช้ กล่าวคือ ระบุข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเงื่อนไขหรือเป็นคำอธิบายหรือบรรยาย เช่น ความยาวเชือกมีผลต่อคาบการแกว่ง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน S12 ที่อยู่ในระดับพอใช้ แสดงในภาพที่ 5

จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ความยาวของเชือกมีผลต่อคาบการแกว่ง..... เมื่อเพิ่มความยาวของเชือก..... จะสังเกตเห็นว่า.....
 คาบการแกว่งก็เพิ่มขึ้น..... และเมื่อลดความยาวของเชือก..... คาบการแกว่งก็จะลดลง.....

ภาพที่ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุข้อกล่าวอ้าง ในระดับพอใช้

จำนวนนักเรียนร้อยละ 27.5 มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างในระดับดี กล่าวคือ ระบุข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนหรือไม่เป็นข้อสรุป เช่น ความยาวเชือก ถ้าความยาวเชือกมาก คาบ

จะมาก ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน S05 ที่อยู่ในระดับดี ตอบว่า ความยากเข็ญยิ่งเข็ญยวคาบการแก่งก็จะ
มาก... แสดงในภาพที่ 6

จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแก่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผล
ประกอบ

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาพที่ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุข้อกล่าวอ้าง ในระดับดี

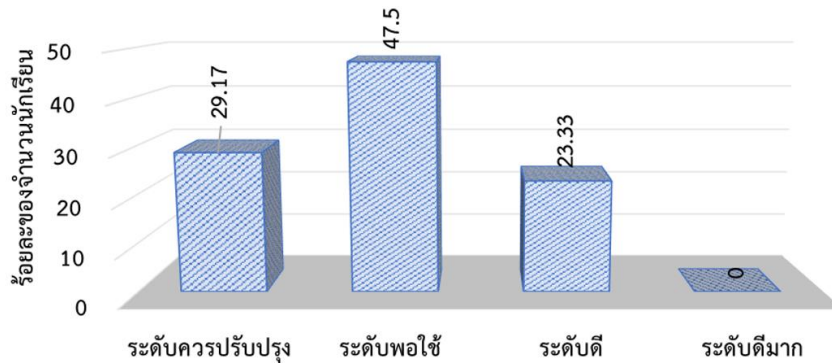
จำนวนนักเรียนร้อยละ 20.83 มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างในระดับดีมาก กล่าวคือ ระบุข้อ
กล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและครบถ้วนเป็นข้อสรุป คือ ความยาวเชือก ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
S24 ที่อยู่ในระดับดีมาก แสดงในภาพที่ 7

จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแก่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผล
ประกอบ

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุข้อกล่าวอ้าง ในระดับดีมาก

2. องค์ประกอบหลักฐาน (Evidence) แสดงผลร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ร้อยละของจำนวนนักเรียนในการระบุหลักฐาน

ในส่วนองค์ประกอบของการระบุหลักฐาน มีข้อคำถามเพื่อตรวจสอบหลักฐาน คือ “...นักเรียนพิจารณา
จากสิ่งใด...” ผลการศึกษาพบว่า มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 29.17 มีความสามารถในการระบุหลักฐาน ในระดับ
ควรปรับปรุง กล่าวคือ ไม่ระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่สนับสนุนข้อ
กล่าวอ้าง หรือระบุหลักฐานที่มีความคลาดเคลื่อน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน S05 ในระดับควรปรับปรุง แสดง
ในภาพที่ 9

จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแก่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผล
ประกอบ

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุข้อกล่าวอ้าง ในระดับควรปรับปรุง

จำนวนนักเรียนร้อยละ 47.5 มีความสามารถในการระบุหลักฐาน ในระดับพอใช้ กล่าวคือ ระบุหลักฐานอย่างน้อย 1 อย่าง และหรือหลักฐานไม่ครบถ้วนหรือไม่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือหลักฐานนั้นไม่ได้มาจากการตีความของข้อมูล ทฤษฎี กราฟ หรือหลักฐานนั้นไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน S20 ในระดับพอใช้แสดงในภาพที่ 10

จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....พิจารณาจากมวลของลูกตุ้ม ซึ่งเมื่อเปลี่ยนมวลก็จะมีคาบต่างกัน และ ยิ่งอยู่กับแนวโน้มถ่วงของโลก.....
.....เวลาที่ใช้กับมวลของลูกตุ้ม.....

ภาพที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุข้อกล่าวอ้าง ในระดับพอใช้

จำนวนนักเรียนร้อยละ 27.5 มีความสามารถในการระบุหลักฐาน ในระดับดี กล่าวคือ ระบุหลักฐานอย่างน้อย 1-2 แต่มีหลักฐานเพียง 1 อย่าง ที่ถูกต้องและครบถ้วนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ จาก 2 ประเด็นตั้งนี้สังเกตจากนาฬิกาจับเวลา โดยเชือกยาว จะใช้เวลามากกว่าเชือกสั้น และแสดงหลักฐานตามทฤษฎี มีการพิสูจน์จนได้ความสัมพันธ์ของคาบการแกว่ง กับความยาวเชือก ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน S13 ในระดับดีดังภาพที่ 11

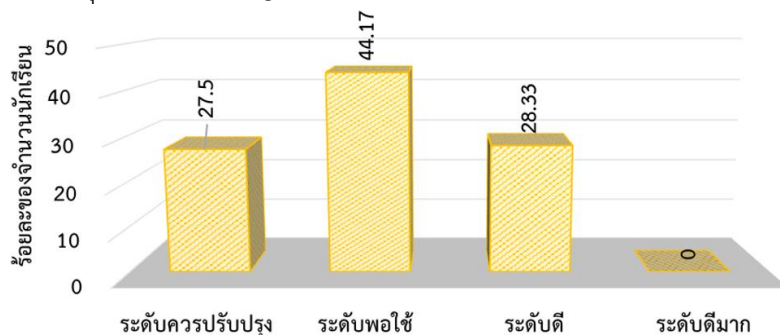
จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....ความยาวของเชือกมีผลต่อคาบการแกว่ง.....เมื่อเพิ่มความยาวของเชือก.....จะสังเกตได้ว่า.....คาบการแกว่งจะเพิ่มขึ้น.....และไม่ผลของความยาวของเชือก.....กับคาบการแกว่ง.....

ภาพที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุข้อกล่าวอ้าง ในระดับดี

ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในการระบุหลักฐานในระดับดีมาก กล่าวคือ ไม่มีนักเรียนคนใดที่ระบุหลักฐานอย่างน้อย 2 หลักฐาน และหลักฐานนั้นถูกต้องและครบถ้วนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยหลักฐานมาจากการตีความของข้อมูล คือ สังเกตจากนาฬิกาจับเวลา โดยเชือกยาว จะใช้เวลามากกว่าเชือกสั้น และแสดงหลักฐานตามทฤษฎี มีการพิสูจน์ จนได้ความสัมพันธ์ของคาบการแกว่ง กับความยาวเชือก

3. องค์ประกอบเหตุผล (Reasoning) แสดงผลร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับได้ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ร้อยละของจำนวนนักเรียนในการระบุเหตุผล

ในส่วนองค์ประกอบของการระบุเหตุผล มีข้อคำถามเพื่อตรวจสอบการให้เหตุผล คือ “...ให้เหตุผลประกอบ...” พบว่ามีจำนวนนักเรียนร้อยละ 27.50 มีความสามารถในการระบุเหตุผล ในระดับควรปรับปรุง กล่าวคือ ไม่ระบุเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือระบุเหตุผลแต่เหตุผลนั้นไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือเหตุผลนั้นมีความคลาดเคลื่อน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน S17 ในระดับควรปรับปรุง ดังภาพที่ 13

จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....
เกิดจากความยาวเชือกที่ต่างกัน โดยความถี่ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ จะได้ $T \propto \sqrt{l}$ เมื่อ g เท่ากัน
..... +

ภาพที่ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุเหตุผล ในระดับควรปรับปรุง

จำนวนนักเรียนร้อยละ 47.5 มีความสามารถในการระบุหลักฐาน ในระดับพอใช้ กล่าวคือ ระบุเหตุผลทางวิทยาศาสตร์จำนวน 1 เหตุผลและเหตุผลนั้นไม่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และหรือไม่มีความสอดคล้องกับหลักฐานและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ไม่สมบูรณ์ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน S13 ในระดับพอใช้ ดังภาพที่ 14

จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

..... ความยาวเชือก จากกฎของนิวตัน $F = ma$ เมื่อ $a = \frac{v^2}{r}$ เมื่อ v เท่ากัน
..... ความถี่ $f = \frac{1}{T}$ เมื่อ T เท่ากัน
.....
.....
.....
.....

ภาพที่ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุเหตุผล ในระดับพอใช้

จำนวนนักเรียนร้อยละ 27.50 มีความสามารถในการระบุหลักฐาน ในระดับดี กล่าวคือ ระบุการให้เหตุผลอย่างน้อย 2 เหตุผล แต่มี 1 เหตุผลเหตุผลที่ถูกต้องโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับหลักฐานและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้สมบูรณ์ จาก 2 ประเด็นดังนี้ (1) ความยาวเชือกมีผลต่อคาบการแกว่งเพียงอย่างเดียว จากรูปภาพถ้าเชือกยาว คาบการแกว่งจะมากแต่เชือกสั้นคาบการแกว่งจะน้อย (2) มวลไม่มีผลต่อคาบการแกว่ง เนื่องจากสมการที่พิสูจน์ได้พบว่าคาบการแกว่งแปรผันตรงกับรากที่สองของความยาวเชือก ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน S13 ในระดับดี ดังภาพที่ 15

จากรูปภาพ นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้คาบการแกว่งของลูกตุ้มต่างกัน นักเรียนพิจารณาจากสิ่งใดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

..... ขึ้นอยู่กับ ความยาวของเชือก (l) เพราะจากสูตร $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ แสดงว่า T แปรผันตรงกับ \sqrt{l} จึงเป็นไปตาม
..... รูปสมการของคาบการแกว่งคือรูปที่ 1.1 ในข้อ 4.1 ที่สุด มีคาบ มากที่สุด รวดเร็วกว่ารูปที่ 2. เมื่อความยาวเชือกยาวขึ้น มีคาบ ทำให้ มีความน้อยกว่า
..... รูปที่ 3. เชือกสั้นที่สุด คาบน้อยที่สุด
.....

ภาพที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการระบุเหตุผล ในระดับดี

ไม่มีนักเรียนคนใดมีความสามารถในการระบุหลักฐานในระดับดีมาก กล่าวคือ ไม่มีนักเรียนคนใดที่ระบุการให้เหตุผลอย่างน้อย 2 เหตุผล โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับหลักฐานและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้สมบูรณ์ โดยกล่าวถึง 2 ประเด็นดังนี้ (1) ความยาวเชือกมีผลต่อคาบการแกว่งเพียงอย่างเดียว

ถ้าเชื่อกยาวคาบการแกว่งจะมากแต่เชื่อกสั้นคาบการแกว่งจะน้อย (2) มวลไม่มีผลต่อคาบการแกว่ง เนื่องจากสมการที่พิสูจน์ได้พบว่า คาบการแกว่งแปรผันตรงกับรากที่สองของความยาวเชื่อก

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยใช้วิธีวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมทุกองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 39.89) และเมื่อพิจารณาแยกองค์ประกอบพบว่า นักเรียนมีการระบุชื่อกล่าวอ้างได้มากที่สุด (ร้อยละ 55.00) รองลงมา คือเหตุผล (ร้อยละ 33.33) และน้อยที่สุด คือหลักฐาน (ร้อยละ 31.33) ทำให้ผู้วิจัยทราบว่านักเรียน จำนวน 30 คน (ร้อยละ 100) มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายในภาพรวมอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องมาจากนักเรียนไม่มีประสบการณ์ในการเขียนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ระบุหลักฐาน และไม่ให้เหตุผลประกอบ นอกจากนี้คำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบได้แก่ ชื่อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล นักเรียนมีความสามารถในการระบุชื่อกล่าวอ้างได้ดีที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร ศรีกุลวงศ์ และ ลลิตา ลดาชาติ (2564) พบว่า มีเพียงองค์ประกอบเดียวที่สอดคล้องกับงานวิจัย คือ ชื่อกล่าวอ้าง เนื่องจากการระบุชื่อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่ระบุง่ายที่สุดในการตอบเพราะเป็นการระบุเพียงข้อสรุป

องค์ประกอบของการให้เหตุผล สาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถระบุเหตุผลได้ในระดับดีมากและดีเนื่องจากเหตุผลที่ดีจะมาพร้อมกับจำนวนหลักฐานเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือและเพียงพอ เนื่องมาจากนักเรียนขาดประสบการณ์ในการวิพากษ์หลักฐานจากกิจกรรมในชั้นเรียน และขาดการส่งเสริมการให้เหตุผล ผ่านการอภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (McNeill and Krajcik, 2011; ญัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทรวงศ์, 2562) สาเหตุอีกประการหนึ่งคือนักเรียนมีองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ไม่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ส่งผลให้การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์มาแสดงความสัมพันธ์เพื่อสนับสนุนชื่อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง จึงเป็นองค์ประกอบที่ยากสำหรับนักเรียน (Ruiz-Primo, 2010)

องค์ประกอบของการระบุหลักฐาน เป็นองค์ประกอบที่มีระดับความสามารถน้อยที่สุด ผู้วิจัยพบว่าการใช้หลักฐานของนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้เกิดจากการตีความหมายของข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานอ้างอิง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Novak and Treagust (2020) พบว่า หลักฐานเป็นส่วนสำคัญที่สุดของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากหลักฐานเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการตีความ นักเรียนต้องใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และนำมาวิเคราะห์ ซึ่งนักเรียนขาดประสบการณ์การวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งขาดประสบการณ์ในการพิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์ผ่านการโต้แย้งร่วมกันในชั้นเรียน

จากการศึกษาวิจัยพบว่าการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนควรเน้นการสืบเสาะที่ผนวกกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เนื่องจากการโต้แย้งเป็นกระบวนการหนึ่งในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของหลักฐาน ให้นักเรียนใช้หลักฐานในการเชื่อมโยงด้วยเหตุและผลนำไปสู่ข้อสรุป ที่น่าเชื่อถือได้ (Groom, 2020) นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนควรให้นักเรียนการอภิปรายโต้แย้งร่วมกัน รวมทั้งส่งเสริมการเขียนคำอธิบายภายใต้กรอบแนวคิดของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น (ญัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทรวงศ์, 2562)

สรุปผล

จากการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายในภาพรวมอยู่ในระดับพอใช้ เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบตามองค์ประกอบได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล พบว่านักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การให้เหตุผล และน้อยที่สุด คือ การระบุหลักฐาน

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการพัฒนา โดยเฉพาะองค์ประกอบของหลักฐาน และการให้เหตุผล ผู้วิจัยควรพัฒนาและส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการอภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ประสบการณ์ในการใช้หลักฐาน และส่งเสริมการให้เหตุผลในชั้นเรียน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยให้กับนักศึกษานิเทศกรเพื่อพัฒนาท้องถิ่น (หลักสูตรระดับปริญญาโททางการสอนในประเทศ) รุ่นบรรจุปี พ.ศ. 2559-2561

เอกสารอ้างอิง

ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทระขันตี. 2562. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร. 39: 130-141.

นำพงศ์ จันทรโท, สิริณภา กิจเกื้อกูล, และสุริยา ซาปู. 2565. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยใช้ประเด็นทางนิเทศศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์.วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 27: 176-187.

ศศิมน ศรีกุลวงศ์ และลลภาภา ลดาชาติ. 2564. การใช้แบบจำลองและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.วารสารศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 5: 12-27.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2566. ผลการประเมิน PISA 2022 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์, กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สหรัฐ ยูยก่อง และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. 2562. การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 6 ขั้น เรื่อง การกักขังพิทักซ์สิ่งแวดลอม. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 10: 183-200.

Beyer, C. J. and Davis, E. A. 2008. Fostering second graders scientific explanations: a beginning elementary teacher's knowledge, beliefs, and practice. The Journal of the Learning Sciences. 171: 381-414.

Fadaei, A., and Mora, C. 2015. An investigation about misconception in force and motion in high school. US-China Education Review A. 5: 38-45.

- Grooms, J. 2020. A Comparison of Argument Quality and Students' Conceptions of Data and Evidence for Undergraduates Experiencing Two Types of Laboratory Instruction. *Journal of Chemical Education*. 97: 2057-2064.
- McNeill, K.L. and Krajcik, J. 2011. Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanation in Science: Assessing Science Learning, Virginia: NSTA Press.
- Novak, A. M., and Treagust, D. F. 2022. Supporting the development of scientific understanding when constructing an evolving explanation. *Novak and Treagust Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3: 1-22.
- Panprueksa, K., Phonphok, N., Boonprakob, M., and Dahsah, C. 2012. Thai students' conceptual understanding on force and motion. In *Proceedings of the 2012 International Conference on Education and Management Innovation*. 30: 275-279.
- Ruiz-Primo. 2010. Testing one premise of scientific inquiry in science classroom: Examining students' scientific explanation and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 47: 583-608.
- Tumanggor, A.M.R., Supahar, Ringo, E.S., and Harliadi, M.D. 2020. Detecting Students' Misconception in Simple Harmonic Motion Concepts Using Four-Tier Diagnostic Test Instruments. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*. 9: 21-31.

**การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น
เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี**

โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม)

**The Development of instruction model based on Active learning
integrate local learning resources to promote the Creative Problem-
solving abilities for Mathayom 6 students in Chemistry subject,
Phetchabun Provincial Administrative Organization School
(Wang Chomphu Witthayakhom)**

จีรวรรณ ปานนูน^{1*}

Jeerawan Pannoon^{1*}

¹โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์(วังชมภูวิทยาคม) 311 หมู่ 11 ต.วังชมภู อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67210

¹Phetchabun Provincial Administration Organization School (Wangchompoo Wittayakom)

311 Moo 11 T.Wangchompoo Phetchabun 67210

*Corresponding author E-mail: jeerawan@phetchabunpao.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี 2) สร้างและหาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี 3) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี ใน 3 ประเด็น คือ เปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ รายวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัด เพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) จำนวน 31 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี 2) แบบประเมินความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน และ 4) แบบประเมินความคิดเห็นของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-test dependent) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิจัย พบว่า

1. สภาพการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.47 ประเด็นที่มีการจัดการ

เรียนการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ มากที่สุด คือ จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ส่วนการจัดการเรียนรู้ที่มีการดำเนินการน้อย คือ การช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน การจัดสภาพแวดล้อมแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียนที่เอื้อให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันได้เป็นอย่างดี โดยครูเป็นผู้รับฟังและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.07 3.00 และ 2.93 อยู่ในระดับปานกลาง ตามลำดับ

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี มีความเหมาะสมในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ซึ่งรูปแบบฯ มีชื่อว่า 2A-CPS MODEL โดยองค์ประกอบของรูปแบบ มีดังนี้ 1) หลักการของรูปแบบ 2) กระบวนการของรูปแบบ 3) ผลจากการใช้รูปแบบ และ 4) การนำรูปแบบไปใช้ ส่วนขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (A : Aim of learning) ขั้นที่ 2 ทบทวนความรู้เดิม (A : Activate Prior Knowledge) ขั้นที่ 3 ร่วมมือแก้ปัญหา (C : collaborate to solve problem) ประกอบด้วยการฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามกระบวนการ 3 ขั้น ได้แก่ (1) ค้นหาข้อเท็จจริง (fact finding) (2) ค้นหาแนวคิด (idea finding) (3) ค้นหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (solution finding) และขั้นที่ 4 นำเสนอสะท้อนคิด (P : presentation and reflection) ขั้นที่ 5 แบ่งปันสู่สาธารณะ (S : share to public) และรูปแบบฯ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.44/88.17 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.83

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี พบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และ 3) ความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16

คำสำคัญ : การเรียนรู้เชิงรุก, แหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Abstract

The purpose of this research was 1) the study of conditions for active learning integrate local learning resources in chemistry subject, 2) to develop and verify the quality of instructional model and 3) to implement the instructional model in 3 issues, comparing the creative problems solving abilities in the chemistry subject before and after through the instructional model, and study the satisfaction of Mathayom 6 students and the opinions of teachers. The samples were 31 of Mathayom 6 students of Phetchabun Provincial Administrative Organization School (Wang Chomphu Witthayakhom) school, selected by simple random sampling using the classroom as the randomization unit. In the 1st semester of the 2022 academic year. The research instruments

were 1) instruction model based on active learning integrate local learning resource, 2) creative problem-solving abilities assessment form, 3) student satisfaction assessment form, and 4) teachers' opinions on learning management using the instruction model. The statistical data analyses are percentage, mean, S.D. and t – test dependent. The results of the research study were as follows:

1. Overall of the Conditions for active learning integrate local learning resources in chemistry subject was a moderate level with an average of 3.47. The issue that the most active learning integrate local learning resources was students gain direct experience through hands-on practice with average of 4.62. the issue that the less was facilitating students' participation in learning at every step of learning, providing a local learning resource environment that allows learners to create knowledge on their own, and giving student's opportunity to express different opinions freely by the teacher listens and gives useful suggestions. The average values were 3.07, 3.00, and 2.93, which were at the moderate level, respectively.

2. The instruction model based on active learning integrate local learning resource was called 2A – CPS. It was appropriate at a high level. The average values were 4.38. The element of instruction model was as follows: step 1: A1, aim of learning, step 2: A2, activate Prior Knowledge, step 3: C, collaborate to solve the problem (this step consists of 5 steps of critical problem solving was (1) fact finding. (2) idea finding. (3) solution finding, Step 4: P, Presentation and Reflection, Step 5: S, Share to public. It had an efficiency of 88.44/88.17 and an effectiveness index of 0.83.

3. The effect implementation was 1) The students had a creative problem - solving abilities after learned with the developed model was higher than before at the .05 level of statistical significance, 2) Students were satisfied with learning with an active learning management model that integrates local learning resources. That was overall at a high level. The average values were 4.37, and 3) Teachers' opinions on the instruction model was overall at a high level with an average of 4.16.

Keywords: Active Learning, Local learning resource, Creative Problem solving.

บทนำ

กระบวนการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Process) เป็นแบบแผนหรือขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการทางจินตนาการ เป็นกระบวนการที่นำการคิดสร้างสรรค์มาเชื่อมโยงกับกระบวนการแก้ไขปัญหา ทำให้ได้แนวคิดหรือวิธีการที่แปลกใหม่ในการแก้ปัญหา แล้วจึงประเมินและคัดเลือกหาแนวคิดหรือวิธีการที่เป็นไปได้ แล้วนำมาพัฒนาให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่ต้องการ ซึ่งสามารถใช้ได้ผลดี มีคุณค่า และเป็นประโยชน์กว่าวิธีเดิม ๆ จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิต ช่วยให้ผู้สามารถเผชิญและรับมือกับปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งยังช่วยพัฒนาความรู้ ทักษะ และเจตคติที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2561) แนวทางสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

ได้แก่ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เนื่องจากเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ทางปัญญา (Constructivism) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำกระตุ้นหรืออำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นโดยการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้น การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาพร พุทธิพิฏกุล, 2555)

ความสามารถการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี ซึ่งแนวทางที่จะส่งเสริมความสามารถการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ครูผู้สอนควรจัดการเรียนรู้เชิงรุก และเชื่อมโยงการจัดการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง บริบทในชุมชนที่ผู้เรียนเกี่ยวข้อง จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายอย่างแท้จริง ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนเข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ในท้องถิ่น ซึ่งมีงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่บ่งชี้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบท มีส่วนในการพัฒนาผู้เรียน ซึ่งนิยมใช้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมีเป็นส่วนใหญ่ (Pilot ; & Bulte. 2007, Parchman et al. 2006) จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจที่จะนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยนำแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นมาบูรณาการ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบงานวิจัย ตามการออกแบบและพัฒนางานวิจัย (Design and Development Research) ของ Richey & Klein (2007) ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีตามแนวการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถาม สร้างแบบสอบถามปัญหาการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี จากนั้นนำไปสอบถามครูผู้สอนวิชาเคมีและวิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) จำนวน 11 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผล

ระยะที่ 2 สร้างและหาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี ดำเนินการดำเนินการตามขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ 1) การพัฒนารูปแบบ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) การเรียนรู้เชิงรุก 3) วิเคราะห์แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น ที่เชื่อมโยงกับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี และ 4) การแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล จากการศึกษาเอกสาร วารสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้กำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกนั้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนต้องจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนต้องสามารถสืบเสาะหาความรู้ สืบเสาะข้อมูลความรู้ ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองได้

ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยสร้างต้นแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้และนำเสนอรูปแบบโดยพัฒนาจากการนำเสนอรูปแบบตามแนวคิดของ Joyce และ Weil (1996) โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1. หลักการรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีหลักการ ดังนี้

1.1 เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อที่ผู้เรียนจะสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง ผู้เรียนต้องเรียนตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น

1.2 การจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะช่วยให้เรียนรู้อย่างต้นตัว สามารถสืบค้นความรู้ แลกเปลี่ยน สื่อสาร ปฏิบัติ และนำเสนอผลงาน ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

1.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่เชื่อมโยงประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เน้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ทักษะและเจตคติที่ดี เกิดการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้

2. กระบวนการของรูปแบบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ นี้ เป็นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดวิธีระบบ (System Approach) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) วัตถุประสงค์ 2) เนื้อหาวิชา 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) บทบาทผู้เรียน 5) บทบาทผู้สอน 6) ปัจจัยสนับสนุน 7) ข้อมูลป้อนกลับ มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

2.2 เนื้อหาวิชา รายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ประกอบด้วย การเกิดและแหล่งปิโตรเลียม การกลั่นน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ แก๊สธรรมชาติ เชื้อเพลิงในชีวิตประจำวัน ประเภทและสมบัติพอลิเมอร์ การเกิดพอลิเมอร์ โครงสร้างพอลิเมอร์ พลาสติก ยาง เส้นใย และปัญหาจากการใช้พอลิเมอร์

2.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย *ขั้นเตรียมการจัดการเรียนรู้* ได้แก่ 1) ปฐมนิเทศนักเรียน โดยการอธิบาย ชี้แจงทำความเข้าใจ และแนะนำการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน และ 2) ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น *ขั้นการจัดการเรียนรู้* นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (2A-CPS) ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม จะมีการวัดและประเมินผลผู้เรียนระหว่างเรียน ด้วยแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้

2.4 บทบาทผู้เรียน ผู้เรียนมีหน้าที่เรียนรู้และลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยดำเนินการเรียนตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งผู้เรียนต้องสามารถสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารข้อมูลความรู้ ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองได้

2.5 บทบาทผู้สอน ผู้สอนมีหน้าที่จัดการเรียนการสอน ควบคุม สนับสนุน อำนวยความสะดวก ตรวจสอบกิจกรรมการเรียนการสอน ให้ผลป้อนกลับสำหรับความคิดรวบยอดของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนและประเมินผลหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม รวมทั้งให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียน ให้คำปรึกษา ตลอดจนกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจ ต้องการมีส่วนร่วมและตั้งใจในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้

2.6 ปัจจัยสนับสนุน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) กิจกรรมเป็นรายบุคคล (individual activities) 2) กิจกรรมแบบจับคู่ (paired activities) 3) กิจกรรมกลุ่มย่อย (small group activities) 4) กิจกรรม

แบบโครงสร้าง (project activities) การเลือกใช้กิจกรรมรูปแบบใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรม จำนวนผู้เรียน ระยะเวลาในการทำกิจกรรม ขนาดของห้องเรียน และทักษะความสามารถในการดำเนินกิจกรรมของผู้สอน เทคนิควิธีสอนที่หลากหลาย เช่น Cooperative learning, Inquiry-Based Learning, Collaborative Learning, Discovery Learning, Self- Directed Learning, Problem-Based Learning, Project- Based Learning, Brainstorming เป็นต้น และ 5) แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น ตามบริบทของชุมชน ที่ผู้สอนต้องวิเคราะห์และเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น

2.7 ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับ ผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ ที่พัฒนาขึ้น ว่าเกิดปัญหาในขั้นตอนใดบ้าง ปัญหามีลักษณะอย่างไร อันจะนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ โดยดำเนินการดังนี้

3.1 ประเมินผลระหว่างการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ โดยให้นักเรียนทำภารกิจในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน

3.2 ประเมินความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนและหลังจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ โดยใช้แบบประเมินความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ได้พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติ t-test (Dependent Group)

3.3 ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4. การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้

4.1 ผู้สอนต้องเตรียมความพร้อมทุกด้าน ก่อนนำรูปแบบไปใช้ เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างเป็นระบบ โดยเริ่มตั้งแต่การทำความเข้าใจในเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามขั้นตอนของรูปแบบ ตลอดจนเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเรียนการสอน ให้พร้อมและเพียงพอ

4.2 ผู้สอนต้องดูความเหมาะสมของระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการยืดหยุ่นเวลาให้ผู้เรียนบ้างตามความเหมาะสม

4.3 สถาบันการศึกษาที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ ไปใช้ต้องมีการเตรียมความพร้อมทางด้านเครื่องมือและระบบโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนการสอน วิเคราะห์ข้อมูลแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นที่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับการเรียนรู้ของนักเรียนได้ เนื่องจากการเรียนตามรูปแบบนี้ผู้เรียนต้องได้ศึกษาเรียนรู้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงจะส่งผลต่อความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนอย่างแท้จริง

4.4 สถาบันการศึกษาที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ ไปใช้ ควรมีการประชุมชี้แจงให้ทั้งผู้สอนและนักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับจากการนำรูปแบบดังกล่าวไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ทั้งผู้สอนและนักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนการสอนด้วยรูปแบบนี้ เนื่องจากการที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต้องได้รับความร่วมมือ ทั้งจากผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างดี

ขั้นที่ 4 สร้างแบบประเมินต้นแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิดหลักการ วิธีการสร้างแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ และทำการสร้างแบบประเมินต้นแบบรูปแบบการ

จัดการเรียนรู้ฯ โดยใช้แบบประเมินเป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ แล้วจัดทำแบบประเมิน เพื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 สร้างและหาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน คือ การนำต้นแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำต้นแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ไปทดลองใช้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ 1) ประชากรที่ใช้ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงภายใน (Internal Validation) ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของต้นแบบรูปแบบการเรียนรู้ จำนวน 5 คน และ 2) ประชากรที่ใช้ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงภายนอก (External Validation) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) จำนวน 125 คน และกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) จำนวน 31 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการหาความเที่ยงตรงภายใน (Internal Validation) โดยผู้เชี่ยวชาญ คือ แบบประเมินต้นแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น และ 2) ความเที่ยงตรงภายนอก (External Validation) ใช้เครื่องมือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

3. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการสร้างตามขั้นที่ 3 ที่นำเสนอข้างต้น

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดย 1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา และสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน (สร้าง 40 ข้อ และเลือกใช้ 30 ข้อ) 3) นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ 4) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบ (Try out) กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) จำนวน 10 คน (เป็นนักเรียนที่เคยเรียนผ่านเนื้อหานี้มาแล้วเพื่อหาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบ) จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน 5) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27-0.73 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ 6) นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Formular) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77 และ 7) จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้จริง

3.3 แบบประเมินความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดย 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินฯ 2) สร้างแบบประเมินฯ เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ 3) นำแบบประเมินฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน

5 คน เพื่อหาความเที่ยงตรง (Validity) โดยตรวจสอบความถูกต้องในการใช้ภาษาในแต่ละข้อคำถาม แล้วนำข้อเสนอแนะ มาปรับปรุง ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.0 และ 4) จัดทำแบบประเมินความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้จริง

3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ โดย 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ 2) สร้างแบบประเมินพึงพอใจเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ 3) นำแบบประเมินพึงพอใจเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อหาความเที่ยงตรง (Validity) โดยตรวจสอบความถูกต้องในการใช้ภาษาในแต่ละข้อคำถาม แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง และ 4) จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อนำไปใช้จริง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การหาความเที่ยงตรงภายใน (Internal Validation) นำต้นแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประเมินความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินต้นแบบฯ ที่พัฒนาขึ้น

4.2 การหาความเที่ยงตรงภายนอก (External Validation) ผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจริง โดยผู้วิจัยนำไปทดลอง ใช้ (Try out) เพื่อหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 42 คน ดังนี้ 1) การทดลองครั้งที่ 1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One Testing) โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 คน (สุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับฉลาก) เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้น ใช้วิธีการสังเกตและการสัมภาษณ์ จากนั้นนำข้อมูลมาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องของรูปแบบฯ พบว่า มีประสิทธิภาพ 82.78/81.10 2) การทดลองครั้งที่ 2 การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 คน (สุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับฉลากโดยไม่ซ้ำกับนักเรียนจากการทดลองในครั้งที่ 1) เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ พบว่า มีประสิทธิภาพ 83.70/83.33 และ 3) การทดลองครั้งที่ 3 การทดลองแบบภาคสนาม (Field Testing) โดยให้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน (สุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับฉลากโดยไม่ซ้ำกับนักเรียนจากการทดลอง ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2) เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ พบว่า มีประสิทธิภาพ 84.52/83.76

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลความเที่ยงตรงภายใน (Internal Validation) นำข้อมูลจากแบบประเมินต้นแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความคิดเห็น กำหนดให้ค่าเฉลี่ยต้องมีค่าตั้งแต่ 4.00 ขึ้นไป จึงถือว่ามีความเหมาะสม 2) การวิเคราะห์ข้อมูลความเที่ยงตรงภายนอก (External Validation) 1) แบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยใช้วิธีการสังเกตและการสัมภาษณ์ และ 2) แบบกลุ่มเล็กและแบบภาคสนาม โดยนำข้อมูลของคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบกลุ่มเล็กและแบบภาคสนาม มาหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของรูปแบบฯ โดยนำคะแนนจากการทำภารกิจในแต่ละขั้นตอนรวมกัน มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเสร็จสิ้นการเรียนรู้อ มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) และ 3) สถิติที่ใช้เป็นสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) ความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) การหาความเชื่อมั่น (Reliability) และประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯเชิงรุก (E_1/E_2)

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ในระยะนี้ ผู้วิจัยดำเนินการ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน
ขั้นตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มี
ต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 1) ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัด เพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยา) จำนวน 125 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยา) จำนวน 31 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

2. แบบแผนการทดลอง ใช้การวิจัยก่อนการทดลอง (Pre-Experimental Design) ทดลองกับกลุ่มเดียว (One-Group Pretest-Posttest Design)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์ให้คะแนน ตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน และ 2) แบบประเมินความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ และแบบสอบถามความพึงพอใจ มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

4. วิธีดำเนินการวิจัย ดำเนินการตามกระบวนการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเอง ดังนี้ 1) แบบประเมินความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ใช้เก็บข้อมูลก่อนและหลังการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และ 2) แบบประเมินความพึงพอใจหลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ 1) นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนทั้งก่อนดำเนินกิจกรรมและหลังดำเนินกิจกรรมเสร็จสิ้น มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test (Dependent Group) และ 2) นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1. ประชากร ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัด เพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยา) สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 11 คน ที่สอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

2. เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 2) แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

3. วิธีดำเนินการวิจัย โดย 1) ปฐมนิเทศครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยา) จำนวน 11 คน เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) อบรมครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 3) ประเมินความคิดเห็นครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. สถิติที่ใช้ในการการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) ค่าระดับความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรของ Kuder – Richardson และ สถิติ t-test (Dependent Group)

ผลการวิจัย

ระยะที่ 1 ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีตามแนวการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาศภาพการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ตามแนวการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม)

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	S.D.	แปลความ
1. เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อแก้ปัญหาด้วยตัวเอง	3.18	0.45	ปานกลาง
2. ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่แก่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน	3.09	0.30	ปานกลาง
3. จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	4.63	0.50	มากที่สุด
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการโต้ตอบ การเขียน การอ่าน การวิเคราะห์ปัญหา การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ในกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ	3.36	0.50	ปานกลาง
5. มีการจัดสภาพแวดล้อม แหล่งเรียนในท้องถิ่น ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	3.00	0.44	ปานกลาง
6. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำทหายและให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย	3.27	0.46	ปานกลาง
7. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันอย่างอิสระ โดยครูเป็นผู้รับฟังและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์	2.91	0.30	ปานกลาง
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย	3.18	0.40	ปานกลาง
9. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย	3.18	0.40	ปานกลาง
10. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาผลงาน และนำเสนอผลงานในรูปแบบที่นักเรียนต้องการ	3.18	0.40	ปานกลาง
11. ใช้คำถามนำให้คิดโดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในมุมมองของตน ส่วนผู้สอนคอยสนับสนุนและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์	3.36	0.50	ปานกลาง
12. มีการบูรณาการการใช้เทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นในกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม	4.36	0.50	มาก
13. มีการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติ	4.09	0.54	มาก
สรุปภาพรวม	3.37	0.45	ปานกลาง

ระยะที่ 2 สร้างและหาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี

1. ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ

ตารางที่ 2 แสดงผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯ

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	S.D.	แปลความ
หลักการของรูปแบบ	4.30	0.50	มาก
1. แนวคิดที่ใช้ในรูปแบบสอดคล้องกับกระบวนการจัดการการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น	4.40	0.54	มาก
2. หลักการของรูปแบบเน้นจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4.20	0.45	มาก
กระบวนการของรูปแบบ	4.35	0.54	มาก
3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นมีความเหมาะสมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
4. เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรม เรื่อง พอลิเมอร์ มีความเหมาะสม	4.40	0.89	มาก
5. กระบวนการจัดการการเรียนรู้ มีความเหมาะสม	4.40	0.54	มาก
6. กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ แต่ละขั้นมีความเหมาะสม	4.00	0	มาก
7. บทบาทผู้เรียนเหมาะสมกับกระบวนการการเรียนรู้	4.40	0.54	มาก
8. บทบาทผู้สอนเหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	4.60	0.54	มากที่สุด
9. ปัจจัยสนับสนุนมีความเหมาะสม และส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4.20	0.83	มาก
10. ข้อมูลป้อนกลับ มีส่วนสนับสนุนในการแก้ไข ปรับปรุง กระบวนการต่าง ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	4.20	0.44	มาก
ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.35	0.54	มาก
11. การประเมินผลระหว่างการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.40	0.54	มาก
12. การประเมินความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนมีความเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.60	0.54	มากที่สุด
13. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ มีความเหมาะสม	4.40	0.54	มาก
14. การสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ มีความเหมาะสม	4.60	0.71	มากที่สุด
15. การเตรียมความพร้อมของผู้สอนมีความเหมาะสม	4.40	0.54	มาก
16. ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้น ควรมีความยืดหยุ่นในเรื่องของเวลา	4.40	0.54	มาก
17. สถาบันการศึกษาที่นำรูปแบบไปใช้ควรเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและระบบโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนการสอน	4.20	0.45	มาก
18. สถาบันการศึกษาที่นำรูปแบบไปใช้ ต้องทำการประชุมชี้แจงทั้งผู้สอน และผู้เรียนให้เห็นคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับจากรูปแบบฯ	4.40	0.54	มาก
สรุปภาพรวม	4.34	0.53	มาก

2. ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

ตารางที่ 3 แสดงค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี จากการใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 31 คน

N	ระหว่างเรียน			หลังเรียน			ค่าประสิทธิภาพ E ₁ /E ₂
	A	$\sum X$	E ₁	B	$\sum Y$	E ₂	
31	240	6,580	88.44	30	820	88.17	88.44/88.17

ตารางที่ 4 แสดงผลการหาดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี

จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนนสอบก่อนเรียน	ผลรวมคะแนนสอบหลังเรียน	E.I.
31	30	575	842	0.83

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาเคมี

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น

ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น

ความสามารถ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	จำนวนนักเรียน (N)	\bar{X}	S.D.	ผลต่างคะแนน (D)	t-test
ก่อนเรียน	31	26.84	1.85	5.52	15.77 *
หลังเรียน	31	32.35	1.02		

$$t_{(0.05, 30)} = 2.0395$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

ตารางที่ 6 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		\bar{X}	S.D.	แปลความ
	ด้านเนื้อหาการเรียนรู้	4.32	0.48	มาก
1	เนื้อหาในบทเรียนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.18	0.48	มาก
2	เนื้อหาน่าสนใจ และมีความทันสมัย	4.26	0.53	มาก
3	เนื้อหาชัดเจนและมีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	4.37	0.49	มาก
4	เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.22	0.42	มาก
5	เนื้อหาเข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน	4.59	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 6 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้
ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		\bar{X}	S.D.	แปลความ
ด้านการจัดการเรียนรู้		4.41	0.49	มาก
6	ผู้สอนมีการจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง	4.30	0.47	มาก
7	จัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหา	4.41	0.50	มาก
8	เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกทักษะการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันจนเกิดความรู้ความเข้าใจ	4.33	0.48	มาก
9	นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่สนใจ สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ แนวคิดใหม่ อย่างสร้างสรรค์ จนเกิดความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดีในการเรียนรู้	4.37	0.49	มาก
10	ผู้สอนใช้วิธีสอนที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน	4.63	0.49	มากที่สุด
ด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้		4.36	0.48	มาก
11	มีการประเมินผลในรูปแบบที่หลากหลาย	4.48	0.51	มาก
12	ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.37	0.49	มาก
13	นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียน	4.11	0.42	มาก
14	มีการประเมินผลตามสภาพจริงและสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด	4.38	0.51	มาก
15	จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสม	4.37	0.48	มาก
สรุปภาพรวม		4.37	0.48	มาก

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

ตารางที่ 7 แสดงผลการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่ง
เรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		\bar{X}	S.D.	แปลความ
ด้านหลักการของรูปแบบ		4.06	0.38	มาก
1	ช่วยให้ผู้สอนมองความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ และเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้แก่ นักเรียน	4.09	0.30	มาก
2	ผู้สอนมีแนวทางในการนำแนวคิดที่หลากหลายมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน	4.18	0.60	มาก
3	องค์ประกอบเชิงแนวคิดมีความชัดเจน และเหมาะสม	3.91	0.30	มาก
4	องค์ประกอบเชิงหลักการมีความชัดเจน และเหมาะสม	4.09	0.30	มาก
ด้านกระบวนการของรูปแบบ		4.25	0.59	มาก
5	องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น ช่วยให้ ผู้สอนสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกได้	4.36	0.67	มาก
6	กระบวนการของรูปแบบมีความชัดเจน และเหมาะสม	4.27	0.64	มาก
7	ช่วยให้ผู้สอนทราบบทบาทของนักเรียนและบทบาทของตนเองในการจัดกิจกรรม	4.27	0.46	มาก
8	กระบวนการเรียนการสอนช่วยให้ผู้สอนเตรียมการสอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้	4.09	0.53	มาก
9	ข้อมูลป้อนกลับ มีส่วนสนับสนุน ในการแก้ไข ปรับปรุง กระบวนการต่าง ๆ ของรูปแบบให้มีประสิทธิภาพ	4.27	0.64	มาก

ตารางที่ 7 แสดงผลการศึกษาคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		\bar{X}	S.D.	แปลความ
	ด้านผลจากการใช้รูปแบบ	4.31	0.58	มาก
10	ช่วยให้ผู้สอนมีความรู้และทักษะในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีสอนที่หลากหลาย	4.27	0.46	มาก
11	ช่วยพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ให้แก่นักเรียน	4.00	0.63	มาก
12	ช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ได้	4.64	0.64	มากที่สุด
13	ช่วยให้ผู้สอนเข้าใจและเห็นแนวทางในการประเมินความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4.36	0.64	มาก
14	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้	4.27	0.53	มาก
	ด้านการนำรูปแบบไปใช้	4.03	0.45	มาก
15	สถาบันการศึกษาต้องเตรียมความพร้อมทั้งเครื่องมือและระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้	4.09	0.30	มาก
16	การประชุมชี้แจงผู้สอนและนักเรียนเกี่ยวกับการใช้รูปแบบจะสนับสนุนให้ผู้สอนและนักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของรูปแบบการเรียนรู้	4.09	0.53	มาก
17	รายละเอียดด้านการนำรูปแบบไปใช้ มีความชัดเจน และเป็นแนวทางสนับสนุนให้ครูผู้สอนนำรูปแบบไปใช้	3.91	0.53	มาก
	สรุปภาพรวม	4.16	0.50	มาก

วิจารณ์ผล

1. สภาพการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้เป็นเพราะในกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัตินั้น ผู้สอนยังไม่ได้ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน เนื่องจากผู้สอนยังขาดองค์ความรู้ในเรื่องของการจัดเตรียมรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม อีกทั้งขาดอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายและไม่เพียงพอ ทำให้ไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน จึงทำให้บางครั้ง ไม่สามารถตอบสนองการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผลการจัดการเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี มีความเหมาะสมในระดับมาก ด้วยเป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้เชิงรุก การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน วิเคราะห์แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น และแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก อีกทั้งผู้วิจัยได้แก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทุกขั้นตอน จึงส่งผลให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐกร ดวงพระเกษ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ และลัดดาวัลย์ เกษมเนตร (2560) ศึกษาเรื่อง รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะนักศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและการศึกษาตามอัธยาศัย

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ พบว่า ความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก และความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนที่มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ และมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล ตามเกณฑ์ที่กำหนดด้วยขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันสนันท์ ชูรัตน์ (2564) ที่ได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส และเกริก ศักดิ์สุภาพ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการท้องถิ่น ซึ่งมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เชื่อมโยงบริบทชีวิตประจำวัน นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และในความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นทำให้ผู้สอนมองเห็นปัญหาของการจัดการเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงบริบท มาร่วมออกแบบการจัดการเรียนรู้ และมีแนวทางในแก้ไขปัญหาจากแนวคิดที่หลากหลายมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน รวมทั้งองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น ช่วยให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้เหมาะสมกับบทบาทของผู้สอนและบทบาทของนักเรียน ทำให้ผู้สอนและผู้เรียนเห็นคุณค่าของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการดังกล่าวส่งผลให้ความคิดเห็นของผู้สอนอยู่ในระดับมาก

สรุปผล

1. สภาพการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี มีความเหมาะสมในระดับมาก ซึ่งรูปแบบฯ มีชื่อว่า 2A-CPS MODEL โดยองค์ประกอบของรูปแบบฯ มีดังนี้ 1) หลักการของรูปแบบ 2) กระบวนการของรูปแบบ 3) ผลจากการใช้รูปแบบ และ 4) การนำรูปแบบไปใช้ ขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (A : Aim of learning) ขั้นที่ 2 ทบทวนความรู้เดิม (A : Activate Prior Knowledge) ขั้นที่ 3 ร่วมมือแก้ปัญหา (C : collaborate to solve problem) ประกอบด้วยการฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามกระบวนการ 3 ขั้น ได้แก่ (1) ค้นหาข้อเท็จจริง (fact finding) (2) ค้นหาแนวคิด (idea finding) (3) ค้นหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (solution finding) และขั้นที่ 4 นำเสนอสะท้อนคิด (P : presentation and reflection) ขั้นที่ 5 แบ่งปันสู่สาธารณะ (S : share to public) และรูปแบบฯ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.44/88.17 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.83

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ สามารถส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบูรณาการแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการ

เรียนรู้ฯ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ภาพรวม
อยู่ในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่ง จากท่านผู้บริหาร คณะครู โรงเรียนองค์การบริหาร
ส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ (วังชมภูวิทยาคม) ที่ได้ให้ความร่วมมือ ร่วมคิด ร่วมทำ พร้อมให้คำปรึกษา คำแนะนำ ร่วม
เรียนรู้ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ชี้แนะแนวทางทำวิจัย แหล่งข้อมูล และการเก็บข้อมูล รวมถึงแก้ไข
ปัญหาต่าง ๆ จนทำให้งานฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ 1)
รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะรัตน์ มุลศรี ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติและการเขียนรายงานการวิจัยทางการศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.เฉลิมพร ทองพูล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสาระและการเขียนรายงานการวิจัยทางการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 3) ดร. กุลธิดา นุกุลธรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้และการออกแบบกิจกรรม คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และ 4) ดร. จิรินทร์นิน คงจิ้น ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนวิทยาศาสตร์และ
การประเมินผลและการเขียนรายงานการ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 และ 5) นางมยุรี พักพุ่ม ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน
วิทยาศาสตร์และประเมินผล ครูเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลบ้านศรีมงคล เทศบาลเมืองหล่มสัก
จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ได้ตรวจสอบ แก้ไขและให้ข้อเสนอแนะ ในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจน
ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ได้สละเวลาในให้ความอนุเคราะห์ให้ข้อมูลที่มีค่า

ขอบพระคุณ ครูอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตั้งแต่ต้นจนถึงทุกวันนี้ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่
น้อง ให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือ ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ
บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนอย่างดีที่สุดเสมอมา จนถึงวันที่ผู้วิจัย
ประสบความสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ทั้งปวงอันพึงได้จากวิจัยเล่มนี้ ผู้วิจัยขอเทิดไว้เป็นเครื่องบูชาแด่ผู้มี
พระคุณทั้งหลายที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

เอกสารอ้างอิง

- เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิชาฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เพื่อ เสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4. วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา; 32(1) : 46 – 60.
<https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edubuu/issue/view/16828>
- ณัฐกร ดวงพระเกษ, ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, และลัดดาวัลย์ เกษมเนตร. (2560). รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะนักศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและการศึกษา
ตามอัธยาศัย. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์. 18(2): 209-224.
- วันสนันท์ ชูรัตน์. (2564). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหา
อย่าง สร้างสรรค์ร่วมกับอินโฟกราฟิกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส.
วิทยานิพนธ์หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (26 เมษายน 2561). องค์ความรู้ภาษาวัฒนธรรม. เดลินิวส์, 23.
- สถาพร พงษ์พิบูล. (2555) .คุณภาพผู้เรียน.....เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ (Quality of students derived

- from active learning).** วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา; 6(2): 1 – 12.
- Joyce, B., & Weil, M. (1996). **Models of teaching.** (5th ed.). London: Allyn and Bacon.
- Richey, R. C., & Klein, J. (2007). **Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues.** Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถ
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น โดยใช้การจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซ
ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
Action Research for Development of Problem Solving Ability and
Mathematical Communication Ability on Fundametal Principles of
Counting by Using An Organizing Mathematics Learning Activities
Emphasizing on Modeling and Strategy Based on Approach of
Maynes and Julien-Schultz with Higher Order Questions
for Mathayomsuksa 4 Students

หฤทัย เทพปัน^{1*}

Harutai tepphun^{1*}

¹โรงเรียนชาณุวิทยา 341 ม.1 ต.แสนตอ อ.ขามเฒ่าลักษ์บุรี จ.กำแพงเพชร 62130

¹ Khanuwittaya School, 341, Village No.1, Saentor Sub-district, Khanuworalaksaburi District,
Kamphaeng Phet Province, 62130

*Corresponding author E-mail: harutai065@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลัง
ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซร่วมกับการใช้
คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เปรียบเทียบความสามารถในการ
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนส
และจูเลียน-ชูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและ
กลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนชาณุวิทยา
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 41 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)
รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) การ
ปฏิบัติตามแผน (Action) การสังเกตผล (Observe) และการสะท้อนผล (Reflect) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยาย เครื่องมือที่
ใช้ในการวิจัยจำแนกได้ 3 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ คือ แผนการจัดการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ
ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึก

หลังสอน แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ผลการศึกษา พบว่า

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การวิจัยปฏิบัติการ, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซ, คำถามระดับสูง, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare the mathematical problem solving ability being taught by using an organizing mathematics learning activities emphasizing on modeling and strategy based on approach of Maynes and Julien-Schultz with higher order questions and the criteria of 70% of Mathayomsuksa 4 students, 2) to compare the mathematical communication ability being taught by using an organizing mathematics learning activities emphasizing on modeling and strategy based on approach of Maynes and Julien-Schultz with higher order questions and the criteria of 70% of Mathayomsuksa 4 students, 3) to compare mathematics learning achievement being taught by using an organizing mathematics learning activities emphasizing on modeling and strategy based on approach of Maynes and Julien-Schultz with higher order questions and the criteria of 70% of Mathayomsuksa 4 students, and 4) to compare mathematics learning achievement before and after using an organizing mathematics learning activities emphasizing on modeling and strategy based on approach of Maynes and Julien-Schultz with higher order questions of Mathayomsuksa 4 students. The target group of this research was 41 Mathayomsuksa 4 students who studied at Khanuwittaya School in the second semester of the academic year 2022. They were selected by using the cluster random sampling technique. The research format is action research. Which consists of 4 steps : Plan, Action, Observe and

Reflect. The data were statistically analyzed using percentage, mean, standard deviation, T-test and descriptive data analysis. Research instruments were divided into 3 types, including 1) experiment instruments : mathematics lesson plans created by using an organizing mathematics learning activities emphasizing on modeling and strategy based on approach of Maynes and Julien-Schultz with higher order questions in “fundamental principles of counting” for Mathayomsuksa 4 students, 2) reflection instruments : observation form for learning management behavior of researcher, observation form for learning behavior of students, record form for result of using lesson plan, interview form for students’ opinion in learning management and end-of-spiral quizzes, 3) evaluation instruments for efficiency of learning management model : test form for measuring problem solving ability and mathematical communication ability and test form for measuring learning achievement in “fundamental principles of counting”.

The results of the study revealed that:

1) Mathayomsuksa 4 students have the mathematical problem solving ability after being taught with organizing mathematics learning activities emphasizing on modeling and strategy based on approach of Maynes and Julien-Schultz with higher order questions were higher than the criterion of 70 %, at a statistically significant level of .05.

2) Mathayomsuksa 4 students have the mathematical communication ability after being taught with organizing mathematics learning activities emphasizing on modeling and strategy based on approach of Maynes and Julien-Schultz with higher order questions were higher than the criterion of 70 %, at a statistically significant level of .05.

3) Mathayomsuksa 4 students have mathematics learning achievement after being taught with organizing mathematics learning activities emphasizing on modeling and strategy based on approach of Maynes and Julien-Schultz with higher order questions were higher than the criterion of 70 %, at a statistically significant level of .05.

4) Mathayomsuksa 4 students have mathematics learning achievement after learning was higher than before learning taught with organizing mathematics learning activities emphasizing on modeling and strategy based on approach of Maynes and Julien-Schultz with higher order questions, at a statistically significant level of .05.

Keywords : Action Research, Organizing Mathematics Learning Activities Emphasizing on Modeling and Strategy Based on Approach of Maynes and Julien-Schultz, Higher Order Questions, Mathematical Problem Solving Ability, Mathematical Communication Ability

บทนำ

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้

เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 3) การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะชีวิตที่ดีและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะทักษะทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องและจำเป็นสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ในแต่ละวัน (อัมพร ม้าคอง, 2553: 11) อีกทั้งทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่คนทั่วไปคิดว่า เป็นวิชาที่ยากและว่าด้วยสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือจับต้องไม่ได้ แต่กลับมีประโยชน์มากมายต่อการใช้ชีวิตและการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งกล่าวได้ว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงและนำมาซึ่งความรู้ที่ยั่งยืนนั่นเอง

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ผึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน จะช่วยให้เด็กนักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้ตลอดชีวิต สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้กล่าวว่า “การแก้ปัญหาต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” (สสวท., 2555: 6) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ จึงรวมถึงความสามารถเกี่ยวกับการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอไว้ด้วย (อัมพร ม้าคอง, 2553: 56) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นอีกทักษะหนึ่งที่กระทรวงศึกษาธิการได้ให้ความสำคัญมาก เนื่องจากการสื่อสารเป็นหนึ่งในกุญแจสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ (มนธิรา ชื่นชมพุทธ, 2563: 99)

จากประสบการณ์ในการสอนร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนชาลุมวิทยาจำนวน 3 ห้องเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาเรื่องการเรียนในเนื้อหาสาระที่มีความซับซ้อน ขาดทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เห็นได้ชัดจากการทำข้อสอบแสดงวิธีทำ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 71.83 ทำข้อสอบไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินโดยปัญหาที่พบ ได้แก่ นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ขาดการนำเสนออย่างเป็นลำดับขั้นตอนหรือแสดงลำดับขั้นตอนการคิดไม่สอดคล้องกัน ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ขาดการสรุปคำตอบในขั้นสุดท้าย หรือไม่เขียนตอบเลย ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ดังนั้นครูควรเร่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไปพร้อมกัน โดยเฉพาะการเขียนสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพราะแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อหาที่มีปัญหาในการจัดการเรียนการสอนมากที่สุดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ หลักการนับเบื้องต้น ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญมากเนื้อหาหนึ่ง เพราะนักเรียนต้องใช้ในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นอีกทั้งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้โดยตรง ประกอบกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560-2564 ซึ่งให้เห็นว่าสาระการเรียนรู้ที่โรงเรียนชาลุมวิทยาควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าระดับประเทศ ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การวัด พีชคณิต จำนวนและการดำเนินการ และบูรณาการ ดังนั้นการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน

ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมถือเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ชูลต์ซ ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Nancy Maynes และ Lynn Julien-Schultz ซึ่งมีแนวคิดมาจากการสอนเนื้อหาที่มีความซับซ้อนหรือทักษะที่มีความยากให้แก่เด็กนักเรียน โดยกิจกรรมนี้นักเรียนจะถูกสร้างแรงจูงใจให้เกิดความอยากเรียนรู้ สร้างความรู้ใหม่จาก

แบบอย่างโดยการสังเกต สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้และสรุปองค์ความรู้ จัดโครงสร้างความรู้ใหม่จากการฝึกนำความรู้ใหม่ไปใช้งานในบริบทที่คล้ายคลึงกับแบบอย่าง จากนั้นฝึกนำความรู้ใหม่ไปประยุกต์ด้วยตนเองจนเกิดเป็นทักษะภายใต้คำแนะนำ ความช่วยเหลือและการสนับสนุนของครูตามความต้องการของนักเรียน โดยครูค่อย ๆ ลดบทบาทในการสนับสนุนลงจนนักเรียนสามารถทำได้ เป็นการส่งผ่านองค์ความรู้จากครูไปยังนักเรียนด้วยการเลื่อนความรับผิดชอบอย่างค่อยเป็นค่อยไป นอกจากนี้เทคนิคหนึ่งที่สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าวได้เป็นอย่างดี คือ การใช้คำถามระดับสูง เนื่องจากเป็นคำถามที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนใช้การคิดระดับสูง การคิดที่ลุ่มลึก การคิดวิเคราะห์ เพื่อสนับสนุนให้เกิดการอภิปรายจนสามารถนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ในที่สุด จากรูปแบบกิจกรรมดังกล่าวข้างต้น พบว่านอกจากจะมีความเหมาะสมกับการสอนเนื้อหาที่มีความซับซ้อนหรือเนื้อหาที่นักเรียนเกิดความสับสนได้ง่ายแล้ว ยังเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนทั่วไป ที่นักเรียนส่วนใหญ่ประกอบด้วยกลุ่มอ่อนและปานกลาง ซึ่งมีความต้องการเวลาในการเรียนรู้หรือการแนะนำจากครูมากกว่านักเรียนกลุ่มเก่งหรือต้องการกิจกรรมการเรียนรู้แบบค่อยเป็นค่อยไป มีการเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาโดยไม่กระชับเวลามากเกินไป และสำหรับนักเรียนกลุ่มเก่งนั้นครูสามารถเพิ่มเติมโจทย์ที่ท้าทายเพื่อสร้างแรงจูงใจและพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้สูงยิ่งขึ้น ทั้งนี้รูปแบบกิจกรรมดังกล่าวยังสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ สังเกตได้จากการที่นักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ นับเป็นการฝึกทักษะการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ควบคู่กับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการแสดงความเข้าใจในบทเรียน โดยเฉพาะการเขียนแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหา

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ มีความประสงค์เป็นส่วนหนึ่งในการแก้ไขปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เกิดจากนักเรียนขาดทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 120 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนชาณุวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากำแพงเพชร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 41 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนชาณุวิทยา โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (PAOR) ตามลำดับ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

1) ศึกษาสภาพปัญหาจากการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวบรวมข้อมูลจากผลการเรียนของนักเรียน และจากประสบการณ์ของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย เพื่อวิเคราะห์ให้ได้ว่ารายละเอียดและตรงกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียนมากที่สุด

2) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางที่จะนำมาแก้ปัญหาในห้องเรียน

3) เลือกรูปแบบหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

4) สร้างเครื่องมือวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ คือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซ์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกหลังสอน แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติตามแผน (Action) ก่อนเข้าสู่ขั้นปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากนั้นดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยปฏิบัติการ คือ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติตามแผน (Action) การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน (Observe) และการสะท้อนผล (Reflect) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซ์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับกลุ่มตัวอย่างในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องหลักการนับเบื้องต้น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 12 แผน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยจะดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) และต่อเนื่องเป็น 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 1 เรื่องหลักการบวกและหลักการคูณ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4

วงจรที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 2 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นและการเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-10

วงจรที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 3 เรื่องการจัดหมู่และทฤษฎีบททวินาม ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11-12

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกตผล (Observe) เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนครบทุกวงจร ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แล้วบันทึกผลการทดสอบไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซ์ ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง โดยพิจารณาจากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่ออภิปรายปัญหาต่าง ๆ ที่ควรปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งระหว่างการดำเนินการปฏิบัติการวิจัยและหลังสิ้นสุดการปฏิบัติการวิจัย ซึ่งข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกตและการทดสอบโดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้สถิติพื้นฐาน คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซ์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการบันทึกแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกหลังสอน แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยนำข้อมูลเหล่านี้มาปรึกษาและร่วมกันวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาหาทางแก้ไขปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจร

ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจร ตั้งแต่วงจรที่ 1-3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 41 คน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรทั้ง 3 วงจร

วงจรปฏิบัติการ	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3
คะแนนเฉลี่ย	5.83	7.00	7.29
ร้อยละ	58.29	70.00	72.93

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนจากการทดสอบย่อยท้ายวงจรนักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้นและผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ตั้งแต่วงจรที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อปรับรูปแบบกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนและบริบทในการเรียนรู้ ตามข้อค้นพบในแต่ละวงจร ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้นและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ ประกอบกับนักเรียนสามารถปรับตัวเข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้และเพื่อน ๆ ในกลุ่มได้ ทำให้เกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ข้อ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	<i>n</i>	μ เกณฑ์	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	41	16.80	17.76	3.18	1.93

$$t_{(.05,40)} = 1.684$$

จากตารางที่ 2 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 17.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.98 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผลการทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ข้อ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	<i>n</i>	μ เกณฑ์	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	41	12.60	13.93	2.03	4.19

$$t_{(.05,40)} = 1.684$$

จากตารางที่ 3 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 13.93 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.37 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	<i>n</i>	μ เกณฑ์	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	41	14.00	14.56	1.91	1.88

$$t_{(.05,40)} = 1.684$$

จากตารางที่ 4 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 14.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.80 และเมื่อเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	<i>n</i>	X รวม	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ก่อนเรียน	41	20	10.00	2.91	-14.88
หลังเรียน	41	20	14.56	1.91	

$$t_{(.05,40)} = -1.684$$

จากตารางที่ 5 พบว่าการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 10.00 คะแนน และ 14.56 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียนพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจารณ์ผล

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเฉลี่ยร้อยละ 73.98 ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการสังเกต คิดวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติ แล้วนำความรู้ที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ 4 ขั้นตอน ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นการฝึกการ

แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบโดยเริ่มจากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่า เรามีข้อมูลอะไรอยู่บ้างและโจทย์ถามอะไร จากนั้นต้องวางแผนในการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่วิเคราะห์ในเบื้องต้นร่วมกับความรู้และประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหา มาใช้ในการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้น โดยนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาระหว่างเพื่อน ๆ ทั้งภายในกลุ่มเดียวกันและเพื่อนกลุ่มอื่นด้วย และมีการฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเองจากการทำแบบฝึกทักษะเป็นการบ้าน ทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิชาพร เจริญวานิชกูร (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร์ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพบว่าการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้นักเรียนจะได้รับความรู้และมีความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจนก่อนที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ดังนั้นจึงสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ผ่านขั้นตอนการแก้ปัญหาดังนี้ การวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ประกอบกับการได้ฝึกแก้ปัญหาจากโจทย์ที่แปลกใหม่และจากการที่นักเรียนได้สะท้อนความสามารถของตนในขั้นสุดท้ายของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ช่วยเป็นแนวทางให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 77.37 ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในสองทักษะคือ การแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะเป็นทักษะที่มักจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันในการเรียนรู้ ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น นักเรียนจะได้เผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ และลงมือแก้ไขปัญหานั้น ซึ่งต้องอาศัยการสื่อสารที่ดีในการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหารวมถึงกระบวนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และที่สำคัญคือการแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาดัง 4 ขั้นตอน โดยเฉพาะการทำแบบฝึกทักษะนักเรียนต้องเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจด้วย จึงนับเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมทักษะด้านการสื่อสารได้เป็นอย่างดี ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เยาวภา วรรณ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวทอสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหามาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนร่วมกับการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลของตนผ่านการอภิปรายกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารให้สูงขึ้นและยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไตรภพ คงเสน (2559) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโพร์พอยท์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งพบว่า กุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร คือ

กิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ผ่านการพูด การฟัง การอ่าน การเขียนและการแสดงแนวคิดเพื่อทำให้เกิดความชัดเจนของแนวคิดทั้งของตนเองและเพื่อน ๆ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 72.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนและมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้ โดยเริ่มจากการการสร้างแรงจูงใจและให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาใหม่ผ่านกลวิธีในการนำเสนอการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ใกล้ตัว สถานการณ์ในชีวิตจริง สถานการณ์ที่คนส่วนใหญ่ให้ความสนใจ หรือกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จากนั้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการสังเกตแบบอย่าง สรุป และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีการใช้กระบวนการกลุ่มและคำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสังเคราะห์ความรู้ร่วมกัน ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนหรือสูตรต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น เพราะความรู้หรือสูตรที่ได้นั้นไม่ได้เกิดจากการบอกของครู แต่เกิดจากการร่วมกันค้นหา อภิปรายและสรุปเป็นความรู้ร่วมกัน ซึ่งเมื่อนักเรียนเข้าใจก็จะจดจำความรู้นั้นได้นานและสามารถนำความรู้ไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ แพรททิพย์ พุดเพราะ (2561) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติ ลงมือทำด้วยตนเอง มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น อีกทั้งกิจกรรมดังกล่าวช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และจากประสบการณ์การสอน พบว่าทักษะดังกล่าวคือปัจจัยที่สำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ กล่าวคือเมื่อนักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาและการสื่อสารที่ดี จะส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ชี้ให้เห็นว่าจากการพัฒนาการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะแปรผันตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ อาทิเช่น งานวิจัยของกิตติมา ปัทมาวิไล (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ และมีทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และวิศวัฒน์ ลีมงคล (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดแบบคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกระบวนการสอนการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 0.5 เช่นเดียวกัน

สรุปผล

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซ์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซ์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้เชี่ยวชาญดังนี้ 1) ดร.รัชนิกร ชลไชยะ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2) รศ.ดร.ยุภาดี ปณระราช ตำแหน่ง อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร (ปัจจุบันย้ายมาปฏิบัติหน้าที่ ที่คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี) 3) รศ.ดร.ชัยวัฒน์ นามนาค ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 4) ผศ.ดร.เอกชัย หลายศิริกุล ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และ 5) นายวิสุทธิ คงกัลป์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนควนเนียงวิทยา จังหวัดสงขลา ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ในการจัดทำเครื่องมือในการวิจัย และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีตลอดมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนชาณูวิทยา คณะครูโรงเรียนชาณูวิทยา ที่ได้ให้คำแนะนำ เป็นที่ปรึกษาและเป็นกำลังใจ ขอขอบใจนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการทำวิจัยเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครูและผู้ที่สนใจ ผู้วิจัยขอมอบความดีทั้งหมดนี้ เป็นเครื่องบูชาผู้มีพระคุณ ผู้ให้ความรู้และเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

กิตติมา ปัทมาวิไล. 2559. การพัฒนารูปแบบการสอนที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพฯ.

ณิชพร เจริญวานิชกูร. 2560. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซ์ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ไทรภพ คงเสน. 2559. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโพร์พ้อยท์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

- แพรทิพย์ พุดเพราะ. 2561. ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- มนธิรา ชื่นชมพุทธ. 2563. การพัฒนากิจกรรมคณิตศาสตร์ตามแนวคิดเกมิฟิเคชันเพื่อเสริมสร้างทักษะการสื่อสารและแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีที่ 4 ฉบับที่ 2: 98-110.
- เยาวภา วรจรุช. 2558. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวทกอสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- วิศวัฒน์ ลิ่มมงคล. 2563. การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดแบบคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับกระบวนการสอนการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารบัณฑิตศึกษา ปีที่ 17 ฉบับที่ 77: 137.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. 3-คिव มีเดีย, กรุงเทพฯ.
- หทัยรัตน์ นาราษฎร์. 2561. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอน STAD. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- อัมพร ม้าคนอง. 2553. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- Maynes, N., & Julien-Schultz, L. 2012. Complex instructional knowledge made accessible for teacher candidates through the alignment of concepts in visual format. Teaching and Learning. 7: 21-36.

การจำแนกนักศึกษาตามแบบคัดกรองครูที่ปรึกษาโดยใช้ เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด

Student Classification Based on Advisor Screening using K-Nearest Neighbors Technique

ภาณุเมศ ชูมณฑุ^{1*} และกริช สมกันธา¹

Phanumet Choompun^{1*}, and Krit Somkantha¹

¹สาขาวิทยาการข้อมูลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000

¹Department of Data science and information technology UdonThani Rajabhat University

Mueng District, Udonthaini, 41000

*Corresponding author E-mail: panumess@gmail.com

บทคัดย่อ

วิจัยนี้มุ่งหวังที่จะพัฒนาวิธีการจำแนกนักศึกษาออกเป็น 3 ประเภทประกอบด้วยกลุ่มไวใจ กลุ่มห่วงใย กลุ่มใกล้ชิด และมีคุณลักษณะทั้งหมด 16 คุณลักษณะได้แก่ ประวัติการเข้าเรียนสายของนักเรียน ผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียน ผลการเรียนที่ไม่ผ่านของนักเรียน ทักษะการอ่าน ทักษะการเขียน โรคประจำตัวของนักเรียน การมองเห็น การได้ยิน สภาวะทางอารมณ์ รายได้ ที่อยู่อาศัย สถานะสมรสของพ่อ-แม่ การเกี่ยวข้องกับการพนัน ความรุนแรงในครอบครัว เกี่ยวข้องกับยาเสพติด พฤติกรรมการเข้าสังคม โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อช่วยในการวางแผนการเรียน ของนักเรียน นักศึกษาและครูที่ปรึกษา วิจัยนี้ยังมีเป้าหมายในหาประสิทธิภาพของเทคนิคเหมืองข้อมูลวิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) โดยมีการปรับค่า k ที่เหมาะสม และเลือกใช้เทคนิคการ Normalization ด้วย Z-tranform ช่วยทำให้ข้อมูลมีความสมดุลและเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานมากขึ้น และใช้เทคนิค K-fold Cross Validation เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเขียนรู้ข้อมูลของโมเดล จากผลการทดลองพบว่าการใช้เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด กำหนดค่า K = 5 ไปพัฒนาเว็บ แอปพลิเคชันเพื่อจำแนกนักเรียน นักศึกษา เพราะมีความแม่นยำสูงผลทำนาย Positive และ Negative ได้ดีเท่ากับ K = 3 แต่มีค่า precision ที่สูงกว่าจะสามารถลดการทำนาย ค่า positive ที่ผิดได้ดีกว่าซึ่งแสดงถึงความเหมาะสมของวิธีการนี้ในการจำแนกนักเรียน นักศึกษาตามแบบคัดกรองของครูที่ปรึกษาใน ผลการวิจัยนี้จะช่วยให้ให้นักศึกษาและครูที่ปรึกษาสามารถวางแผนการเรียนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมได้ และใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อการจำแนกนักศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : เพื่อนบ้านใกล้เคียง

Abstract

This research aims to develop a classification method for students into three categories: the trusting group, the concerned group, and the close-knit group, based on a total of 16 characteristics. These characteristics include attendance history, average academic performance, academic failures, reading skills, writing skills, medical conditions, vision, hearing, emotional state, income, residential address, parental marital status, involvement in gambling, family violence, substance abuse, and socialization behavior. Data mining techniques are employed to analyze the information, assisting in academic planning for students, scholars, and advising teachers.

The research also seeks to evaluate the effectiveness of the K-Nearest Neighbors algorithm by optimizing the appropriate value of k and applying Z-transform normalization for balanced and suitable data utilization. K-fold Cross Validation is utilized to enhance the model's learning efficiency. Experimental results indicate that employing the nearest neighbor technique with $K = 5$ yields accurate predictions for both positive and negative outcomes comparable to $K = 3$. However, a higher precision value is achieved, reducing false positive predictions. This demonstrates the suitability of this method for student classification according to the advisor's screening criteria. Furthermore, the research extends its findings to develop a web application for classifying students and scholars, showing high accuracy in predicting positive and negative outcomes with $K = 5$. The higher precision value indicates improved prediction of false positive outcomes, highlighting the appropriateness of this method for student classification based on advisor screening. This research contributes to efficient and suitable academic planning for students and scholars, emphasizing the importance of using appropriate data mining techniques for more effective student classification.

Keywords : K-Nearest Neighbors

บทนำ

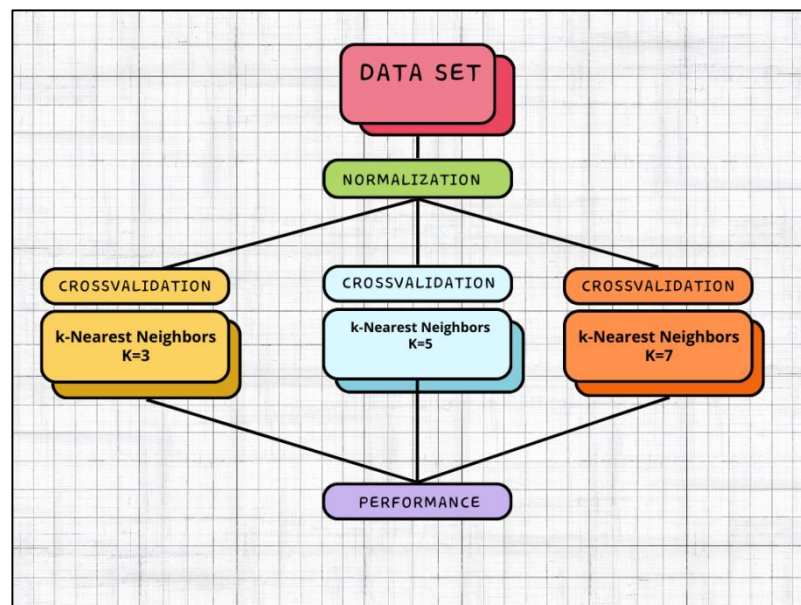
ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีบทบาทในการบริหารงานมากขึ้น การบริหารจัดการข้อมูลที่ดี มีความถูกต้อง มีความทันสมัย มีความรวดเร็ว ส่งผลให้การตัดสินใจในการบริหารงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่2) พ.ศ.2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 9 ได้กล่าวถึงการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 65 ให้มีการพัฒนาบุคลากร ทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยี เพื่อการศึกษาเพื่อให้มีความรู้ความสามารถและทักษะ ในการผลิตรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ ดังนั้นกระทรวงศึกษาธิการ จึงได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการกระบวนการบริหารจัดการ และการให้บริการด้านการศึกษา ซึ่งเทคนิคการเหมืองข้อมูล (Data Mining) (สุรพงศ์ เอื้อวัฒนามงคล, 2557) ,(โอม ศรีนิล, 2556) มีการใช้งานอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เพื่อสกัดความรู้และความเข้าใจในชุดข้อมูลที่มีอยู่ หรือจากแหล่งข้อมูลที่สร้างขึ้นใหม่ การนำเครื่องมือและเทคนิคเหมืองข้อมูลมาใช้ในการศึกษามีประโยชน์หลายด้าน

ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่าการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining) (สายชล สิ้นสมบูรณ์ทอง,2549) โดยเทคนิคเหมืองข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) (Dasarasthy, 1991) ,(Shakhnarovich et al., 2005) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมในการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (supervised learning) ที่ใช้ในงานการจำแนก และการทำนาย โดยอาศัยการพิจารณาเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียง คือจะเปรียบเสมือนการขยายกรอบหรือขอบเขตข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหาจุดใกล้เคียงที่ได้เท่ากับจำนวน K ใช้ค่าความคล้ายคลึงระหว่างข้อมูลตัวอย่างในชุดข้อมูลเพื่อทำการทำนายคลาสหรือค่าเป้าหมายของตัวอย่างใหม่ ที่มาถึงและและผู้วิจัยก็ใช้เทคนิค *K-fold Cross Validation* (Kohavi, 1995) ,(Devijver and Kittler, 1982) คือเครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจว่าควรแบ่งข้อมูลส่วนไหนไปเป็น *Training Data* ด้วยวิธีการหลากหลายต่างๆเป็น หนึ่งในเทคนิคการทำ *Resampling* ซึ่งข้อมูลก็นำมาใช้ก็ผ่านกระบวนการ *Normalization* ด้วย *Z-transform* ช่วยให้ออกมามีอยู่ในช่วงค่าใกล้เคียงกัน โดยจะทำให้ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 ทำให้ข้อมูลมี

ความสมดุลและเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานมากขึ้น ในการจำแนกคุณลักษณะนักเรียน นักศึกษา ครั้งนี้ มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเป็นเทคนิคที่สามารถนำมาใช้ในการอธิบาย และทำนายพฤติกรรม เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียน นักศึกษา โดยจะให้ข้อสรุปผลการวิจัยที่มีการ ค้นหารูปแบบ แนวทาง และความสัมพันธ์แท้จริงที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ของข้อมูลและสามารถนำมาใช้ในการจำแนกคุณลักษณะของกลุ่มนักศึกษาได้ เพื่อใช้พยากรณ์หรือทำนายแนวโน้ม นักเรียน นักศึกษา วิทยาลัย อาชีวศึกษาอุดรธานี ว่าจัดอยู่ในคุณลักษณะและในกลุ่มประเภทใดบ้าง ทั้งนี้เพื่อให้ครูที่ปรึกษาให้คำปรึกษา นักเรียน นักศึกษาได้ตรงจุด ครูที่ปรึกษาเฝ้าดูและป้องกันและแก้ไขปัญหาของผู้เรียน ส่งเสริมและพัฒนา ลดปัญหาการออกกลางคัน การวางแผนการเรียน ส่งเสริมให้นักเรียน นักศึกษาสำเร็จการศึกษา อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เรื่องการจำแนกกลุ่มนักศึกษาตามแบบคัดกรองครูที่ปรึกษาโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล เพื่อคัดกรองนักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรธานีตามลักษณะ ด้านการเรียน ด้านสุขภาพ ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ ด้านการคุ้มครองผู้เรียน ด้านสารเสพติด ซึ่งมีชุดข้อมูล 838 รายการ 16 คุณลักษณะ โดยที่ข้อมูลคุณลักษณะทั้ง 16 คุณลักษณะมีดังนี้ ประวัติการเข้าเรียนสายของนักเรียน ผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียน ผลการเรียนที่ไม่ผ่านของนักเรียน ทักษะการอ่าน ทักษะการเขียน โรคประจำตัวของนักเรียน การมองเห็น การได้ยิน สภาวะทางอารมณ์ รายได้ ที่อยู่อาศัย สถานะสมรสของพ่อแม่ การเกี่ยวข้องกับภรรยา ความรุนแรง ในครอบครัว ยาเสพติด พฤติกรรมการเข้าสังคม เทคนิควิธีการ Normalization ด้วยเทคนิค Z-transform , เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) และ เทคนิควิธี k-fold Cross Validation



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เริ่มจากนำข้อมูลDataset ซึ่งมีชุดข้อมูล 838 รายการ 16 คุณลักษณะ โดยที่ข้อมูลคุณลักษณะทั้ง 16 คุณลักษณะมีดังนี้ ประวัติการเข้าเรียนสายของนักเรียน ผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียน ผลการเรียนที่ไม่ผ่านของนักเรียน ทักษะการอ่าน ทักษะการเขียน โรคประจำตัวของนักเรียน การมองเห็น การได้ยิน สภาวะทาง

อารมณ์ รายได้ ที่อยู่อาศัย สถานะสมรสของพ่อ-แม่ การเกี่ยวข้องกับการพนัน ความรุนแรงในครอบครัว ยาเสพติด พฤติกรรมการเข้าสังคม ทำการ Normalization ด้วยเทคนิค Z-transform ซึ่งจะช่วยให้ข้อมูลอยู่ในช่วงค่าใกล้เคียงกัน โดยจะทำให้ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 ทำให้ข้อมูลมีความสมดุลและเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานมากขึ้นลดผลกระทบจากอิทธิพลของ outliers ในข้อมูล ที่อาจส่งผลต่อการฝึกโมเดลจากนั้น โดยผู้วิจัยใช้เครื่องมือ editor visual studio code และ library pandas scipy scikit-learn และ numpy ด้วยภาษา Python และเขียนโค้ดเพื่อทำการ Normalization ข้อมูลด้วย Z-transform

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
	late	grade	vot_passing	reading	writng	congenital	visual	hearing	mood	income	commodatistatus_f_m	gambling	violence	drug	socializing	class		
1	0	2	0	2	2	0	2	1	1	0	1	0	1	0	1	trust		
2	2	0	1	1	1	0	2	1	1	0	1	1	1	0	0	care		
3	2	2	0	1	2	0	1	2	1	1	1	0	1	0	1	care		
4	0	2	0	1	2	1	1	1	2	2	0	0	1	0	1	close u		
5	0	0	0	1	2	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	trust	
6	1	0	1	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	1	trust	
7	0	2	1	1	2	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	care	
8	2	2	0	1	1	1	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	close u	
9	2	2	1	1	0	0	1	1	2	2	0	0	0	1	0	0	close u	
10	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	trust	
11	1	0	0	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	trust	
12	1	2	0	1	2	1	2	1	0	1	1	1	0	0	0	1	care	
13	1	2	1	2	1	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	1	care	
14	0	2	0	2	0	0	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	close u	
15	2	2	1	0	1	0	1	2	1	1	1	0	0	0	1	1	close u	
16	1	1	0	2	1	1	2	2	0	0	1	1	1	0	0	1	trust	
17	1	0	0	1	2	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	1	trust	
18	0	2	0	1	1	1	2	2	1	2	1	0	1	0	0	0	care	
19	0	2	0	2	2	1	2	2	1	0	1	0	0	1	0	1	care	
20	0	2	0	2	1	2	2	2	0	1	1	0	1	0	0	0	care	
21	0	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	1	0	0	0	1	trust	
22	0	2	0	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	care	
23	0	0	0	0	2	0	2	1	1	2	1	0	0	1	1	0	close u	
24	0	0	0	2	2	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	trust	
25	1	0	0	2	1	1	2	2	1	2	1	1	0	0	0	1	trust	
26	0	1	0	2	2	0	2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	trust	
27	1	0	0	2	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	trust
28	2	2	0	2	1	1	1	2	1	0	1	0	0	1	0	1	close u	
29	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	trust	
30	1	2	0	1	2	2	1	2	1	1	1	0	1	0	1	1	care	
31	0	2	0	1	2	2	1	2	1	1	1	0	1	0	1	1	care	

ภาพที่ 2 data set ก่อนที่จะมีการทำ Normalization

Normalization ด้วยเทคนิค Z-transform (Rastegarnia et al. , 2018), (Zurada and Starzyk , 2004) , (Kalla and Jain, 2016) จะช่วยให้ข้อมูลช่วยให้ข้อมูลอยู่ในช่วงค่าใกล้เคียงกัน โดยจะทำให้ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 ทำให้ข้อมูลมีความสมดุลและเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานมากขึ้นลดผลกระทบจากอิทธิพลของ outliers ในข้อมูล ที่อาจส่งผลต่อการฝึกโมเดลจากนั้น ช่วยให้ ค่าของคุณลักษณะต่างๆของข้อมูลมีอิทธิพลต่อโมเดลอย่างเท่าเทียมกัน ไม่ว่าจะมียุคค่าต่างกันมากน้อยแค่ไหนโดยมีสมการดังนี้

$$Z = (x - \bar{x}) / \sigma \quad (1)$$

x = ค่าของข้อมูลแต่ละตัว

\bar{x} = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

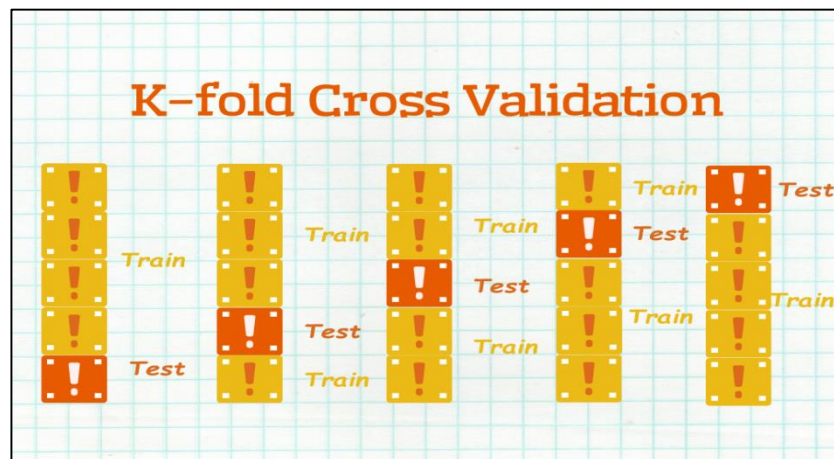
σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมด

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	-1.28E+00	9.14E-01	-6.57E-01	9.43E-01	1.02E+00	-9.77E-01	8.70E-01	-1.11E+00	5.52E-01	-9.36E-01	7.06E-01	-6.43E-01	1.79E+00	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
2	1.20E+00	-1.44E+00	1.07E+00	-5.80E-01	-5.23E-01	-9.77E-01	8.70E-01	-1.11E+00	5.52E-01	-9.36E-01	7.06E-01	1.56E+00	1.79E+00	1.35E+00	-3.07E-01	-1.23E+00
3	1.20E+00	9.14E-01	-6.57E-01	-5.80E-01	1.02E+00	-9.77E-01	-6.98E-01	9.02E-01	5.52E-01	3.58E-01	7.06E-01	-6.43E-01	1.79E+00	1.35E+00	-3.07E-01	8.12E-01
4	-1.28E+00	9.14E-01	-6.57E-01	-5.80E-01	1.02E+00	5.01E-01	-6.98E-01	-1.11E+00	2.08E+00	1.65E+00	-1.42E+00	-6.43E-01	-5.58E-01	1.35E+00	-3.07E-01	8.12E-01
5	-1.28E+00	-1.44E+00	-6.57E-01	-5.80E-01	1.02E+00	-9.77E-01	8.70E-01	9.02E-01	5.52E-01	-9.36E-01	-1.42E+00	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
6	-3.85E-02	-1.44E+00	-6.57E-01	-5.80E-01	-5.23E-01	-9.77E-01	-6.98E-01	9.02E-01	5.52E-01	-9.36E-01	7.06E-01	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
7	-1.28E+00	9.14E-01	1.07E+00	-5.80E-01	1.02E+00	-9.77E-01	8.70E-01	-1.11E+00	-9.80E-01	3.58E-01	-1.42E+00	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
8	1.20E+00	9.14E-01	-6.57E-01	-5.80E-01	-5.23E-01	5.01E-01	8.70E-01	-1.11E+00	-9.80E-01	-9.36E-01	7.06E-01	-6.43E-01	-5.58E-01	1.35E+00	-3.07E-01	-1.23E+00
9	1.20E+00	9.14E-01	1.07E+00	-5.80E-01	-2.06E+00	-9.77E-01	-6.98E-01	-1.11E+00	2.08E+00	1.65E+00	-1.42E+00	-6.43E-01	-5.58E-01	1.35E+00	-3.07E-01	-1.23E+00
10	-3.85E-02	-1.44E+00	-6.57E-01	-5.80E-01	-5.23E-01	-9.77E-01	-6.98E-01	-1.11E+00	5.52E-01	3.58E-01	-1.42E+00	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
11	-3.85E-02	-1.44E+00	-6.57E-01	9.43E-01	-5.23E-01	5.01E-01	8.70E-01	-1.11E+00	-9.80E-01	3.58E-01	-1.42E+00	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
12	-3.85E-02	9.14E-01	-6.57E-01	-5.80E-01	1.02E+00	5.01E-01	8.70E-01	-1.11E+00	-9.80E-01	3.58E-01	7.06E-01	1.56E+00	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
13	-3.85E-02	9.14E-01	1.07E+00	9.43E-01	-5.23E-01	-9.77E-01	8.70E-01	9.02E-01	-9.80E-01	1.65E+00	-1.42E+00	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
14	-1.28E+00	9.14E-01	-6.57E-01	9.43E-01	-2.06E+00	-9.77E-01	8.70E-01	-1.11E+00	2.08E+00	3.58E-01	7.06E-01	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	-1.23E+00
15	1.20E+00	9.14E-01	1.07E+00	-2.10E+00	-5.23E-01	-9.77E-01	-6.98E-01	9.02E-01	5.52E-01	3.58E-01	7.06E-01	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
16	-3.85E-02	-2.63E-01	-6.57E-01	9.43E-01	-5.23E-01	5.01E-01	8.70E-01	9.02E-01	-9.80E-01	-9.36E-01	7.06E-01	1.56E+00	1.79E+00	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
17	-3.85E-02	-1.44E+00	-6.57E-01	-5.80E-01	1.02E+00	5.01E-01	-6.98E-01	-9.80E-01	9.02E-01	-9.36E-01	-1.42E+00	1.56E+00	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
18	-1.28E+00	9.14E-01	-6.57E-01	-5.80E-01	-5.23E-01	5.01E-01	8.70E-01	9.02E-01	5.52E-01	1.65E+00	7.06E-01	-6.43E-01	1.79E+00	-7.43E-01	-3.07E-01	-1.23E+00
19	-1.28E+00	9.14E-01	-6.57E-01	9.43E-01	1.02E+00	5.01E-01	8.70E-01	9.02E-01	5.52E-01	-9.36E-01	7.06E-01	-6.43E-01	-5.58E-01	1.35E+00	-3.07E-01	8.12E-01
20	-1.28E+00	9.14E-01	-6.57E-01	9.43E-01	-5.23E-01	1.98E+00	8.70E-01	9.02E-01	-9.80E-01	3.58E-01	7.06E-01	-6.43E-01	1.79E+00	-7.43E-01	-3.07E-01	-1.23E+00
21	-1.28E+00	-1.44E+00	-6.57E-01	-5.80E-01	-5.23E-01	-9.77E-01	-6.98E-01	9.02E-01	5.52E-01	3.58E-01	-1.42E+00	1.56E+00	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
22	-1.28E+00	9.14E-01	-6.57E-01	9.43E-01	-5.23E-01	5.01E-01	-6.98E-01	9.02E-01	5.52E-01	3.58E-01	7.06E-01	1.56E+00	1.79E+00	1.35E+00	-3.07E-01	8.12E-01
23	-1.28E+00	-1.44E+00	-6.57E-01	-2.10E+00	1.02E+00	-9.77E-01	8.70E-01	-1.11E+00	5.52E-01	1.65E+00	7.06E-01	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	-1.23E+00
24	-1.28E+00	-1.44E+00	-6.57E-01	9.43E-01	1.02E+00	5.01E-01	8.70E-01	-1.11E+00	-9.80E-01	3.58E-01	-1.42E+00	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	-1.23E+00
25	-3.85E-02	-1.44E+00	-6.57E-01	9.43E-01	-5.23E-01	5.01E-01	8.70E-01	9.02E-01	5.52E-01	1.65E+00	7.06E-01	1.56E+00	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
26	-1.28E+00	-2.63E-01	-6.57E-01	9.43E-01	1.02E+00	-9.77E-01	8.70E-01	-1.11E+00	5.52E-01	3.58E-01	7.06E-01	1.56E+00	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01
27	-3.85E-02	-1.44E+00	-6.57E-01	9.43E-01	-5.23E-01	5.01E-01	8.70E-01	-1.11E+00	5.52E-01	1.65E+00	-1.42E+00	-6.43E-01	-5.58E-01	-7.43E-01	-3.07E-01	-1.23E+00
28	1.20E+00	9.14E-01	-6.57E-01	9.43E-01	-5.23E-01	5.01E-01	-6.98E-01	9.02E-01	5.52E-01	-9.36E-01	7.06E-01	-6.43E-01	-5.58E-01	1.35E+00	-3.07E-01	8.12E-01
29	-3.85E-02	-2.63E-01	-6.57E-01	-5.80E-01	-5.23E-01	5.01E-01	-6.98E-01	-1.11E+00	5.52E-01	3.58E-01	7.06E-01	-6.43E-01	-5.58E-01	1.35E+00	-3.07E-01	-1.23E+00
30	-1.28E+00	9.14E-01	-6.57E-01	-5.80E-01	1.02E+00	1.98E+00	-6.98E-01	9.02E-01	5.52E-01	3.58E-01	7.06E-01	-6.43E-01	1.79E+00	-7.43E-01	-3.07E-01	8.12E-01

ภาพที่ 3 ผลลัพธ์ data set หลังทำการ Normalization ด้วย Z-transform

เทคนิค *K-fold Cross Validation* (Kohavi, 1995) คือเครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจว่าควรแบ่งข้อมูลส่วนไหนไปเป็น *Training Data* / *Test Data* ด้วยวิธีการหลากหลายต่างๆ เป็นหนึ่งในเทคนิคการทำ *Resampling* วิธีการของ *k-fold cross validation* คือการแบ่งข้อมูลเป็น *k* ส่วนเท่าๆกันเพื่อสร้างและทดสอบโมเดล (*Train + Validation*) คำนวณค่าเฉลี่ย ความถูกต้อง หรือ ค่าผิดพลาด ก่อนที่จะนำโมเดลไปใช้ทำนายข้อมูล โดยการ สุ่มชุดข้อมูลออกเป็นส่วนๆ เรียกว่า *fold* การสุ่มชุดข้อมูลทำให้ข้อมูลในแต่ละ *fold* มีการกระจายตัวใกล้เคียงกัน ช่วยลด ความไม่ลงตัวของข้อมูลเวลาที่สร้างและทดสอบโมเดล จำนวน *k* ที่นิยมใช้กันในทางปฏิบัติมีสองค่าคือ *k=5* หรือ *k=10*



ภาพที่ 4 การแบ่งข้อมูล Train Data และ Test data ของ K-fold Cross Validation

เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด (*K-Nearest Neighbors*) (Hastie et al., 2009) จะมีการกำหนดค่า *K* ที่เป็นจำนวนเพื่อบอกว่าต้องมีข้อมูลตัวอย่างกี่ตัวที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ต้องการทำนาย จากนั้นคำนวณระยะทาง ในกรณีที่ใช้งานเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด (*K-Nearest Neighbors*) ในการจัดจำแนก หรือ คำนวณค่าเป้าหมาย ที่มีตัวแปรต่อเนื่อง (*continuous variables*) ต้องคำนวณระยะทางระหว่างตัวอย่างที่ต้องการทำนายกับตัวอย่างในชุดข้อมูล โดยใช้วิธีการวัดระยะทาง เช่น ระยะยูคลิดีเนียน (*Euclidean distance*) ค้นหา *K*

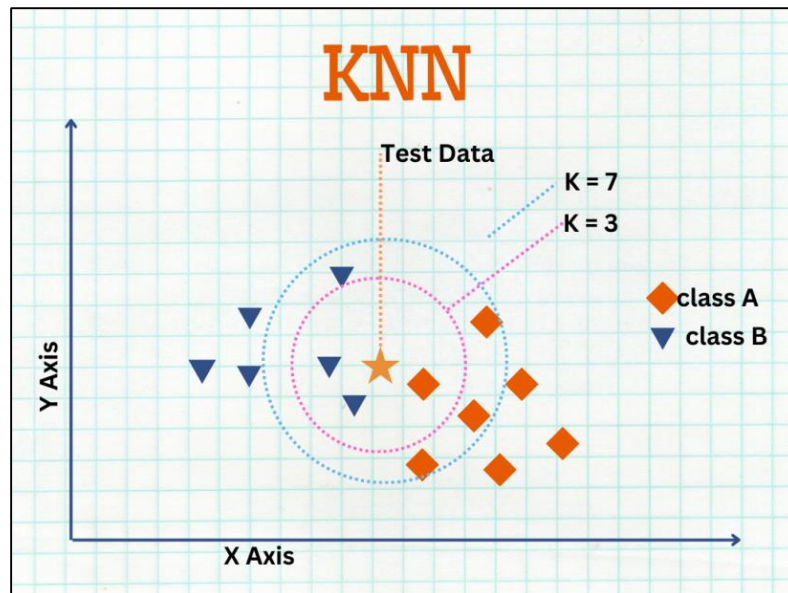
ตัวอย่างที่ใกล้เคียงต่อไป จะเลือกตัวอย่าง K ตัวที่มีระยะทางน้อยที่สุดกับตัวอย่างที่ต้องการทำนาย โดยการคำนวณระยะทาง และเรียงลำดับตามค่าระยะทางจากน้อยไปหามาก

$$d(A, B) = \sqrt{((x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2)} \quad (2)$$

โดยที่: $d(A, B)$ เป็นระยะทางยูคลิดีเนียนระหว่างจุด A และจุด B ส่วน

(x_1, y_1) คือค่า x และ y ของจุด A, (x_2, y_2) คือค่า x และ y ของจุด B

สมการนี้เป็นวิธีการคำนวณระยะทางระหว่างจุด A และจุด B ในระนาบสองมิติโดยใช้ทฤษฎีพีทาโกรัส (Pythagorean Theorem) เพื่อหาความยาวของด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยวัดระยะทางแบบตรงเส้นจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง



ภาพที่ 5 K-Nearest Neighbors

การคำนวณด้วย K-Nearest Neighbors จำเป็นจะต้องอาศัยข้อมูลที่มีจำแนกประเภทไว้ก่อนแล้ว ทำให้ทราบประเภทข้อมูลของสิ่งของที่ยังไม่เคยจำแนกมาก่อนได้ดังภาพที่ 5

ยกตัวอย่างการคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างจุดจากสมการที่ (2) โดยนำข้อมูลจากชุดข้อมูลมา 2 ชุด ข้อมูล 1 ชุดข้อมูลแทนด้วย x ซึ่งเป็น test data อีก 1 ชุดข้อมูลแทนด้วย y ซึ่งเป็น train data โดยมี 16 คุณลักษณะ

$$x = [0, 2, 0, 2, 2, 0, 2, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1]$$

$$y = [1, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 2, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1]$$

แทนค่าลงสมการที่ (2):

$$d(x,y) = \sqrt{(0 - 1)^2 + (2 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (2 - 1)^2 + (2 - 1)^2 + (0 - 0)^2 + (2 - 1)^2 + (1 - 2)^2 + (1 - 0)^2 + (0 - 1)^2 + (1 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (1 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (1 - 1)^2}$$

$$d(x,y) = 1 + 4 + 0 + 1 + 1 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0 + 1 + 0 + 0 + 0$$

$$d(x,y) = \sqrt{5}$$

$$d(x,y) = 2.236$$

จากการคำนวณนี้จะได้ค่าระยะห่างจากข้อมูลชุดที่ 1(test data) กับชุดที่ 2(train data) จากนั้นก็เอาข้อมูลชุดที่ 1(test data) ไปคำนวณหาค่าระยะห่างกับข้อมูล train data ชุดอื่นๆจนครบ แล้วทำการเลือกข้อมูลชุดที่มีค่าใกล้ที่สุดมาจำนวน k ตัว ถ้ากำหนด k = 3 ก็เอาค่าที่น้อยสุดมา 3 ค่า แล้วพิจารณาว่าทั้ง 3 ชุดข้อมูลที่เลือกมานั้นมี class เป็นอะไรมากที่สุด ก็จะพิจารณาว่า test data ชุดนี้มีค่าตรงกับ class ใกล้เคียงที่มีมากที่สุด

โดยกระบวนการวิจัยผู้วิจัยได้ทำการทดลองเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K=3 ทำการวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง ร่วมกับเทคนิควิธี *k-fold cross validation* เพื่อที่จะหาค่าประสิทธิภาพของตัวแบบจำแนกโดยที่มีการกำหนดค่า random_state = 42 เพื่อให้การทำซ้ำในการสุ่มข้อมูลและการสร้างโมเดลมีความสมดุล และทำให้ได้ผลลัพธ์ที่คงที่ในแต่ละครั้งของการรันโค้ด

ทำซ้ำกระบวนการเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K=5 ทำการวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง ร่วมกับเทคนิควิธี *k-fold cross validation* กำหนดค่า fold = 10 เพื่อที่จะหาค่าประสิทธิภาพของตัวแบบจำแนกโดยที่มีการกำหนดค่า random_state = 42 เพื่อให้การทำซ้ำในการสุ่มข้อมูลและการสร้างโมเดลมีความสมดุล และทำให้ได้ผลลัพธ์ที่คงที่ในแต่ละครั้งของการรันโค้ด

ทำซ้ำกระบวนการเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K=7 ทำการวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง ร่วมกับเทคนิควิธี *k-fold cross validation* กำหนดค่า fold = 10 เพื่อที่จะหาค่าประสิทธิภาพของตัวแบบจำแนกโดยที่มีการกำหนดค่า random_state = 42 เพื่อให้การทำซ้ำในการสุ่มข้อมูลและการสร้างโมเดลมีความสมดุลและทำให้ได้ผลลัพธ์ที่คงที่ในแต่ละครั้งของการรันโค้ด

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ถึงค่าความถูกต้องของโมเดลในการคัดกรองนักศึกษาด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูลด้วยวิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) มีข้อมูลทั้งหมด 838 ชุดข้อมูลประกอบไปด้วยคุณลักษณะจำนวน 16 คุณลักษณะ ผู้วิจัยนำข้อมูลทำการทดลองโดยมีการกำหนดค่า k=3 , k=5 และ k=7 แสดงค่าความถูกต้องของการวินิจฉัยและการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลดังนี้

ผลการวัดประสิทธิภาพโมเดลเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนด K = 3 มีค่า TP = 329, TN = 402, FP = 24, FN =83 ได้ค่า Accuracy = 85.32, Precision = 83.96, Recall =87.89, F1-Score = 85.88

ตารางที่ 1 ผลการวัดประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด (K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า

K = 3

	true 1	true 2	true 3	class precision
pred. 1	329	1	23	93.20%
pred. 2	46	171	15	73.71%
pred. 3	37	1	215	84.98%
class recall	79.85%	98.84%	84.98%	

ผลการวัดประสิทธิภาพโมเดลเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K = 5 มีค่า TP = 323, TN = 412, FP = 30, FN =73 ได้ค่า Accuracy = 85.32, Precision = 84.16, Recall =87.56, F1-Score = 85.83

ตารางที่ 2 ผลการวัดประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K = 5

	true 1	true 2	true 3	class precision
pred. 1	323	2	28	91.50%
pred. 2	43	169	20	72.84%
pred. 3	30	0	223	88.14%
class recall	81.57%	98.83%	82.29%	

ผลการวัดประสิทธิภาพโมเดลเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K = 7 มีค่า TP = 320, TN = 413, FP = 33, FN =72 ได้ค่า Accuracy = 85.08, Precision = 84.05, Recall =87.24, F1-Score = 85.62

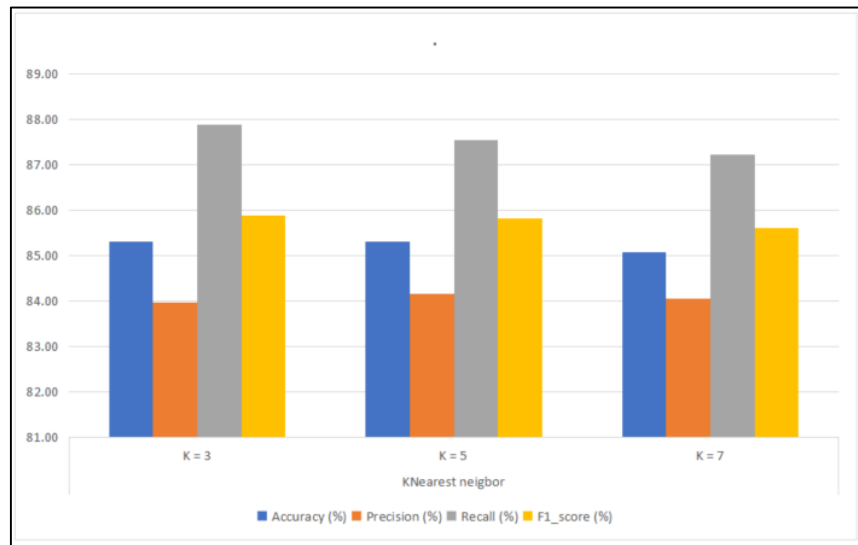
ตารางที่ 3 ผลการวัดประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K = 7

	true 1	true 2	true 3	class precision
pred. 1	320	2	31	90.65%
pred. 2	40	172	20	74.14%
pred. 3	32	0	221	87.35%
class recall	81.63%	98.85%	81.25%	

วิจารณ์ผล

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของโมเดล

Model	Paramiters	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1_score (%)
KNearest neighbor	K = 3	85.32	83.96	87.89	85.88
	K = 5	85.32	84.16	87.56	85.83
	K = 7	85.08	84.05	87.24	85.62



ภาพที่ 11 กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของโมเดล

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าการทดลอง วิธีโมเดลเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K = 3 มีค่า TP = 329, TN = 402, FP = 24, FN = 83 ได้ค่า Accuracy = 85.32, Precision = 83.96, Recall = 87.89, F1-Score = 85.88 วิธีโมเดลเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K = 5 มีค่า TP = 323, TN = 412, FP = 30, FN = 73 ได้ค่า Accuracy = 85.32, Precision = 84.16, Recall = 87.56, F1-Score = 85.83 วิธีโมเดลเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่า K = 7 มีค่า TP = 320, TN = 413, FP = 33, FN = 72 ได้ค่า Accuracy = 85.08, Precision = 84.05, Recall = 87.24, F1-Score = 85.62

สรุปผล

ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าโมเดลเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่าพารามิเตอร์ k ทั้งสามรูปแบบให้ค่า Accuracy ที่สูงไม่ต่างกันมาก ซึ่งอาจแสดงถึงความสามารถในการทำนายของโมเดลที่มีประสิทธิภาพที่คล้ายคลึงกัน การใช้ K=5 และ K=7 ให้ค่า Precision ที่สูงกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ K=3 ซึ่งหมายความว่าโมเดลที่มี K มากขึ้นมีความแม่นยำในการทำนายในแต่ละคลาสมากขึ้น Recall ที่ใกล้เคียงกันทั้งสาม หมายถึงโมเดลสามารถจับข้อมูลที่ เป็น positive ได้ดีเหมือนกันในทั้ง 3 รูปแบบ F1-Score ของทั้งสามมีค่าที่สูงและใกล้เคียงกัน แสดงถึงความสมดุลระหว่าง Precision และ Recall ในการประเมินประสิทธิภาพทั้งหมดของโมเดล

ผลลัพธ์ที่ได้ผู้วิจัยสามารถนำผลของโมเดลเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด(K-Nearest Neighbors) กำหนดค่าพารามิเตอร์ K = 5 ไปพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจำแนกนักเรียน นักศึกษา เพราะมีความแม่นยำสูงทั้งที่ทำนาย Positive และ Negative ได้ดีเท่ากับ K = 3 แต่มีค่า precision ที่สูงกว่าจะสามารถลดการทำนายค่า positive ที่ผิดได้ดีกว่า เพื่อช่วยตรวจหานักเรียนหรือนักศึกษาที่อาจมีปัญหาเช่นปัญหาการเรียนรู้อหรือพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม และเตรียมการแสดงรายงานหรือแจ้งเตือนให้ผู้ปกครองหรือทีมที่เกี่ยวข้องสามารถรับทราบและดำเนินการตามได้ ช่วยในการสนับสนุนนักเรียนและนักศึกษาที่มีความจำเป็น เตรียมการให้คำแนะนำและรายงานเพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหา ช่วยในการอำนวยความสะดวกในการติดตามผลการเรียนและ

การคัดกรองนักเรียนหรือนักศึกษาโดยสามารถทำได้ทุกเมื่อและทุกที่ทุกเวลา เพื่อให้เกิดประโยชน์กับกลุ่มนักเรียน นักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษามากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- สายชล สิ้นสมบูรณ์ทอง. (2549). การทำเหมืองข้อมูล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุรพงศ์ เอื้อวัฒนามงคล. (2557). การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บางกอกบล็อก, น. 240.
- โอม ศรีนิล. (2556). การออกแบบและพัฒนาคลังข้อมูล. กรุงเทพฯ: บางกอกบล็อก, น. 356.
- Dasarasthy, B. V. (1991). Nearest neighbor pattern classification techniques. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.
- Devijver, P. A., & Kittler, J. (1982). Pattern recognition: A statistical approach. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction (2nd ed.). New York, NY: Springer.
- Kalla, M., & Jain, A. (2016). A novel approach of feature scaling with z-score for improved performance in text classification. 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom). doi:10.1109/indiacom.2016.7608608
- Kohavi, R. (1995). A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. In Proceedings of the 14th international joint conference on artificial intelligence (Vol. 2, pp. 1137–1143).
- Rastegarnia, S., Assadi, A. H., & Ghazanfari, M. (2018). Z-transform for feature scaling in machine learning. 2018 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC). doi:10.1109/icmlc.2018.00151
- Shakhnarovich, G., Darrell, T., & Indyk, P. (Eds.). (2005). Nearest-neighbor methods in learning and vision: Theory and practice. Cambridge, MA: MIT Press.
- Zurada, J. M., & Starzyk, J. A. (2004). Statistical feature selection using z-transform. IEEE Transactions on Neural Networks, 15(5), 1306-1312. doi:10.1109/TNN.2004.832896

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด เพื่อพัฒนาความสามารถใน
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์และ
การนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
Active Learning Management with Cognitively Guided Instruction (CGI)
to Developing Mathematical Connection Ability and Mathematics
Learning Achievement in Analysis and Presentation of Quantitative
Data for Mathayomsuksa 6 Students

อนุเทพ เทพปิ่น^{1*}
Anutep tepphun^{1*}

¹ โรงเรียนชาณุวิทยา 341 ม.1 ต.แสนตอ อ.ขามเฒ่า จ.กำแพงเพชร 62130

¹ Khanuwittaya School, 341, Village No.1, Saentor Sub-district, Khanuworaklaksaburi District,
Kamphaeng Phet Province, 62130

*Corresponding author E-mail: ant@kanu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด 4) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 5) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนชาณุวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยปฏิบัติการ ในชั้นเรียน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติตามแผน การสังเกตผล และการสะท้อนผล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงบรรยาย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจำแนกได้ 3 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ กิจกรรมการเรียนรู้

ผลการศึกษาพบว่า

- 1) การจัดการเรียนรู้แนวทางนี้มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ ครูควรใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงที่ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์มีความเหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนสำหรับเป็นตัวอย่างและแบบฝึกหัดและใช้คำถาม ที่นำไปสู่การอภิปราย และนักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
- 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 4) นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 5) นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้เชิงรุก, การสอนแนะให้รู้คิด, ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this study were as follows: 1) To investigate the impact of incorporating active learning management with Cognitively Guided Instruction (CGI) on the development of mathematical connection abilities and mathematics learning achievements among students. 2) To compare the mathematics learning achievements of students following the implementation of active learning management with CGI against a criterion of 70 percent proficiency. 3) To compare the mathematics performance of students before and after implementing active learning management with CGI. 4) To compare the mathematical connection ability of students after the implementation of active learning management with CGI, using a proficiency criterion of 70 percent. 5) To compare the mathematical linking abilities of 6th-grade students before and after collaborative learning and teaching with thinking skills guidance. The research targeted 40 students enrolled at Khanuwittaya School during the second semester of the academic year 2023. The sample group was selected using the cluster random sampling. The research adopted an action research format, comprising four phases: Plan, Action, Observe, and Reflect. Data analysis included statistical methods such as percentage, mean, standard deviation, T-test, and descriptive data analysis. The research instruments were categorized into three types: 1) Experimental instruments. 2) Reflection instruments. 3) Evaluation instruments for the efficiency of the learning management model.

The study found that:

- 1) The results revealed that the learning management approach needed to focus as follows. Teachers should use real-life situations where the data for analysis are appropriate to the learner's learning ability for examples and exercises and should use questions to discussion. And students use group processes to exchange knowledge.
- 2) The mathematics learning achievement of students after implementing active learning management with CGI was statistically higher than the 70 percent criterion at a significance level of 0.05.

3) The mathematics learning achievement of students after implementing active learning management with CGI was statistically higher than before implementation, reaching a significance level of 0.05.

4) The mathematical connection ability of students after implementing active learning management with CGI was statistically higher than the 70 percent criterion, reaching a significance level of 0.05.

5) The mathematical connection ability of students after implementing active learning management with CGI was statistically higher than before implementation, with significance at the 0.05 level.

Keywords: Active Learning Management, Cognitively Guided Instruction (CGI), Mathematical Connection Ability, Mathematics Learning Achievement.

บทนำ

การจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องมีการพัฒนาด้านความรู้ร่วมกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือว่าเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น เพื่อช่วยให้เข้าใจแก่นทศน์ทางคณิตศาสตร์และเห็นความต่อเนื่องความสัมพันธ์ คุณค่าและประโยชน์ของคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคอง, 2559) สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในบริบทต่าง ๆ ในชีวิตจริง ที่เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์กับโลกในชีวิตจริง ที่เรียกว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) แต่ผลการประเมินนักเรียนโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ปี 2018 (PISA 2018) ที่ข้อสอบจะเป็นเรื่องราวที่มีเนื้อหาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง กลับพบว่านักเรียนไทยนั้นอยู่ในระดับต่ำและต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD ทำให้เห็นได้ว่านับตั้งแต่การประเมินตลอดระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา ความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ได้มีการพัฒนาขึ้น (สสวท., 2564)

และเมื่อพิจารณาในบริบทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนชาณูวิทยา ก็พบว่า ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนชาณูวิทยา เมื่อพิจารณาแยกตามสาระในปีการศึกษา 2564 พบว่า คะแนนเฉลี่ยในแต่ละสาระ มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม สอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2564 ที่มีผลการเรียนเฉลี่ยเพียง 2.30 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ในสาระสถิติและความน่าจะเป็น มีผลการเรียนเฉลี่ยเพียง 2.37 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกัน ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่า ควรพัฒนาความรู้ของนักเรียน ในสาระสถิติและความน่าจะเป็นเป็นอันดับแรก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบและการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชาณูวิทยา ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562–2564 ที่ผู้วิจัยสอน พบว่า คะแนนสอบของนักเรียน เรื่อง การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด สังเกตได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดคำนวณและการทำโจทย์ปัญหาในหนังสือเรียน แต่ยังขาดการนำความรู้ไปเชื่อมโยงสู่การวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกใช้ค่าสถิติและการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมและยังไม่สามารถบอกถึงการนำความรู้ไปใช้ในการใช้จริง รู้สึกเบื่อหน่ายและขาด ความกระตือรือร้นในการเรียน ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าหากสามารถพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูล

เชิงปริมาณ ย่อมทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้ เล็งเห็นถึงประโยชน์จากการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาผลการประเมินนักเรียนในทุกระดับ สะท้อนให้เห็นว่า ความรู้คณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ นั้นเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการเรียนรู้ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรส่งเสริมและพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะนอกจากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องชัดเจนแล้ว นักเรียนยังต้องตระหนักเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ สามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและตัดสินใจ นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งถือว่าเป็นทักษะที่จำเป็นทักษะหนึ่งสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (ขนาดเชื้อสุวรรณทวี, 2561) อีกทั้งยังทำให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎสูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนอีกต่อไป (อัมพร ม้าคนอง, 2559) ดังนั้นผู้วิจัยเชื่อว่า หากมีการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ควบคู่กัน ในเนื้อหาเรื่อง การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายและเห็นคุณค่าของการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตจริง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (เจตยุทธ วงศ์ใหญ่, 2559) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ณัฐกานต์ เส, 2563) กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (สุนีย์ คำควร, 2559; กุลวดี อำภาวษ์, 2560) และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (ธนวรรณ นัยเนตร, 2560; ศิริพร เอมสวัสดิ์, 2563) โดยรูปแบบวิธีการสอนและเทคนิคต่าง ๆ สามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่รูปแบบการสอนบางรูปแบบ อาจจะไม่เหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2566 โรงเรียนชาณวิทยา เช่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นเนื่องจากต้องใช้เวลาเป็นอย่างมากในการสอนแต่ละครั้งอาจจะทำให้นักเรียนเบื่อ และขาดแรงจูงใจในการสืบค้นเนื้อหา การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ปัญหาด้วยตนเอง แต่นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้พื้นฐานยังไม่ดีพอและมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาจริงไม่สูงนักจึงไม่เหมาะที่จะนำรูปแบบการสอนนี้มาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นต้น

และเมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนชอบที่ได้ลงมือปฏิบัติและมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเหมาะกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฟัง พูด อ่าน เขียน และแสดงความคิดเห็นขณะลงมือทำกิจกรรม โดยที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูง คือ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และประเมินค่า ในสิ่งที่นักเรียนได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2563) อีกทั้งยังเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ทางปัญญา เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหา เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้นหรืออำนวยความสะดวก ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการคิดขั้นสูง ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมาย และนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกจึงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะสามารถพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพและเกิดประสิทธิผลอย่างสูงสุด (สถาพร พงษ์พิบูล, 2558)

แต่เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่อาจยังไม่คุ้นชินที่มีการปรับเปลี่ยนการเรียนรู้จากรู้แบบบรรยายไปเป็นการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก อาจทำให้นักเรียนมีความกังวลในการตอบคำถามหรือมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

ในห้องเรียน ผู้สอนจึงนำรูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด ที่เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้ใช้การสังเกต การตั้งคำถาม ชี้แนะ คอยส่งเสริม สนับสนุนและเอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีโอกาสนำเสนอความคิดเห็นของตนเองและร่วมกันอภิปราย ก่อให้เกิด การเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนให้สัมพันธ์และสอดคล้องกับกระบวนการที่จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนนำไปสู่ การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตัวเอง (เวชฤทธิ์ อังกระษัทรขจร, 2555) มาใช้ร่วมกับการจัดการ เรียนรู้เชิงรุก จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ โดย การเรียนรู้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด ผู้วิจัยคาดหวังว่าการวิจัยครั้งนี้จะเป็น แนวทางในการในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้และ ผู้เรียนต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค33101 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนชาณุวิทยา อำเภอชาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 7 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 283 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนชาณุวิทยา อำเภอชาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 บทที่ 3 เรื่อง การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ ด้วยตารางความถี่และแผนภาพ ค่ากลางของข้อมูล การวัดการกระจายของข้อมูลและการค่าวัดตำแหน่งที่ของ ข้อมูล

3. ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลา 15 คาบ คาบละ 50 นาที

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยนำหลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart มาใช้ในการพัฒนา ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

1) ศึกษาสภาพปัญหาจากการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวบรวมข้อมูลจากผลการเรียนของนักเรียน และจากประสบการณ์ของผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย เพื่อวิเคราะห์ให้ได้รายละเอียดและตรงกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียนมากที่สุด

2) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางที่จะนำมาแก้ปัญหาในห้องเรียน

3) วางแผนและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด จำนวน 13 แผนการจัดการเรียนรู้ 2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ 3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4) เตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ PowerPoint ประกอบการสอน ใบความรู้ แบบฝึกทักษะ ไอแพด และอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยในการเล่นเกมนับคำถาม เป็นต้น

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติตามแผน (Action) ก่อนเข้าสู่ขั้นปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากนั้นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 13 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกตการณ์ (Observe) เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนครบทุกวงจร ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แล้วบันทึกผลการทดสอบไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัย ผู้ช่วยผู้วิจัย และนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด โดยพิจารณาจากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายปัญหาต่าง ๆ ที่ควรปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามคำถามของการวิจัย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคำถามวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คำถามวิจัย	เครื่องมือ
1. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร	แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
	แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย

ตารางที่ 1 แสดงคำถามวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (ต่อ)

	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
	แบบบันทึกหลังสอน
	แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้
	แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร
2. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอน แนะให้รู้คิดจะสามารถทำให้ความสามารถใน การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการวิเคราะห์และ การนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณเพิ่มขึ้นหรือไม่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์

การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2566 ซึ่งใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 13 คาบ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงโม่งปกติของโรงเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 13 คาบ
3. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเรียนรู้ร่วมกันผ่านกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง รวมถึงการตอบคำถามเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน และในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นครูผู้รับผิดชอบสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ จะสังเกตและจดบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกหลังสอน สัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และเมื่อสอนครบในแต่ละวงจร นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร แล้วนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดมาทำการสะท้อนผลร่วมกับผู้ช่วยวิจัย เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไป
5. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 13 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน ตามคำถามวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกหลังสอน แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยนำข้อมูลเหล่านี้มาปรึกษาและร่วมกันวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ตอนที่ 2 การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดจะสามารถทำให้ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณเพิ่มขึ้นหรือไม่ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ใช้สถิติพื้นฐาน คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจร

ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1-3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 40 คน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรทั้ง 3 วงจร

วงจรปฏิบัติการ	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3
คะแนนเฉลี่ย	8.03	7.83	7.13
ร้อยละ	80.25	78.25	71.25

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนจากการทดสอบย่อยท้ายวงจรของนักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทุกวงจร ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมความเข้าใจในบทเรียนของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	<i>n</i>	μ เกณฑ์	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	40	14.00	14.85	2.24	2.40

$$t_{(.05,39)} = 1.685$$

จากตารางที่ 3 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 14.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.25 และเมื่อเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์	<i>n</i>	<i>X</i> รวม	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ก่อนเรียน	40	20	7.70	2.32	-18.58
หลังเรียน	40	20	14.85	2.24	

$$t_{(.05,39)} = -1.685$$

จากตารางที่ 4 พบว่าการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.70 คะแนน และ 14.85 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผลการทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ข้อ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	<i>n</i>	μ เกณฑ์	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	40	14.70	15.90	4.49	1.69

$$t_{(.05,39)} = 1.685$$

จากตารางที่ 5 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 15.90 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.71 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์	<i>n</i>	<i>X</i> รวม	\bar{X}	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ก่อนเรียน	40	21	2.15	1.96	-21.96
หลังเรียน	40	21	15.90	4.49	

$$t_{(.05,39)} = -1.685$$

จากตารางที่ 6 พบว่าการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.15 คะแนน และ 15.90 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจารณ์ผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นของการจัดกลุ่มนักเรียนให้มีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนและนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่และสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง ที่แสดงผ่านสื่อ PowerPoint โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการคิดและการอภิปรายร่วมกัน พร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนสนใจร่วมกิจกรรมและกระตือรือร้นในการเรียนโดยการเสริมแรงทางบวกและการแข่งขัน ปัญหาที่พบ ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น มักจะเป็นนักเรียนกลุ่มเดิมและสถานการณ์ในชีวิตจริงบางแผนการจัดการเรียนรู้ไม่เชื่อมโยงสู่กิจกรรมในชั้นถัดไป ซึ่งมีแนวทางการแก้ปัญหา คือ ควรแก้ด้วยการที่ครูสุ่มถามนักเรียนหรือให้นักเรียนที่เคยตอบคำถามเป็นผู้เลือกเพื่อนมาตอบคำถามในข้อถัดไปและครูกำหนดสถานการณ์ที่มีสอดคล้องและเชื่อมโยงกันในแต่ละขั้นตอน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาที่เน้นการเรียนรู้แบบกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาร่วมกันภายในกลุ่ม จากการศึกษาใบความรู้และคลิปวิดีโอสื่อการเรียนรู้บน YouTube ของครูผู้สอน เพื่อร่วมกันทำใบกิจกรรมที่นำข้อมูลจากสถานการณ์ในชีวิตจริงมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยครูให้คำชี้แนะและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและอภิปรายร่วมกัน พร้อมทั้งคอยดูแลนักเรียนตลอดกิจกรรม ในขั้นนี้ถือว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมอย่างดี แต่ปัญหาที่พบ คือ การที่ข้อมูลจากสถานการณ์ในชีวิตจริงบางสถานการณ์มีข้อมูลที่มีค่ามาก ทำให้ใช้เวลาค่อนข้างมากในการวิเคราะห์ข้อมูลและเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณ ซึ่งมีแนวทางในการแก้ปัญหา คือ เลือกใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีค่าของข้อมูลที่เหมาะสม และการนำเทคโนโลยี เช่น โปรแกรม MS Excel โปรแกรม SPSS หรือ แอปพลิเคชันอื่น ๆ มาช่วยในการคำนวณ

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอเพื่ออภิปรายและสรุป เป็นขั้นของการนำเสนอและอภิปรายสิ่งที่ได้จากการทำใบกิจกรรม โดยครูใช้คำถามนำ ร่วมแสดงความคิดเห็น และเสริมแรงทางบวกเพื่อให้นักเรียนเสนอแนวคิด แล้วครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดที่เกิดจากการอภิปราย โดยครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการใช้แบบทดสอบท้ายคาบเรียน จำนวน 5 ข้อ ซึ่งนักเรียนจะให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและร่วมกันอภิปรายอย่างดี

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลและประยุกต์ใช้ เป็นการสะท้อนผลที่ได้จากการเรียนรู้ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้สู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงและการใช้เทคนิคตัวออก (Exit ticket) เพื่อให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียน ข้อสงสัยเกี่ยวกับเนื้อหา และสิ่งที่อยากให้เกิดในการจัดการเรียนการสอน โดยขั้นนี้จะมีการสรุปคะแนนกลุ่มของนักเรียนจากการร่วมกิจกรรม เพื่อให้รางวัลและกล่าวชมเชยนักเรียน และหลังจากการเรียนในแต่ละคาบเรียนจะมอบหมายงานแบบฝึกทักษะที่ให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ให้เกิดความชำนาญมากยิ่งขึ้นและฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นการเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้จริง โดยมีแหล่งความรู้ที่ให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ ได้แก่ วิดีโอการสอนของครู ผ่านทาง YouTube และสื่อ PowerPoint ของครู แต่ปัญหาที่พบจากการทำแบบฝึกทักษะ คือ นักเรียนบอกการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงในลักษณะเดียวกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอในใบกิจกรรมเท่านั้น ซึ่งมีแนวทางในการแก้ปัญหา คือ ควรแก้ด้วยการให้นักเรียนระบุสถานการณ์ในชีวิต

จริงที่นำความรู้ที่ต่างกันในกิจกรรม และให้นำเสนอสถานการณ์ พร้อมทั้งอธิบายการนำความรู้ไปใช้ โดยครูคอย
เสนอแนะและให้คำแนะนำ

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้จัก เรื่องการวิเคราะห์และ
การนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ

2.1 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้จัก เฉลี่ยร้อยละ 75.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมี
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ลงมือแก้ปัญหาและ
แลกเปลี่ยนความคิดเห็น จนสามารถสรุปเป็นความรู้รวบยอดได้ ถือว่าเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมความสามารถใน
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนีย์ คำควร (2560) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า การเรียนรู้แบบการสอนแนะ
ให้รู้จัก (CGI) สามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้จริง เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่ครูใช้
คำถามและกิจกรรมโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่นำไปสู่การอภิปรายร่วมกัน จนนำไปสู่การสรุปองค์ความรู้
ร่วมกัน ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนักเรียนจะได้ฝึกการเชื่อมโยงความรู้สู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การวิเคราะห์และ
การนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การจัดการ
เรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้จัก เฉลี่ยร้อยละ 74.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้
ที่ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ
วิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้ เกิดความอยากที่จะเรียนรู้และตั้งใจเรียน มี
การใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการอภิปรายและหาข้อสรุป ฝึกฝนทักษะการคิดและการเชื่อมโยงความรู้ เกิด
การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และตกผลึกเป็นความรู้ในที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลวดี อำนวย (2560) ที่ศึกษาเกี่ยวกับ การ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) เนื่องจากการสอนที่
ผู้สอนนำเสนอปัญหา ใช้คำถาม มีการชี้แนะและแนะนำ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมหรือในขณะที่นักเรียนไม่สามารถทำ
กิจกรรมได้ซึ่งกระบวนการดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และ
สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนวรรณ นัยเนตร (2560) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ
คำถามระดับสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นหลังจาก การจัด
กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติมากกว่า
การจดจำ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็น
ผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

สรุปผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิดที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การจัดการเรียนรู้แนวทางนี้มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ ครูควรใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงที่ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์มีความเหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนสำหรับเป็นตัวอย่างและแบบฝึกหัดและใช้คำถามที่นำไปสู่การอภิปราย และนักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด เรื่อง การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ

1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการสอนแนะให้รู้คิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้เชี่ยวชาญดังนี้ 1) ดร.รัชนิกร ชลไชยะ 2) รศ.ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม 3) รศ.ดร.ยุภาติ ปณระชา 4) ผศ.ดร.อารีรัตน์ อรุณชัย และ 5) นายวิสุทธิ์ คงกัลป์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ท่านผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนชาณุวิทยาที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจ นักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

กุลวดี อ้าภาวษ์. 2560. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

เจตยุทธ วงศ์ใหญ่. 2559. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(2): 152-160.

ชมนาด เชื้อสุวรรณเทวี. 2561. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ Mathematics Instruction. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ณัฐกานต์ เส. 2563. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. วารสารมหาจุฬานาครธรรมศาสตร์, 7(8): 104-119.

- ธนวรรณ นัยเนตร. 2560. ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และเพยาวี ยินดีสุข. (2563). การเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังกับ PLC เพื่อการพัฒนา. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เวชฤทธิ์ อังกะนัททรขจร. 2555. ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย. จรัสสินทวงศ์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ศิริพร เอ็มสวัสดิ์. 2563. การศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นให้รู้คิดรวมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง อสมการ ที่มีต่อทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยม ฐานบินกำแพงแสน. วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์, 9(1): 331-343.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2564. ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. สสวท, กรุงเทพฯ.
- สถาพร พฤษพิฑล. 2558. การจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว. สระแก้ว.
- สุนีย์ คำควร. 2559. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่มีต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- อัมพร ม้าคอง. 2559. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษา ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

Factors association with depression among high school students in
a School, Mueang District, Phetchabun Province.

อารีรัตน์ เปี่ยมอ่อน¹ อภัสรา เสมาเพชร¹ ชนาภา แสนพรหม¹ และพัชรินทร์ เมธา^{1*}
Arrirat Piamoon¹, Aphatsara Semaphet¹, Chanapha Sanprom¹ and Patcharin Metha^{1*}

¹ สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
83 หมู่ 11 ถนน สระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

¹ Department of Public Health, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University
83 Village No. 11, Saraburi-Lom Sak Road, Sadiang Subdistrict, Mueang District, Phetchabun 67000

*Corresponding author E-mail: Patcharin095m@gmail.com

บทคัดย่อ

เป็นการศึกษาแบบเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytical study) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความชุกของภาวะซึมเศร้าและทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประชากร ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว ความสัมพันธ์กับเพื่อนและพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพกับภาวะซึมเศร้า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนแห่งหนึ่ง ในอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในปีการศึกษา 2566 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนและทดสอบความเชื่อมั่น โดยการให้ตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง ณ ห้องเรียน คำนวณขนาดตัวอย่างจากสูตรประมาณค่าสัดส่วน ได้ขนาดตัวอย่าง 320 คน เก็บรวบรวมข้อมูลได้กลุ่มตัวอย่างรวม 320 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและใช้สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ Multiple ordinal logistic regression

ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายและเพศหญิงในอัตราที่พอกัน ประมาณ 3 ใน 4 ของกลุ่มตัวอย่างมีอายุต่ำกว่า 16 ปีและเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 เกือบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างมีเกรดเฉลี่ยตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไปและไม่มีโรคประจำตัวเรื้อรัง ครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างบิดาและมารดามีสถานภาพคู่ และเกือบครึ่งของกลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่กับบิดาและมารดา และเกือบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างครอบครัวมีฐานะพออยู่พอกิน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวและกับเพื่อนในระดับปานกลาง ร้อยละ 59.4 และร้อยละ 61.9 ตามลำดับ ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา กลุ่มตัวอย่างมีความชุกของการสูบบุหรี่มวน ร้อยละ 27.8 การสูบบุหรี่ไฟฟ้า ร้อยละ 38.4 การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 46.3 การเล่นเกมออนไลน์ ร้อยละ 84.1 การเล่นเกมพนันออนไลน์ ร้อยละ 26.8 และการใช้สารเสพติดอื่น ๆ ร้อยละ 10.6 กลุ่มตัวอย่างมีความชุกของภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางถึงรุนแรง ร้อยละ 31.2 ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับต่ำ (AOR= 6.2, 95%CI= 6.9-29.3) ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับปานกลาง (AOR= 2.5, 95%CI= 2.1-6.1) ความสัมพันธ์กับเพื่อนระดับต่ำ (AOR= 2.3, 95%CI= 1.1-4.8) การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (AOR= 2.1, 95%CI= 2.2-5.1) และเพศหญิง (AOR= 4.2, 95%CI= 3.2-8.1) มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้น โรงเรียนควรจัดกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครอบครัว ระหว่างนักเรียนกับเพื่อน และควรมีการคัดกรองภาวะซึมเศร้าในกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ นักเรียนที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หรือเพศหญิง

คำสำคัญ: ภาวะซึมเศร้า, ปัจจัย, ความชุก, นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

Abstract

This is a cross-sectional analytical study. The objective of this study is to measure the prevalence of depression and investigate the association between demographic characteristics, relationships with family members, relationships with friends, and health-risk behaviors and depression. The sample group consisted of high school students in grades 7-12 at a school in Mueang District, Phetchabun Province, in the academic year 2023. The data collection tool was a questionnaire that was checked for content validity by 3 experts and tested for reliability. Data collection by self-answering the questionnaire in the classroom. Calculating the sample size from the proportion estimation formula was the sample size of 320 samples, and the response rate was 100%. Descriptive statistics were used, including frequency, percentage, mean, and standard deviation. Inferential statistics was used for multiple logistic regression.

The results of the study found that the sample had equal rates of males and females. About 3 in 4 of the sample were under 16 years of age and were studying in grades 7-9. Almost all of the sample had a GPA was 2.00 and above and had no chronic diseases. Half of the sample's fathers and mothers were in a dual status, and nearly half of the sample lived with their father and mother. Almost all of the families in the sample had enough to make ends meet. Most of the sample had relationships with family members and friends at a moderate level, 59.4% and 61.9%, respectively. In the past 1 month, the sample had a prevalence of smoking cigarettes at 27.8%, smoking e-cigarettes at 38.4%, drinking alcoholic beverages at 46.3%, playing online games at 84.1%, playing online gambling at 26.8%, and using substances at 10.6%. The sample had a prevalence of moderate to severe depression at 31.2%. Relationships with family members low level (AOR= 6.2, 95%CI= 6.9-29.3), and relationships with family members moderate level (AOR= 2.5, 95%CI= 2.1-6.1), relationships with friends low level (AOR= 2.3, 95%CI= 1.1-4.8), alcohol drinking (AOR= 2.1, 95%CI= 2.2-5.1), and female (AOR= 4.2, 95%CI= 3.2-8.1) were significantly associated with depression.

Therefore, schools should organize activities to build relationships between students and their families and between students and friends. Schools should be screening for depression in high-risk groups, including students who drink alcohol or females.

Keywords: depression, factors, prevalence, high school students

บทนำ

ภาวะซึมเศร้าเป็นกลุ่มอาการที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านความคิด อารมณ์ และพฤติกรรมที่ผิดปกติไปจากเดิม ปัจจุบันภาวะซึมเศร้าเป็นปัญหาที่พบได้ในทุกช่วงวัยของชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัยรุ่น (เอกลักษณ์ สรวมศิริ, 2564) จากการศึกษาผลที่เกิดขึ้นของภาวะซึมเศร้าพบว่า ภาวะซึมเศร้าเป็นภาวะที่ไม่เพียงแต่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้ป่วยเท่านั้น ยังส่งผลต่อพฤติกรรมการดื่มสุราและการติดเกมออนไลน์ โดยเกี่ยวเนื่องไปจนถึงปัญหาการใช้ชีวิต การเข้าสังคม การทำร้ายตนเองด้วยของมีคม และอาจทวีความรุนแรงไปถึงการคิดฆ่าตัวตาย หรืออาจมีอาการทางกายอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ปวดท้อง ปวดศีรษะ แน่นหน้าอก อ่อนเพลีย

(ประภัสสร จันดี และคณะ, 2564) จากข้อมูลรายงานการเข้าถึงบริการของผู้ป่วยโรคซึมเศร้าในระหว่างปี พ.ศ. 2552 - 2562 โดยกรมสุขภาพจิต วัยรุ่นไทยที่มีอายุระหว่าง 10-19 ปี มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคซึมเศร้ามากกว่า 3 ล้านคน และมีการป่วยด้วยโรคซึมเศร้าแล้วมากกว่า 1 ล้านคน (กรมสุขภาพจิต, 2563) จากผลการสำรวจระบาดวิทยาความชุกในประเทศไทย โรคซึมเศร้าในวัยรุ่นอายุ 13-17 ปี โดยกรมสุขภาพจิต พบมีความชุกร้อยละ 1.6 โดยพบในวัยรุ่นหญิงมากกว่าวัยรุ่นชายและจากการสำรวจโดยองค์การอนามัยโลกพบความชุกร้อยละ 4.4 นอกจากนี้จากรายงานสถานการณ์ปัญหาสุขภาพจิต วัยรุ่นในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่า วัยรุ่นไทยมีความคิดอยากตายร้อยละ 15.0 และเคยลงมือพยายามฆ่าตัวตายร้อยละ 13.0 (World Health Organization : WHO 2017) ทั้งนี้เนื่องมาจากภาวะซึมเศร้า ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาด้านสุขภาพจิต อันเป็นผลมาจากสิ่งเร้าต่างๆ ที่มาพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางร่างกาย อารมณ์ และสังคม

จากข้อมูลการเข้าถึงบริการของผู้ป่วยโรคซึมเศร้าจังหวัดสระแก้ว ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2563-2565 พบว่า วัยรุ่นอายุ 15-19 ปี ในจังหวัดสระแก้ว มีความชุกของโรคซึมเศร้า ร้อยละ 29.62 29.76 และ 29.97 ตามลำดับ ซึ่งเป็นความชุกที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (เสกสรรค์ คงอาชีวกิจ, 2566) และจากการศึกษาในวันรุ่นตอนต้นของโรงเรียนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีความชุกของภาวะซึมเศร้าร้อยละ 39.4 (ฉันทนา แรงสิงห์, 2552) โรงเรียนขยายโอกาสจังหวัดสิงห์บุรี มีความชุกของภาวะซึมเศร้าร้อยละ 36.9 โรงเรียนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบความชุกของภาวะซึมเศร้า ร้อยละ 14.6 และโรงเรียนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี พบความชุกของภาวะซึมเศร้าร้อยละ 4.3 จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นถึงภาวะซึมเศร้าที่เกิดขึ้นในวัยรุ่นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จากข้อมูลการ เข้าถึงบริการโรคซึมเศร้า ปี 2561-2565 ในเขตสุขภาพที่ 2 จังหวัดเพชรบูรณ์ มี ร้อยละผู้ป่วยซึมเศร้าเข้าถึงบริการสุขภาพของสถานบริการสุขภาพ ร้อยละ 66.74 76.86 75.4 79.74 และ 92.45 ตามลำดับ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ร้อยละผู้ป่วยโรคซึมเศร้าที่เข้าถึงบริการมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ศูนย์สุขภาพจิตที่ 2 กรมสุขภาพจิต, 2565)จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา พบปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับ ภาวะซึมเศร้าหลายด้าน ได้แก่ เพศ โรคประจำตัว อายุ ระดับการศึกษา เกรดเฉลี่ย สถานภาพสมรสบิดามารดา การพักอาศัย ความเพียงพอของรายได้ครอบครัว ปัจจัยด้านความสัมพันธ์ระหว่างครอบครัว ปัจจัยด้าน ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน และปัจจัยด้านพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพ เช่น การสูบบุหรี่/เมาน์/บุหรี่ไฟฟ้า การดื่ม แอลกอฮอล์ การเล่นเกมออนไลน์ การเล่นเกมพนันออนไลน์และการใช้สารเสพติดอื่น ๆ

ผู้วิจัยได้เห็นถึงปัญหาของภาวะซึมเศร้าที่เกิดขึ้นในวัยรุ่น อีกทั้งจังหวัดเพชรบูรณ์ยังขาดข้อมูล สถานการณ์ภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น ทำให้ไม่มีฐานข้อมูลที่สะท้อนปัญหาภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น จึงจำเป็นต้อง ทำการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนแห่งหนึ่ง ในอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2566 เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ปัญหาภาวะซึมเศร้าของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาและใช้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวังภาวะซึมเศร้าให้กับโรงเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัด ระดับภาวะซึมเศร้าและทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประชากร ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว ความสัมพันธ์กับเพื่อนและพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพกับภาวะซึมเศร้า

วัสดุและวิธีการ

รูปแบบการวิจัย เป็นวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytical study)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนแห่งหนึ่ง ในอำเภอเมือง จังหวัด เพชรบูรณ์ ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2566

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่การศึกษา (Eligibility criteria)

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า (Inclusion criteria)

เป็นนักเรียนที่ยินยอมตอบแบบสอบถาม

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

นักเรียนที่ผู้ปกครองไม่ยินยอมให้นักเรียนตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2566

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การวิจัยในครั้งนี้ โดยใช้สูตรประมาณค่าสัดส่วน กรณีไม่ทราบขนาดประชากร ดังนี้

$$n = \frac{Z^2 PQ}{d^2}$$

เมื่อกำหนดให้ n = ขนาดตัวอย่าง

Z = ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($Z = 1.96$)

P = ค่าสัดส่วนของความชุกของภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่นร้อยละ 30 ($P = 0.30$) (นันทยา คงประพันธ์, 2563)

$Q = 1 - P, 1 - 0.30$ ($Q = 0.29$)

d = ค่าความแม่นยำของการประมาณค่า 0.03

ได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 320 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง ลักษณะคำถามเป็นแบบประเมินปลายเปิดให้เติมคำ และปลายปิดให้เลือกตอบ จำนวน 8 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับชั้น เกรดเฉลี่ย โรคประจำตัวเรื้อรัง สถานภาพสมรสของบิดามารดา การอาศัยและความเพียงพอของรายได้ของครอบครัว

ส่วนที่ 2 ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวและความสัมพันธ์กับเพื่อน ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 3 ระดับ ได้แก่ ดี ปานกลาง ไม่ดี อย่างละ 4 ข้อ รวม 8 ข้อ

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพ ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายปิดให้เลือกตอบ ไม่เคย เคย จำนวน 6 ข้อ ได้แก่ การสูบบุหรี่ การสูบบุหรี่ไฟฟ้า การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การเล่นเกมออนไลน์ การเล่นเกมพนันออนไลน์และการใช้สารเสพติดอื่นๆ

ส่วนที่ 4 ภาวะซึมเศร้า ประกอบด้วยคำถามจำนวน 9 ข้อ ในระยะเวลาช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมาคุณมีอาการเหล่านี้บ้างหรือไม่ เป็นแบบประเมินตรวจสอบรายการ (Check-List) โดยกรมสุขภาพจิต แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้ ไม่มีเลย เป็นบางวัน (ความรู้สึกนั้นเกิดขึ้น 1-7 วัน) เป็นบ่อย(ความรู้สึกนั้นเกิดขึ้น >7 วัน) และเป็นทุกวัน (ความรู้สึกนั้นเกิดขึ้นทุกวัน)

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบสอบถามทุกส่วน ทำการตรวจสอบความตรงจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และนำมาหาค่าความตรงของแบบสอบถาม (IOC) ส่วนแบบสอบถามที่ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ได้แก่ ภาวะซึมเศร้า ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวและความสัมพันธ์กับเพื่อน จะนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) โดยแบบสอบถามทุกส่วนมีค่าความเชื่อมั่นของแต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ 0.6

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยจัดทำหนังสือราชการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ถึงโรงเรียนเป้าหมาย เพื่อขออนุญาตเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย
2. ผู้วิจัยเดินทางไปยังโรงเรียนเป้าหมาย เพื่อชี้แจงโครงการวิจัย อธิบายวัตถุประสงค์และแนวทางการเก็บข้อมูล ประโยชน์ของงานวิจัย การรักษาความลับของกลุ่มตัวอย่าง กระบวนการให้ข้อมูลแก่นักเรียนและผู้ปกครองเพื่อขอความยินยอม และขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลแก่ผู้บริหารสถานศึกษาและครูที่ปรึกษาประจำชั้นที่ทำหน้าที่ช่วยประสานการเก็บข้อมูล
3. ผู้วิจัยขอความยินยอมจากผู้ปกครองและนักเรียน โดยส่งเอกสารผ่านครูที่ปรึกษาประจำชั้น
4. ผู้วิจัยเก็บข้อมูล โดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง ณ ชั้นเรียน ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นปิดผนึกด้วยแม่คีย์บัตรด้ายด้วยตนเอง และรวบรวมแบบสอบถามคืนกลับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม

ภาวะซีมเศร้า แบ่งเป็น 4 ระดับตามเกณฑ์ของกรมสุขภาพจิต ได้แก่ ไม่มีอาการหรือมีอาการน้อยมาก (<7) ระดับน้อย (7-12) ระดับปานกลาง (13-18) และระดับรุนแรง (≥ 19)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติเชิงพรรณนา ตัวแปร เพศ อายุ ระดับการศึกษา เกรดเฉลี่ย โรคประจำตัว สถานภาพของสมรสบิดามารดา ความเพียงพอของรายได้ของครอบครัว การพักอาศัย ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว ความสัมพันธ์กับเพื่อนและพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพและภาวะซีมเศร้า ใช้ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดต่ำสุดและร้อยละ

สถิติเชิงอนุมาน เพื่อทดสอบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซีมเศร้า ประกอบด้วย ลักษณะทางประชากร ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครัวเรือน ความสัมพันธ์กับเพื่อน การสูบบุหรี่มวน การสูบบุหรี่ไฟฟ้า การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การเล่นเกมออนไลน์ การเล่นเกมพนันออนไลน์และการใช้สารเสพติดอื่นๆ ใช้สถิติ Multiple ordinal logistic regression โดยนำเสนอค่าเป็นค่า OR ค่า Adjusted odds ratio (AOR) พร้อมช่วงเชื่อมั่น 95%CI และค่า p-value

การพิทักษ์สิทธิผู้ให้ข้อมูล

คณะผู้วิจัยเคารพสิทธิส่วนบุคคล โดยคณะผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะเก็บเป็นความลับและนำเสนอในภาพรวม การเก็บข้อมูลด้วยการตอบแบบสอบถาม อาสาสมัครจะต้องได้รับความยินยอมก่อนทุกคน

ผลการวิจัย

ลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายและเพศหญิงในอัตราที่พอๆกัน ประมาณ 3 ใน 4 ของกลุ่มตัวอย่างมีอายุต่ำกว่า 16 ปี และเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 เกือบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างมีเกรดเฉลี่ยตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป และไม่มีโรคประจำตัวเรื้อรัง ครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างบิดาและมารดามีสถานภาพคู่ และเกือบครึ่งของกลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่กับบิดาและมารดาและเกือบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างครอบครัวพออยู่พอกิน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง (n=320)

ลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	142	44.4
หญิง	144	45.0
LGBTQ+	34	10.6
อายุ (ปี)		
<16	220	68.7
≥16	100	31.3
เฉลี่ย 14.8 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.75 สูงสุด 19 ต่ำสุด 12		
ระดับชั้น		
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3	208	65.0
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6	112	35.0
เกรดเฉลี่ย		
<2	4	1.3
≥2	316	98.7
เฉลี่ย 3.16 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 สูงสุด 4 ต่ำสุด 1		
โรคประจำตัวเรื้อรัง		
ไม่มี	289	90.3
มี	31	9.7
สถานภาพสมรสของบิดามารดา		
บิดาและมารดาอยู่ด้วยกัน	167	52.2
หย่าร้าง	125	39.1
หม้าย	28	8.7
การพักอาศัย		
อยู่กับบิดาและมารดา	149	46.6
อยู่กับบิดาหรือมารดา	83	25.9
อยู่กับญาติพี่น้อง	88	27.5
ความเพียงพอของรายได้ในครอบครัว		
ขาดสน	14	4.7
พอกินพอใช้	298	93.1
ร่ำรวย	7	2.2

ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครัวเรือน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวในระดับปานกลาง ร้อยละ 59.4 และมีความสัมพันธ์กับเพื่อนในระดับปานกลาง ร้อยละ 61.9 ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา กลุ่มตัวอย่างมีความชุกของการสูบบุหรี่มวนหรือยาเส้น ร้อยละ 27.81 การสูบบุหรี่ไฟฟ้า ร้อยละ 38.43

การดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 46.25 การเล่นเกมออนไลน์ ร้อยละ 84.06 การเล่นเกมบนออนไลน์ ร้อยละ 26.78 และ
การใช้สารเสพติดอื่นๆ ร้อยละ 10.62 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว ความสัมพันธ์กับเพื่อนและพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพ (n=320)

ระดับความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว ระดับความสัมพันธ์กับเพื่อน และพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว		
ดี (10-12 คะแนน)	82	25.6
ปานกลาง (7-9 คะแนน)	190	59.4
ไม่ดี (4-6 คะแนน)	48	15.0
ระดับความสัมพันธ์กับเพื่อน		
ดี (10-12 คะแนน)	64	20.0
ปานกลาง (7-9 คะแนน)	198	61.9
ไม่ดี (4-6 คะแนน)	58	18.1
พฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา		
การสูบบุหรี่หรือยาเส้น		
ไม่สูบ	231	72.2
สูบ	89	27.8
การสูบบุหรี่ไฟฟ้า		
ไม่สูบ	197	61.6
สูบ	123	38.4
การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์		
ไม่ดื่ม	172	53.7
ดื่ม	148	46.3
การเล่นเกมออนไลน์		
ไม่เล่น	51	15.9
เล่น	269	84.1
การเล่นการพนันออนไลน์		
ไม่เล่น	234	73.1
เล่น	86	26.9
การใช้สารเสพติดอื่นๆ		
ไม่ใช้	286	89.4
ใช้	34	10.6

ความชุกของภาวะซึมเศร้าของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีความชุกของภาวะซึมเศร้าในระดับปานกลางถึง
ระดับรุนแรง สูงถึง ร้อยละ 31.2 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความชุกของภาวะซึมเศร้าของกลุ่มตัวอย่าง (n=320)

ระดับภาวะซึมเศร้า	ช่วงคะแนน	จำนวน	ร้อยละ
ไม่มีอาการหรือมีอาการน้อยมาก	<7	120	37.5
มีอาการของโรคซึมเศร้าระดับน้อย	7-12	100	31.3
มีอาการของโรคซึมเศร้าระดับปานกลาง	13-18	58	18.1
มีอาการของโรคซึมเศร้าระดับรุนแรง	≥19	42	13.1

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะทางประชากร ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว ความสัมพันธ์กับเพื่อน การสูบบุหรี่มวน การสูบบุหรี่ไฟฟ้า การดื่มแอลกอฮอล์ การเล่นเกมออนไลน์ การเล่นเกมพนันออนไลน์และการใช้สารเสพติดอื่นๆ กับภาวะซึมเศร้า พบว่า ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับต่ำ (AOR= 6.2, 95%CI= 6.9-29.3) ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับปานกลาง (AOR= 2.5, 95%CI= 2.1-6.1) ความสัมพันธ์กับเพื่อนในระดับต่ำ (AOR= 2.3, 95%CI= 1.1-4.8) การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (AOR= 2.1, 95%CI= 2.2-5.1) และเพศหญิง (AOR= 4.2, 95%CI= 3.2-8.1) มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประชากร ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว เพื่อนและพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพกับภาวะซึมเศร้า (n=320)

ปัจจัย	OR	AOR	95%CI	p-value
ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว				<0.001
ดี (10-12 คะแนน)	1	1		
ปานกลาง (7-9 คะแนน)	3.6	2.5	2.1-6.1	0.001
ไม่ดี (4-6 คะแนน)	14.2	6.2	6.9-29.3	<0.001
ความสัมพันธ์กับเพื่อน				<0.021
ดี (10-12 คะแนน)	1	1		
ปานกลาง (7-9 คะแนน)	1.0	1.3	0.6-1.7	0.365
ไม่ดี (4-6 คะแนน)	1.5	2.3	1.1-4.8	0.045
การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์				0.003
ไม่ดื่ม	1	1		
ดื่ม	3.4	2.1	2.2-5.1	
เพศ				<0.001
ชาย	1	1		
หญิง	5.1	4.2	3.2-8.1	<0.001
LGBTQ+	3.1	2.8	1.5-6.2	0.011

เมื่อมีการควบคุมตัวแปร อายุ ระดับชั้น โรคประจำตัวเรื้อรัง สถานภาพสมรสของบิดาและมารดา การพักอาศัย การสูบบุหรี่มวน การสูบบุหรี่ไฟฟ้า การเล่นเกมออนไลน์ การเล่นเกมพนันออนไลน์และการใช้สารเสพติดอื่น

วิจารณ์ผล

ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับต่ำ และความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับปานกลาง มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายได้ว่า ผู้ที่มีความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับต่ำ มีโอกาสเกิดภาวะซึมเศร้าเพิ่มขึ้นอีก 1 ระดับเป็น 6.2 เท่า (AOR= 6.2, 95%CI= 6.9-29.3) เมื่อเทียบกับผู้ที่มีความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับสูง และผู้ที่มีความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับปานกลาง มีโอกาสเกิดภาวะซึมเศร้าเพิ่มขึ้นอีก 1 ระดับเป็น 2.5 เท่า (AOR= 2.5, 95%CI= 2.1-6.1) เมื่อเทียบกับผู้ที่มีความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจาก ความสัมพันธ์ที่ไม่ดีภายในครอบครัวทำให้สมาชิกในครอบครัวไม่เกิดความอบอุ่น ไม่มีพลังกายพลังใจในการดำเนินชีวิต สมาชิกภายในครอบครัวขาดการปรึกษาหารือในเรื่องต่างๆร่วมกันและขาดการทำกิจกรรมภายในครอบครัวร่วมกัน ส่งผลทำให้นักเรียนเกิดภาวะซึมเศร้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suntornvijitr และคณะ ที่พบว่า ความผูกพันในครอบครัวมีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในจังหวัดชลบุรี ($\beta=-.16$, p-value < .05) และการศึกษาของ Seangsanah และคณะ ที่พบว่า ความผูกพันในครอบครัว มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดระยอง ($\beta=-.19$, p-value < .05)

ความสัมพันธ์กับเพื่อนในระดับต่ำ มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายได้ว่า ผู้ที่มีความสัมพันธ์กับเพื่อนระดับต่ำ มีโอกาสเกิดภาวะซึมเศร้าเพิ่มขึ้นอีก 1 ระดับเป็น 2.3 เท่า (AOR= 2.3, 95%CI= 1.1-4.8) เมื่อเทียบกับผู้ที่มีความสัมพันธ์กับเพื่อนในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจาก ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน หากนักเรียนมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อน ได้รับความไว้วางใจจากเพื่อน มีความใกล้ชิดสนิทสนมกันและได้รับการยอมรับจากเพื่อน เป็นปัจจัยที่ช่วยป้องกันการเกิดภาวะซึมเศร้าได้ แต่ถ้านักเรียนมีความสัมพันธ์กับเพื่อนที่ไม่ดี จะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะซึมเศร้าได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Seangsanah และคณะ ที่พบว่า ความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อนมีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดระยอง ($\beta=-.21$, p < .001) (Seangsanah et al., 2017) และการศึกษาของ Chanralaksana และคณะ ที่พบว่า ความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อนมีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดแห่งหนึ่งในภาคกลาง ($\beta=-.15$, p < .001) (Chanralaksana et al., 2015)

การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายได้ว่า ผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีโอกาสเกิดภาวะซึมเศร้าเพิ่มขึ้นอีก 1 ระดับเป็น 2 เท่า (AOR= 2.1, 95%CI= 2.2-5.1) เมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ อาจมีความเป็นไปได้ที่ผู้ที่มีภาวะซึมเศร้ามีแนวโน้มจะพึ่งพาเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มากกว่าผู้ที่ไม่มีภาวะซึมเศร้า สอดคล้องกับการศึกษาของ Bharati และคนอื่นๆ ที่พบว่าวัยรุ่นเพศหญิงมีโอกาสเป็นภาวะซึมเศร้ามากกว่าวัยรุ่นเพศชายในประเทศอินเดีย (Bharati et al., 2022)

เพศหญิง มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายได้ว่า เพศหญิง มีโอกาสเกิดภาวะซึมเศร้าเพิ่มขึ้นอีก 1 ระดับเป็น 4 เท่า (AOR= 4.2, 95%CI= 3.2-8.1) เมื่อเทียบกับเพศชาย ทั้งนี้เนื่องจากเพศหญิงมีการเปลี่ยนแปลงทางฮอร์โมนมากกว่าเพศชายโดยเฉพาะวัยรุ่น ทั้งด้านร่างกายของเพศหญิงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัย หรือตัวกระตุ้นที่ทำให้เพศหญิงมีภาวะอารมณ์มากกว่าเพศชาย จึงมีโอกาสเกิดภาวะซึมเศร้ามากกว่าเพศชาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ของ Angold A และคณะ ที่อธิบายเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านฮอร์โมนต่างๆ และการศึกษาของ Bharati และคนอื่นๆ ที่พบว่า วัยรุ่นเพศหญิงมีโอกาสเป็นภาวะซึมเศร้ามากกว่าวัยรุ่นเพศชายในประเทศอินเดีย (Bharati et al., 2022)

สรุปผล

ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายและเพศหญิงในอัตราที่พอๆกัน ประมาณ 3 ใน 4 ของกลุ่มตัวอย่างมีอายุต่ำกว่า 16 ปี และเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 เกือบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างมีเกรดเฉลี่ยตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป และไม่มีโรคประจำตัวเรื้อรัง ครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างบิดาและมารดามีสถานภาพคู่ และเกือบครึ่งของกลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่กับบิดาและมารดาและเกือบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างครอบครัวพอยู่พอกิน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวในระดับปานกลาง ร้อยละ 59.4 มีความสัมพันธ์กับเพื่อนระดับปานกลาง ร้อยละ 61.9 และมีความชุกของการสูบบุหรี่มวนหรือยาเส้น ร้อยละ 27.81 การสูบบุหรี่ไฟฟ้า ร้อยละ 38.43 การดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 46.25 การเล่นเกมออนไลน์ ร้อยละ 84.06 การเล่นเกมบนออนไลน์ ร้อยละ 26.78 และการใช้สารเสพติดอื่นๆ ร้อยละ 10.62 และมีความชุกของภาวะซึมเศร้าในระดับปานกลางถึงระดับรุนแรง ร้อยละ 31.2 ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับต่ำ(AOR= 6.2, 95%CI= 6.9-29.3) ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัวระดับปานกลาง (AOR= 2.5, 95%CI= 2.1-6.1) ความสัมพันธ์กับเพื่อนในระดับต่ำ (AOR= 2.3, 95%CI= 1.1-4.8) การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (AOR= 2.1, 95%CI= 2.2-5.1) และเพศหญิง (AOR= 4.2, 95%CI= 3.2-8.1) มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น โรงเรียนควรจัดกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครอบครัว ระหว่างนักเรียนกับเพื่อน และควรมีการคัดกรองภาวะซึมเศร้าในกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ นักเรียนที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หรือเพศหญิง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอแห่งหนึ่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากคณาจารย์ โดยเฉพาะ ผศ.ดร. ไพฑูรย์ สอนทน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยที่ให้คำปรึกษาแนะนำตรวจแก้ไข ติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินการและชี้แนะแนวทางในการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ ผศ.ดร. นฤมล จันทร์มา อาจารย์ประจำสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร เป็นผู้ที่ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ให้คำแนะนำและแก้ไขปรับปรุงเกี่ยวกับแบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัย ขอขอบคุณ คุณพ่อคุณแม่ ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและให้ทุนทรัพย์ในการเกื้อหนุน การศึกษา แก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา และทุกท่านที่ให้ความสนับสนุนในทุกๆด้าน รวมทั้งเป็นกำลังใจ ในการจัดทำวิจัยทำให้วิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมสุขภาพจิต. (2563). กรมสุขภาพจิต. รายงานประจำปีกรมสุขภาพจิตปีงบประมาณ 2563. กรุงเทพฯ: บริษัท
ละม่อน จำกัด; 2563. วันที่สืบค้น 22 มิถุนายน, 2565
- ฉันทนา แรงสิงห์. (2552). ปัจจัยทำนายภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
จังหวัดเชียงราย. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก
<http://archives.mfu.ac.th/database/files/original/ed7815e9dc9ef758b108079497080b7e.pdf>.
วันที่สืบค้น 12 กรกฎาคม, 2566
- ฐิติพร ศุภสิทธิ์อารง. (2565). โรคซึมเศร้า (Depression) อาการ สาเหตุ การป้องกันโรคซึมเศร้า.
[ออนไลน์]. เข้าถึงจาก
<https://www.medparkhospital.com/disease-and-treatment/depression>

วันที่สืบค้น กรกฎาคม, 2566
ตฤติลา จำปาวัลย์. (2560). แนวคิดและทฤษฎีภาวะซึมเศร้าทางจิตวิทยา.วารสารพุทธจิตวิทยา ปีที่ 2
ฉบับที่2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2560.

ประภัสสร จันดี และคณะ. (2564). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา. วารสารวิจัยสุขภาพและการพยาบาล ปีที่ 37 ฉบับที่ 1 มกราคม -
เมษายน 2564

เพ็ญพักตร์ อุทิศ และคณะ. (2561). ปัจจัยที่สัมพันธ์กับอาการของโรคซึมเศร้า ในวัยรุ่นที่เสพยาบ้า. [ออนไลน์].
เข้าถึงจาก View of Factors Related to Depressive Symptoms among Adolescent
Amphetamine Users - ปัจจัยที่สัมพันธ์กับอาการของโรคซึมเศร้า ในวัยรุ่นที่เสพยาบ้า (thaidj.org).
วันที่สืบค้น 20 กรกฎาคม, 2566

รัตนา มาชะสวัสดิ์. (2564). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในจังหวัด
ปทุมธานี.วารสารศูนย์อนามัยที่ 9 ปีที่ 15 ฉบับที่ 38 กันยายน-ธันวาคม 2564.

วงเดือน บัณฑิต. (2558). ความชุกและปัจจัยซึมเศร้าของความซึมเศร้าในวัยรุ่นตอนปลาย : ศึกษาเฉพาะนักศึกษา
วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก
<https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jph/article/view/49144/40797>. วันที่สืบค้น 13
กรกฎาคม, 2566

วินัย รอบคอบ และคณะ. (2561). ภาวะซึมเศร้า พฤติกรรมการดื่มสุรา และความเสี่ยงต่อการฆ่าตัวตายของ
วัยรุ่น. พยาบาลสาร ปีที่ 45 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2561.

ศูนย์สุขภาพจิตที่ 2 กรมสุขภาพจิต. (2565). ศูนย์สุขภาพจิตที่ 2 กรมสุขภาพจิต สรุปผลการดำเนินงาน ประจำปี
2565. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก
<https://www.mhc2.go.th/newweb/files/docs/OperationResults2021.pdf>. วันที่สืบค้น 23 มิถุนายน, 2565

สุนนทิพย์ บุญเกิด และสมพร รุ่งเรืองกลกิจ. (2557). ความชุกภาวะซึมเศร้า การรับรู้ ปัญหา และรูปแบบการ
เผชิญปัญหาของ กลุ่มหญิงรักหญิงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารพยาบาลศาสตร์ และ
สุขภาพ;37(2):92-101

เสกสรรค์ คงอาชีวกิจ. (2023). ภาวะซึมเศร้าของวัยรุ่นตอนปลายในจังหวัดสระแก้ว. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก
<https://so06.tcithaijo.org/index.php/hej/article/view/261817/176479>. วันที่สืบค้น 30
มิถุนายน, 2565

เอกลักษณ์ สรวมศิริ. (2564). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม.[ออนไลน์]. เข้าถึงจาก
<https://he02.tci-thaijo.org/index.php/MKHJ/article/view/249603>. วันที่สืบค้น 12 กรกฎาคม,
2566

World Health Organization : WHO. (2017). World Health Organization (WHO). Mental health ;
status of adolescents in south-east Asia: evidence for action [Internet]. New Delhi: WHO,
Regional Office for SouthEast Asia; 2017 [cited 2018 Nov 16]. Available
from: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/254982>.

การพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี

The Development of a Digital Form Website for Online Document Management, Case Study of Kanchanaburi Road Construction Training Center

นันท์นภัส ชุมโกมล^{1*} นีรุทธ์ จรเจริญ¹ และวียะดา พลชัย¹

Nannapat Chumkomon^{1*}, Nirut Jorncharoen¹ and Wiyada Pollachai¹

¹หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

70 หมู่ 4 ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71000

¹Bachelor of Business Administration Program in Digital Technology for Business, Faculty of Management Science,
Kanchanaburi Rajabhat University, 70 M. 4, Nong Bua Subdistrict, Mueang District, Kanchanaburi Province 71000

*Corresponding author E-mail: 64224590103@kru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ 2) เพื่อประเมินคุณภาพเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ ผู้วิจัยพัฒนาและออกแบบเว็บไซต์โดยใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนาาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle :SDLC) ประเมินคุณภาพและและ ความพึงพอใจด้วยทฤษฎีกล่องดำ (Black Box Testing) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรม Google Site, Google Form, Google Sheets, Google Slides, Power Point, Adobe Photoshop และภาษา HTML ผู้วิจัยใช้แบบประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และแบบประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานของหน่วยงานศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี จำนวน 52 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) เว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ ใช้งานได้ผ่านระบบออนไลน์อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความสามารถในการเพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา และบันทึกข้อมูลแบบฟอร์มต่าง ๆ ได้ผ่านหน้าเว็บไซต์ในลักษณะออนไลน์ 24 ชั่วโมง อีกทั้งรายงานผลการบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์นามสกุล .pdf ได้ผ่านอีเมล และสามารถดาวน์โหลดหรือพิมพ์เอกสารออกทางเครื่องพิมพ์ได้ 2) ผลการประเมินคุณภาพของเว็บไซต์ มีค่าเฉลี่ยโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.36, S.D.=0.47) และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ยโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.68, S.D.=0.51)

คำสำคัญ : เอกสารออนไลน์, ดิจิทัลฟอร์ม, ศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี

Abstract

The objectives of this research were; 1) to developing of a digital form website for online document management 2) to assess the quality of a digital form website for online document management and 3) to assess the satisfaction for users of a digital form website for online document management. The researcher developed and designed the system by using the Information Systems Development Cycle (SDLC) principle. To assess the quality and satisfaction with Black Box theory (Black Box Testing). The research data consisted of: Google Site, Google

Form, Google Sheets, Google Slides, Power Point, Adobe Photoshop and HTML language. The researcher used a quality assessment form from 3 experts and a satisfaction assessment form of Kanchanaburi Road Construction Training Center from 52 users. The data were analyzed by descriptive statistics such as percentage, mean and standard deviation.

The results showed that 1) the digital form website for online document management is available from <https://sites.google.com/view/kanchanaburi-road/home>. Be able to access online through any Internet-connected device. The website can add, delete, edit, search, and save data from various forms online 24 hours. A pdf file report of the recorded data and send it via email. Users can also download or print the documents. 2) As for the quality assessment results of the website, it was found that the average in all aspects was at a high level (\bar{X} = 4.36, S.D.=0.47). 3) As for user satisfaction assessment results of the website, it was found that the overall average in all aspects was at the highest level (\bar{X} =4.68, S.D.=0.51).

Keywords : Online document, Digital Forms, Kanchanaburi Road Construction Training Center

บทนำ

ด้วยปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในมิติต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม อันนำไปสู่การปรับตัวเพื่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขัน ความสามารถในการเรียนรู้ และความสามารถในการจัดการบริหารในเรื่องต่าง ๆ เทคโนโลยีดิจิทัลที่มีการพัฒนาสู่การเปลี่ยนแปลงในระบบเศรษฐกิจและสังคมนั้น กลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะเป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมให้เกิดประโยชน์ในมิติต่าง ๆ เกิดการเอื้ออำนวยความสะดวกให้ทั้งในภาคเอกชน และภาครัฐ เช่น มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อจัดทำเป็นสื่อการเรียนการสอน มีระบบการสอนทางไกลและมีห้องปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ เพื่อให้นักเรียนและนักศึกษาได้มีโอกาสเรียนรู้และปฏิบัติจริงมากขึ้น มีการให้บริการการพิมพ์ - คัดผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ใช้การฝังแถบแม่เหล็กเข้าไปในหนังสือ และมีเครื่องตรวจจับหนังสือที่ถูกนำออกจากห้องสมุดโดยที่ยังไม่ถูกพิมพ์ เพื่อป้องกันการสูญหายของหนังสือ (ตีวมาสเตอร์ แอดมิน, 2563) นอกจากนี้ยังพบว่าภาครัฐได้นำเทคโนโลยีมาพัฒนาเป็นระบบการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ใช้สามารถรับบริการต่าง ๆ ผ่านช่องทางออนไลน์ แทนการเดินทางมาติดต่อที่หน่วยงานหรือสำนักงาน รวมถึงช่วยลดช่องว่าง และความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงข้อมูลและบริการภาครัฐต่าง ๆ ภาครัฐสามารถชี้แจงและเผยแพร่ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเข้ารับบริการแก่ประชาชนได้อย่างทั่วถึง ซึ่งเมื่อใดก็ตามที่ผู้ใช้งานทำรายการผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Service) ระบบจะบันทึกรายละเอียดทั้งหมดเก็บไว้ในรูปแบบออนไลน์ที่ช่วยลดการตรวจสอบและประหยัดเวลาในการจัดทำเอกสารของเจ้าหน้าที่รัฐได้ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2564)

ศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี เป็นหน่วยงานของภาครัฐที่พยายามผลักดันให้หน่วยงานปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานในรูปแบบใหม่สู่การทำงานดิจิทัลมากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดิจิทัล ผู้วิจัยซึ่งได้มีโอกาสเข้าไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพในแผนกงานบุคคล ซึ่งเป็นงานที่มีความเกี่ยวข้องกับเอกสารต่าง ๆ ของฝ่ายบุคคล เช่น เอกสารการลาประเภทต่าง ๆ การสมัครงาน การขอมิบัติประจำตัว เป็นต้น จากการปฏิบัติงานพบว่า ปัจจุบันหน่วยงานจัดเก็บแบบฟอร์มในรูปแบบของเอกสาร หากบุคลากรที่ต้องการใช้แบบฟอร์มจะต้องโทรศัพท์หรือเดินทางมายังหน่วยงาน เพื่อให้หน่วยงานสารบรรณถ่ายสำเนาเอกสาร จึงจะทำการเขียนแบบฟอร์มต่าง ๆ ทำให้เกิดความยุ่งยาก ความล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาด เพราะทางหน่วยงานมีบุคลากรที่ต้องออกไปปฏิบัติหน้าที่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น จังหวัดราชบุรี จัดหวัดตาก ทำให้เกิดปัญหาในการเดินทาง

ติดต่อราชการเพื่อขอแบบฟอร์ม และความผิดพลาดในการอ่านข้อมูล จากปัญหาดังกล่าวของหน่วยงานที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานใหม่เพื่อให้เกิดการทำงานในรูปแบบดิจิทัลมากขึ้น

จากความสำคัญและสภาพปัญหา ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงเทคโนโลยีกูเกิ้ล ไซต์ (Google Site) รายละเอียดและความสามารถพบว่า เป็นหนึ่งเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะกูเกิ้ล ไซต์สามารถช่วยในการสร้างเว็บไซต์สะดวก สบาย มากขึ้น ช่วยประหยัดเวลาในการเขียนโค้ด (code) ลดระยะเวลาในการปรับแต่ง ไม่มีค่าใช้จ่าย สามารถใช้บริการได้ฟรีผ่านบัญชี Gmail สำหรับในส่วนของการแสดงผลยังสามารถแสดงผลหน้าจอดีหลากหลายอุปกรณ์ เปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลไปตามอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือแม้กระทั่งหน้าจอสมาร์ตโฟน และสามารถเชื่อมต่อบริการต่าง ๆ ของทาง Google ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอีกด้วย (อลงกรณ์ เต็งสมุทร, 2556) จึงนำมาสู่แนวคิดการพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ลดความยุ่งยาก ความล่าช้า การผิดพลาด มีความเป็นระบบดิจิทัลฟอร์มมากยิ่งขึ้น และง่ายต่อการใช้แบบฟอร์มของบุคลากรภายในหน่วยงาน โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

- 1) เพื่อพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี
- 2) เพื่อประเมินคุณภาพเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี
- 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานการพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี ผู้วิจัยพัฒนาและออกแบบโดยใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังมี (Souvik, 2019)

ขั้นตอนที่ 1 การค้นหาปัญหาขององค์กร (Problem Recognition) พบว่าปัจจุบันหน่วยงานจัดเก็บแบบฟอร์มในรูปแบบของเอกสาร หากบุคลากรที่ต้องการใช้แบบฟอร์ม จะต้องโทรศัพท์หรือเดินทางมายังหน่วยงาน เพื่อให้หน่วยงานสารบรรณถ่ายสำเนาเอกสาร จึงจะทำการเขียนแบบฟอร์มต่าง ๆ ทำให้เกิดความยุ่งยาก ความล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาด เพราะทางหน่วยงานมีบุคลากรที่ต้องออกปฏิบัติหน้าที่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น จังหวัดราชบุรี จัดหวัดตาก ทำให้เกิดปัญหาในการเดินทางติดต่อราชการเพื่อขอแบบฟอร์ม และความผิดพลาดในการอ่านข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ผู้วิจัยศึกษาความเป็นไปได้ทั้งในส่วนของความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ และความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งทั้ง 3 ประเด็นพบว่า

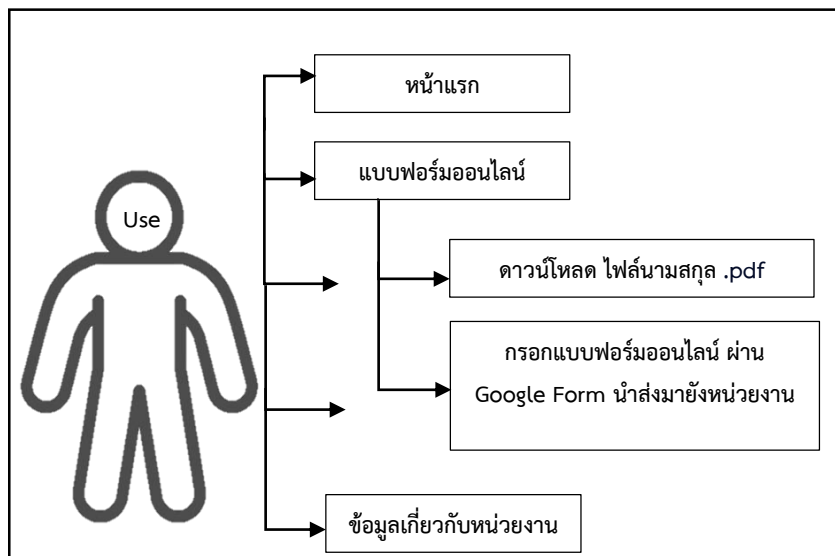
2.1 ความเป็นไปได้ทางเทคนิค สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคขององค์กร พบว่า 1) มีบุคลากรที่มีความรู้ในการพัฒนาระบบงานใหม่ 2) มีผู้เชี่ยวชาญที่มีความชำนาญในด้านโปรแกรมที่จะนำมาพัฒนาระบบงานใหม่ และ 3) ผู้วิจัยมีความเชี่ยวชาญในระดับหนึ่งที่จะสามารถใช้โปรแกรมได้ และด้านเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในระบบใหม่ที่จะพัฒนา พบว่า 1) ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ 2) ด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ และรวมไปถึงฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์นั้น มีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพในการทำงานเป็นอย่างดี 3) ฮาร์ดแวร์ และ

ซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้งานนั้น ไม่มีอุปสรรค หรือปัญหา ที่จะก่อให้เกิด การทำงานที่ไม่สามารถเข้ากันได้ และ 4) ซอฟต์แวร์สามารถรองรับเวอร์ชันในอนาคตได้เป็นอย่างดี

2.2 ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ การพัฒนาเว็บไซต์ใช้โปรแกรมและภาษา ได้แก่ Google Site, Google Form, Google Sheets, Google Slides, Power Point, Adobe Photoshop และภาษา HTML จึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาโปรแกรม ทำให้สามารถลดต้นทุนในการหาซอฟต์แวร์ลงไปได้

2.3 ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน การพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี สามารถพัฒนาและใช้งานได้จริง ด้วยความพร้อมของทางด้านอุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมถึงวัสดุต่าง ๆ เพียงพอต่อการพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี ได้เป็นอย่างดี

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลปัญหาและความต้องการ โดยทำการวิเคราะห์ระบบการทำงานเดิม และทำการรวบรวมความต้องการในการพัฒนาเว็บไซต์จากการสอบถามผู้ใช้งาน สามารถสรุปความต้องการ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทำงานของเว็บไซต์จากการศึกษาและวิเคราะห์

จากภาพที่ 1 อธิบายได้ดังนี้

3.1 ผู้ใช้งานมีความต้องการให้ผู้วิจัยพัฒนาเว็บไซต์ให้มีรายละเอียดแบบฟอร์มของหน่วยงาน ดังนี้

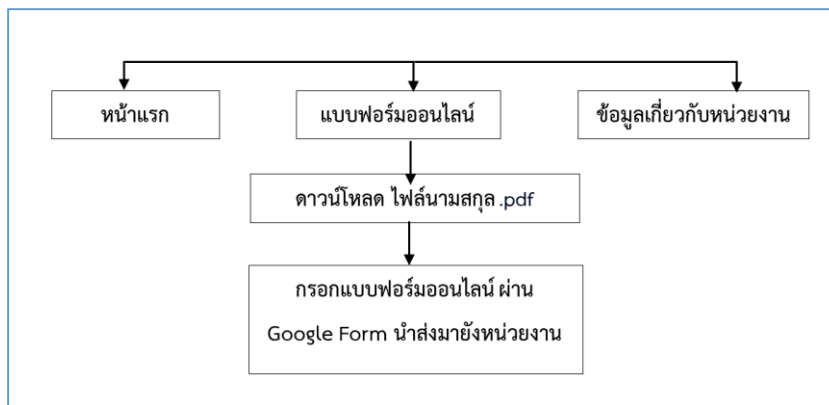
- 1) ใบสมัครลูกจ้างชั่วคราว
- 2) คำร้องขอออกหนังสือรับรองเงินเดือน
- 3) ใบลา
 - 3.1) ลาป่วย คลอดบุตร ลากิจส่วนตัว
 - 3.2) ลาพักผ่อน
 - 3.3) ลาอุปสมบท
 - 3.4) ลาไปศึกษา ฝึกอบรม ปฏิบัติการวิจัย หรือดูงาน
- 4) ใบขอยกเลิกวันลา
- 5) คำขอมิบัติประจำตัว หรือขอบัตรใหม่

3.2 ผู้ใช้งานต้องการเว็บไซต์ที่มีความสามารถดังนี้

- 1) สามารถเพิ่ม, ลบ แก้ไขข้อมูล หากบันทึกข้อมูลในแบบฟอร์มผิดพลาด
- 2) สามารถค้นหาแบบฟอร์มต่าง ๆ ของศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี ได้ทุกที่ทุกเวลา
- 3) สามารถดูผลการบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์นามสกุล .pdf ได้ และสามารถพิมพ์เอกสารออกทาง

เครื่องพิมพ์

ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบ (Design) นำผลการวิเคราะห์หามาออกแบบเว็บไซต์ ออกแบบการทำงาน กำหนดคุณลักษณะการทำงาน ทราบถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา รวบรวมข้อมูลแบบฟอร์ม ศึกษาผลลัพธ์ที่ควรได้ ซึ่งขั้นตอนนี้จะเริ่มมีการระบุลักษณะการทำงานของระบบทางเทคนิค รายละเอียดคุณลักษณะอุปกรณ์ที่ใช้ เทคโนโลยีที่ใช้ ลักษณะของการนำข้อมูลเข้า ลักษณะรูปแบบรายงานที่เกิด และผลลัพธ์ที่ได้ โดยมีรายละเอียดการออกแบบ แฉนผัง 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนแรกประกอบด้วย (Home) คือ หน้าแรกของเว็บไซต์ 2) แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแบบฟอร์ม ออนไลน์ของหน่วยงานศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี ที่สามารถโหลดเอกสารแบบฟอร์มออนไลน์ นามสกุล .pdf และ กรอกแบบฟอร์มออนไลน์ ผ่าน Google Form เพื่อนำส่งมายังหน่วยงานศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี และ 3) ข้อมูล เกี่ยวกับหน่วยงานศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การออกแบบแผนผังเว็บไซต์

ขั้นตอนที่ 5 การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) ผู้วิจัยพัฒนาระบบด้วยโปรแกรมและภาษา ได้แก่ Google Site, Google Form, Google Sheets, Google Slides, Power Point, Adobe Photoshop และภาษา HTML จากนั้นทำการทดสอบหาข้อผิดพลาด (Testing) ด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จนมั่นใจว่าถูกต้องและตรงตามความต้องการ หากพบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการทำงานของระบบ ต้องปรับแก้ไขให้เรียบร้อยพร้อมใช้งานก่อนนำไปติดตั้งใช้จริง และผู้วิจัยจัดทำคู่มือการใช้งานและนำ เว็บไซต์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ใช้งานเว็บไซต์จริง จำนวน จำนวน 52 คน

ขั้นตอนที่ 6 การติดตั้ง (Implementation) ผู้วิจัยเผยแพร่เว็บไซต์ที่ได้ผ่านการทดสอบและแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เข้าใช้งาน และประเมินความพึงพอใจตามระยะเวลาที่กำหนด นำคะแนนผลการประเมินจากการตอบแบบประเมินของผู้เข้าใช้งานมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อนำไปสรุปผลที่ได้รับจากการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 การซ่อมบำรุงระบบ (System Maintenance) เว็บไซต์ที่ผ่านการทดสอบแล้วไปใช้งานจริง อาจเกิดปัญหาขึ้นได้ภายหลัง จึงวางแผนเตรียมการรองรับแก้ไขปัญหาในการใช้งาน โดยผู้วิจัยได้มอบบัญชีผู้ดูแลระบบให้กับเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานเพื่อทำหน้าที่ดูแลระบบและควบคุมกับการให้คำปรึกษาหากหน่วยงานมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้นระหว่างการใช้งานเว็บไซต์

เครื่องมือที่ใช้

1) การพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี พัฒนาด้วยโปรแกรมและภาษา ได้แก่ Google Site, Google Form, Google Sheets, Google Slides, Power Point, Adobe Photoshop และภาษา HTML

2) แบบประเมิน ประกอบด้วย 2 ชุด ได้แก่

2.1) แบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญ มีลักษณะของแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ มีเนื้อหาครอบคลุมประเด็น 1) ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานเว็บไซต์ (Function Requirements Test) 2) ด้านความถูกต้องในการทำงานของเว็บไซต์ (Functional Test) 3) ด้านความง่ายต่อการใช้งานเว็บไซต์ (Usability Test) 4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของเว็บไซต์ (Security Test) ซึ่งแบบประเมินนี้สร้างขึ้นโดยวิธีการ Black Box Testing

2.2) แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ใช้งานมีลักษณะของแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ มีเนื้อหาครอบคลุม 2 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ (Design) 2) ด้านคุณภาพของเนื้อหา (Content)

โดยแบบประเมินทั้ง 2 ชุด ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยข้อคำถามมีค่า IOC มากกว่า 0.50 ทุกข้อ และการหาค่าความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ บุคลากรที่ปฏิบัติงาน ศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี

2) กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคลากรที่ปฏิบัติงาน ศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี ซึ่งเป็นผู้ใช้งานเว็บไซต์ในระหว่างเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2566 จำนวน 52 คน โดยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

สถิติที่ใช้และการวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยวิธี Black Box Testing (Mustafa K. and Khan, R.A., 2007) วิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพ ซึ่งเก็บจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานเว็บไซต์ จำนวน 52 คน โดยแบบประเมินที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ และผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีการแปลความหมายใช้เกณฑ์ประเมินผลโดยอิงเกณฑ์หาค่าเฉลี่ยเมื่อทำการวิเคราะห์แปลผลและกำหนดระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ซึ่งมีช่วงกว้างเท่า ๆ กัน และสามารถคำนวณได้ดังนี้ (Fisher, 1998)

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{(\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด})}{\text{จำนวนชั้น}}$$
$$0.8 = \frac{5-1}{5}$$

ค่าเฉลี่ย 4.21-5.00 = มากที่สุด, ค่าเฉลี่ย 3.41-4.20 = มาก, ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 = ปานกลาง, ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 = น้อย, ค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 = น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1) ผลการพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษา ศูนย์ สร้างทางกาญจนบุรี

1.1) เว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทาง
กาญจนบุรี สร้างด้วยโปรแกรม Google Site, Google Form, Google Sheets, Google Slides, Power Point,
Adobe Photoshop และภาษา html

1.2) เว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทาง
กาญจนบุรี ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

1.2.1) ใบสมัครลูกจ้างชั่วคราว

1.2.2) คำร้องขอออกหนังสือรับรองเงินเดือน

1.2.3) ใบลา ประกอบด้วย ลาป่วย คลอดบุตร ลากิจส่วนตัว ลาพักผ่อน ลาอุปสมบท ลาไปศึกษา
ฝึกอบรม ปฏิบัติการวิจัย หรือดูงาน

1.2.4) ใบขอยกเลิกวันลา

1.2.5) คำขอมิบัติประจำตัว หรือขอบัตรใหม่

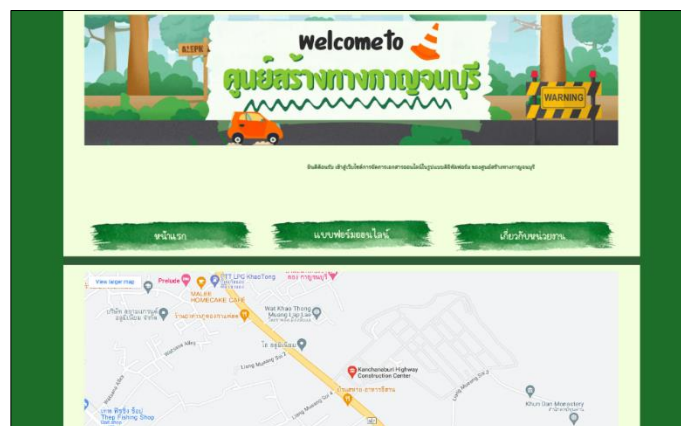
1.3) เว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทาง
กาญจนบุรี สามารถทำงานได้ดังนี้

1.3.1) สามารถเพิ่ม, ลบ แก้ไขข้อมูล หากบันทึกข้อมูลในแบบฟอร์มผิดพลาด

1.3.2) สามารถค้นหาแบบฟอร์มต่าง ๆ ของศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี ได้ทุกที่ทุกเวลา

1.3.3) สามารถดูผลการบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์นามสกุล .pdf ได้ และสามารถพิมพ์เอกสารออกทาง
เครื่องพิมพ์

จากขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ ผลการพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสาร
ออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี แสดงดังภาพที่ 3 – 10

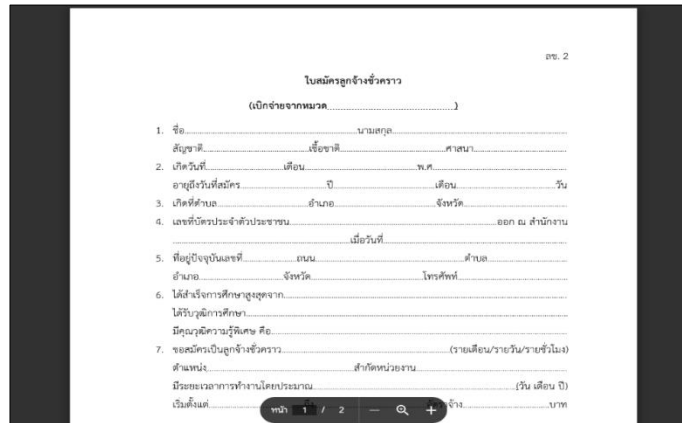


ภาพที่ 3 หน้าแรกของ เว็บไซต์

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 4 หน้า แบบฟอร์มออนไลน์ แสดงแบบฟอร์มของหน่วยงานทั้งหมด

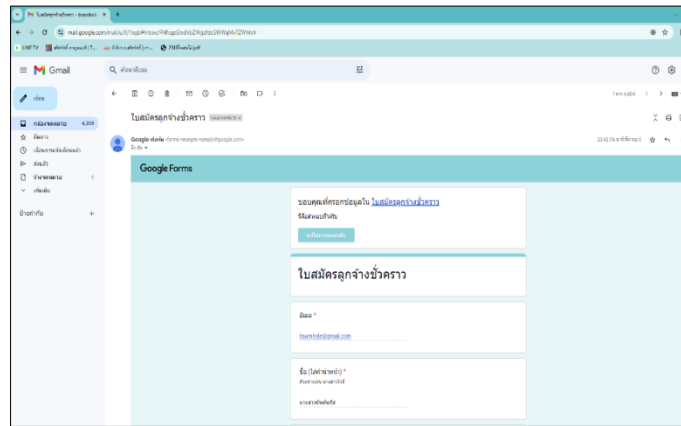


ภาพที่ 5 แบบฟอร์มในรูปแบบไฟล์นามสกุล .pdf ของใบสมัครจ้างชั่วคราว

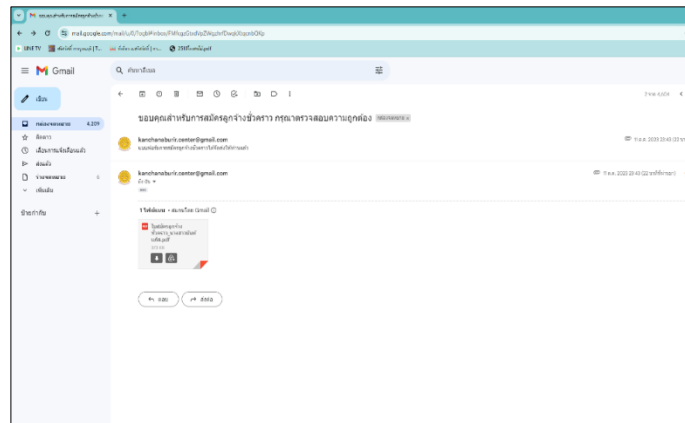


ภาพที่ 6 แบบฟอร์มออนไลน์ ของใบสมัครจ้างชั่วคราว

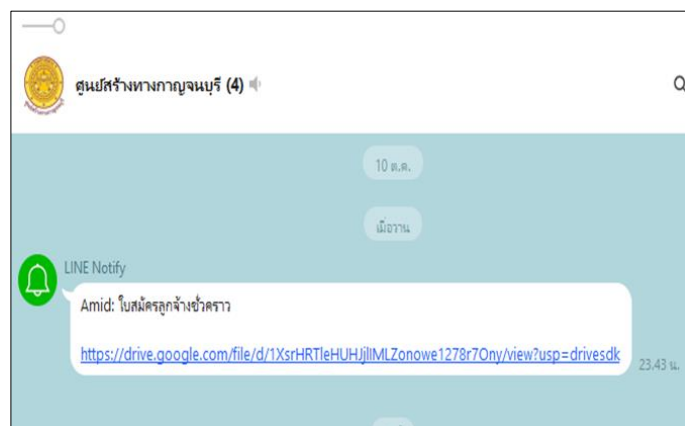
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 7 การตอบกลับอีเมลส่วนที่ 1 ได้บันทึกแบบฟอร์มเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 8 การตอบกลับอีเมลส่วนที่ 2 ดูตัวอย่างการบันทึกเป็น .pdf



ภาพที่ 9 การตอบกลับผ่านทาง แอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 10 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับหน่วยงาน

2) ผลการประเมินคุณภาพเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินคุณภาพเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี จากการทดลองใช้งานด้วยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินและให้เกณฑ์ประเมินที่กำหนดค่าความหมายดังการประเมินดังนี้ (Fisher, 1998)

4.21 – 5.00 = มากที่สุด

3.41 – 4.20 = มาก

2.61 – 3.40 = ปานกลาง

1.81 – 2.60 = น้อย

1.00 – 1.80 = น้อยที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=3)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานเว็บไซต์ (Function Requirements Test)	4.50	0.58	มากที่สุด
2. ด้านความถูกต้องในการทำงานของเว็บไซต์ (Functional Test)	4.25	0.44	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งานเว็บไซต์ (Usability Test)	4.50	0.58	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของเว็บไซต์ (Security Test)	4.17	0.29	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน	4.36	0.47	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า คุณภาพเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.36$, S.D.=0.47) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานเว็บไซต์ (Function Requirements Test) และด้านความง่ายต่อการใช้งานเว็บไซต์ (Usability Test) มีค่าเฉลี่ยในจำนวนที่เท่ากัน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.50$, S.D.=0.58) รองลงมา ด้านความถูกต้องในการทำงานของเว็บไซต์ (Functional Test) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.25$, S.D.=0.44) และด้านการรักษาความปลอดภัยของเว็บไซต์ (Security Test) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.17$, S.D.=0.29) ตามลำดับ

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้เว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษา ศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี จากการประเมินของผู้ใช้งาน จำนวน 52 คน โดยใช้แบบประเมินและให้เกณฑ์ประเมินที่กำหนดค่าความหมายดังการประเมินดังนี้ (Fisher, 1998)

4.21 – 5.00 = มากที่สุด

3.41 – 4.20 = มาก

2.61 – 3.40 = ปานกลาง

1.81 – 2.60 = น้อย

1.00 – 1.80 = น้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี (n=52)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ (Design)	4.67	0.51	มากที่สุด
2. ด้านคุณภาพของเนื้อหา (Content)	4.69	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน	4.68	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ใช้งานเว็บไซต์มีความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมทั้งสองด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.68, S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผู้ใช้งานพึงพอใจในด้านคุณภาพของเนื้อหา (Content) อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.69, S.D. = 0.50) และด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ (Design) อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.67, S.D. = 0.51) ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

1. การพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษาศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี พัฒนาขึ้นตามความต้องการและปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ลดความผิดพลาด มีความเป็นระบบมากขึ้น ง่ายต่อการใช้แบบฟอร์มเอกสารต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย เรื่อง การบริหารจัดการแบบฟอร์มออนไลน์สำหรับงานบัณฑิตศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ (สุภรติ สุขวิสุทธิ, 2564) กล่าวคือ การบริหารจัดการแบบฟอร์มสำหรับงานบัณฑิตศึกษา การทำงานเดิมนิสิตจะต้องเดินทางมายังสถานที่ตั้งและเขียนแบบฟอร์มด้วยลายมือทำให้เกิดความผิดพลาด ซึ่งมีความต้องการตรงกันในเรื่อง ความสะดวก ลดขั้นตอน ลดค่าใช้จ่าย การจัดเก็บเอกสารมีความง่ายต่อการสืบค้น ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาตามวงจรการพัฒนากระบวนการ (System Development Life Cycle : SDLC) จำนวน 7 ขั้นตอน (Souvik, 2019) ขั้นตอนที่ 1 ค้นหาปัญหาขององค์กร เล็งเห็นถึงปัญหา และกำหนดเป้าหมาย ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาความเหมาะสมในการพัฒนา และความพร้อมในการเปลี่ยนแปลง ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ ระบบงานเดิม ความต้องการ และเขียนแผนผังการทำงาน ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบ ออกแบบเว็บไซต์ ออกแบบการทำงาน และกำหนดคุณลักษณะ ขั้นตอนที่ 5 พัฒนาและ ทดสอบ พัฒนาการทำงาน ทดสอบการเรียกใช้ข้อมูล ขั้นตอนที่ 6 ติดตั้ง ติดตั้งลงเว็บไซต์ จัดทำคู่มือการใช้งานขั้นตอนที่ 7 ซ่อมบำรุง ติดตามผลการใช้งาน เก็บรวบรวมข้อบกพร่อง และวางแผนการพัฒนาต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบบริหารจัดการเอกสารสำนักงานอัตโนมัติด้านข่าวประกาศ ข้อมูลบุคลากร และ แบบฟอร์ม

อิเล็กทรอนิกส์ สถาบันแห่งชาติเพื่อการพัฒนาเด็กและครอบครัว (วรรณอนงค์ พิพัฒน์อารยกุล และ สุเมต ชื่นชู, 2562) ประเด็นสำคัญที่ตรงกันคือ การนำแนวคิดการพัฒนาตามวงจรการพัฒนาแบบ (System Development Life Cycle : SDLC) จำนวน 7 ขั้นตอน เช่นเดียวกัน ซึ่งพบว่า ระบบบริหารจัดการเอกสารสำนักงาน อัตโนมัติ สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองความต้องการของบุคลากรได้

2. ผลการประเมินคุณภาพเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษา ศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี โดยใช้วิธีการประเมินผลแบบ Black Box Testing (Mustafa K. and Khan, R.A., 2007) และเครื่องมือแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ นำระดับคะแนนทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน อยู่ ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.36$, $S.D.=0.47$) จากผลการประเมินทำให้เห็นได้ว่าผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาโดยการใช้ โปรแกรมประยุกต์ของ Google โดยเลือกใช้โปรแกรม Google Site, Google Form, Google Sheets และ Google Slides เพื่อการทำงานของเว็บไซต์ที่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามความต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนา ระบบจองเวลาใช้เครื่องมือห้องปฏิบัติการทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (จรรยา ชื่น อารมณ, 2562) มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจขั้นตอน ระยะเวลา และปัญหาของการจองใช้ห้องปฏิบัติการทันตวัสดุแบบ ลงบันทึกในสมุดปฏิทิน ลงทะเบียนเป็นผู้ใช้ Google และเลือกใช้โปรแกรมประยุกต์ของ Google เพื่อออกแบบระบบ สร้างหน้าเพจสำหรับจองใช้เครื่องมือไว้ที่เว็บไซต์ของห้องปฏิบัติการ พร้อมมีปุ่มลิงค์เพื่อกรอกแบบฟอร์มจองเครื่องมือ ออนไลน์จนได้ระบบจองเวลาใช้เครื่องมือห้องปฏิบัติการทันตวัสดุคณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่มีคุณภาพ และสามารถใช้งานได้จริง

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษา ศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี จากผู้ใช้งาน จำนวน 52 คน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.68$, $S.D.=0.51$) สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการแบบฟอร์ม อิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี (ชนกฤต มิตร สงเคราะห์, 2564) มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาระบบการจัดการแบบฟอร์ม เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจและสอดคล้องกับงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบการเบิกจ่ายทรัพยากรกลุ่มบริหารเวชภัณฑ์ และโลจิสติกส์ ในช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (ธัญญรัตน์ ธัญญพันธ์ และคณะ, 2565) มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพ และพัฒนาระบบการเบิกจ่ายทรัพยากรเก็บข้อมูลความคลาดเคลื่อน หาแนวทางแก้ไขป้องกัน และเพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ผลจากงานวิจัยนี้พบว่า ระบบการเบิกจ่ายทรัพยากรสามารถลดค่าใช้จ่าย สามารถปรับเปลี่ยนเป็นแบบออนไลน์ได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้การทำงานที่มีประสิทธิภาพ สะดวก รวดเร็ว

สรุปผล

การพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษา ศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี ผู้ใช้ศึกษาทฤษฎีวงจรการพัฒนาแบบสารสนเทศ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา 2) การวิเคราะห์การดำเนินงานพัฒนาระบบ 3) การออกแบบ 4) การพัฒนา 5) การทำสอบ 6) การติดตั้งและงานใช้งาน และ 7) การ บำรุงรักษา เป็นแนวทางในการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อนำเว็บไซต์มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ลดความ ยุ่งยาก ความล่าช้า การผิดพลาด มีความเป็นระบบดิจิทัลฟอร์มมากยิ่งขึ้น และง่ายต่อการใช้แบบฟอร์มของบุคลากร ภายในหน่วยงาน โดยเว็บไซต์เข้าใช้งานได้ผ่านระบบออนไลน์อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเครือข่าย อินเทอร์เน็ต มีความสามารถ ในการเพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา และบันทึกข้อมูลแบบฟอร์มต่าง ๆ ได้ผ่านหน้าเว็บไซต์ ในลักษณะออนไลน์ 24 ชั่วโมง อีกทั้งรายงานผลการบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์นามสกุล .pdf ได้ผ่านอีเมล และสามารถดาวน์โหลดหรือพิมพ์เอกสารออกทาง เครื่องพิมพ์ได้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าหลังพัฒนาตามกระบวนการ เว็บไซต์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุ ตามวัตถุประสงค์ โดยเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพ

และความพึงพอใจ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน สามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ลดความยุ่งยาก ความล่าช้า การผิดพลาด มีความเป็นระบบ มากยิ่งขึ้น และง่ายต่อการใช้แบบฟอร์มของบุคลากรภายในหน่วยงาน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาเว็บไซต์ดิจิทัลฟอร์ม (Digital Form) เพื่อการจัดการเอกสารออนไลน์ กรณีศึกษา ศูนย์ สร้างทางกาญจนบุรี ครั้งนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากบุคคลหลายท่านที่ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความกรุณา มา โดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นฤตต์ จรเจริญ และอาจารย์วิยะดา พลชัย อาจารย์ในสาขาวิชา เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อธุรกิจ ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ความรู้ ตรวจสอบแก้ไข ปรับปรุงในส่วนที่บกพร่องต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ ตลอดจนหน่วยงานศูนย์สร้างทางกาญจนบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ เป็นอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- จรรยา ชื่นอารมณ. 2562. การพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือห้องปฏิบัติการทันตวัสดุคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วารสาร Mahidol R2R e-Journal 6: 70-79.
- ชนกฤต มิตรสงเคราะห์. 2564. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการแบบฟอร์ม อิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี 11: 127-140.
- ธัญญรัตน์ ธัญญพันธ์ และคณะ. 2565. การพัฒนาระบบการเบิกจ่ายทรัพยากรกลุ่มบริหารเวชภัณฑ์ และโลจิสติกส์ ในช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019. วารสารสถาบันป้องกันควบคุมโรคเขตเมือง 7: 24-35.
- ติวเตอร์ แอดมิน. 2563. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี. แหล่งข้อมูล: <https://shorturl.asia/xG2Kp>.
ค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2566.
- วรรณอนงค์ พิพัฒน์อารยกุล และ สุเมต ชื่นชู. 2562. การพัฒนาระบบบริหารจัดการเอกสารสำนักงานอัตโนมัติ ด้านข่าวประกาศ ข้อมูลบุคลากร และแบบฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันแห่งชาติเพื่อการพัฒนาเด็กและครอบครัว. วารสารการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย 6(1): 9-18.
- สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. 2564. Government e-Service ยกระดับขีดความสามารถภาครัฐ เพื่อให้บริการประชาชน. แหล่งข้อมูล: <https://www.eta.or.th/th/ Useful-Resource/Digital-Service/The-Power-and-Development-of-Government-e-Services.aspx>.
ค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2566.
- สุภรติ สุขวิสุทธิ. 2564. การบริหารจัดการแบบฟอร์มออนไลน์สำหรับงานบัณฑิตศึกษาใน สถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐ. วารสาร Mahidol R2R e-Journal 8: 185-198.
- อลงกรณ์ เต็งสมุทร. 2556. Google Site คืออะไร. แหล่งข้อมูล: <https://www.ninetechno.com/a/google-site/829-what-is-google-site.html>. ค้นเมื่อ 19 กรกฎาคม 2566
- Fisher, J. M. 1998. First Grader's Perception of Their Learning: A Qualitative Study of Motivation for Literacy. Dissertation Abstract International. 59: 1903-A: December.

Mustafa, K. and Khan, R. A. 2007. Software Testing: Concepts and Practices. English: Alpha Science.
Souvik. 2019. 7 Stages/Phases of the Software Development Life Cycle (SDLC). Available:
<https://www.rswebsols.com/tutorials/programming/stages-phases-software-development-life-cycle-sdlc>. Accessed Jul.19, 2023.

การพัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี

The Development of Electronic Book (e-book) Website to Promote Reading
of Primary Students, Ban Nong Khui School, Kanchanaburi Province

ปฏิภาณ มาลาพงษ์^{1*} นิรุทธ์ จรเจริญ¹ ณรงค์ พันธุ์คง¹ และมาลินี คำเครือ¹

Patipan Malapong^{1*}, Nirut Jorncharoen¹, Narong Punkong¹ and Malinee Kumkrua¹

¹ หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
70 หมู่ 4 ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71000

¹ Bachelor of Business Administration Program in Business Computer, Faculty of Management Science, Kanchanaburi
Rajabhat University, 70 M. 4, Nong Bua Subdistrict, Mueang District, Kanchanaburi Province 71000

*Corresponding author E-mail: 63124090106@kru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี 2) เพื่อประเมินคุณภาพของเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานพัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี ผู้วิจัยพัฒนาและออกแบบเว็บไซต์โดยใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle :SDLC) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรม Anyflip, Canva และ Google sites ผู้วิจัยใช้แบบประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และแบบประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) เว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี สามารถเข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/view/e-book-e-learning/หน้าแรก?authuser=0> เว็บไซต์แสดงหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์, หนังสือนิทานอิเล็กทรอนิกส์, และข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียน และผู้ดูแลเว็บไซต์สามารถแก้ไขเพิ่มเติม ลบข้อมูลบนเว็บไซต์ได้ ช่วยเพิ่มช่องทางการเรียนการสอน และสามารถเปิดและอ่านหนังสือบนเว็บไซต์ได้ 2) ผลการประเมินคุณภาพของเว็บไซต์ มีค่าเฉลี่ยโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.78, S.D.=0.16) และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ยโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.70, S.D.=0.54)

คำสำคัญ : เว็บไซต์, หนังสืออิเล็กทรอนิกส์, ส่งเสริมการอ่าน

Abstract

The objectives of this research were; 1) to developing of an Electronic Book (e-book) Website to Promote Reading of Primary Students, Ban Nong Khui School, Kanchanaburi Province. 2) to assess the quality of an Electronic Book (e-book) Website to Promote Reading of Primary Students, Ban Nong Khui School, Kanchanaburi Province. And 3) to assess the satisfaction for users of an Electronic Book (e-book) Website to Promote Reading of Primary Students, Ban Nong

Khui School, Kanchanaburi Province. The researcher developed and designed the website by using the Information Systems Development Cycle (SDLC) principle. The research data consisted of: Anyflip, Canva and Google sites. The researcher used a quality assessment form from 3 experts and a satisfaction assessment form from 30 users. The data were analyzed by descriptive statistics such as percentage, mean and standard deviation.

The results showed that 1) the Electronic Book (e-book) Website to Promote Reading of Primary Students, Ban Nong Khui School, Kanchanaburi Province is available from <https://sites.google.com/view/e-book-e-learning/หน้าแรก?authuser=0>. The website consists of electronic textbooks, electronic storybooks, and basic information about the school. Website administrators have the ability to edit, add, and delete information on the site. The platform aims to enhance learning opportunities, allowing users to access and read books directly on the website. 2) As for the quality assessment results of the website, it was found that the average in all aspects was at a high level ($\bar{X}=4.78$, S.D.=0.16). 3) As for user satisfaction assessment results of the website, it was found that the overall average in all aspects was at the highest level ($\bar{X}=4.70$, S.D.=0.54).

Keywords : development, website, electronic book (e-book)

บทนำ

ปัจจุบันมีสื่อมัลติมีเดียมากมายถูกเผยแพร่ในรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน เว็บไซต์เป็นช่องทางหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการเผยแพร่สื่อความรู้ต่าง ๆ บนอินเทอร์เน็ต ที่มีความสำคัญและมีบทบาทอย่างมากในเรื่องของการนำเสนอสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้เนื่องจากเว็บไซต์มีคุณสมบัติที่สามารถนำเสนอเผยแพร่ ข้อมูลและสื่อต่าง ๆ ได้อย่างไร้ขีดจำกัด ผู้ใช้สามารถเข้ามาเปิดศึกษาหาความรู้ได้ตลอดเวลา เว็บไซต์เป็นช่องทางในการเผยแพร่ข้อมูลรูปแบบใหม่ไปสู่กลุ่มเป้าหมาย สามารถเข้าถึงสื่อได้โดยสะดวกและรวดเร็วผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งเว็บไซต์นั้นเป็นช่องทางที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างมาก ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำกว่าสื่ออื่น ๆ มีอายุการใช้งานยาวนาน สามารถอัปเดตข้อมูลเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เป็นสื่อที่สามารถสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์หลากหลาย โปรแกรมให้เลือกใช้งาน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์บนอินเทอร์เน็ต ที่มีความทันสมัยและเหมือนกับการอ่านหนังสือจริง ๆ ปัจจุบันมีการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ เนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ที่สามารถแทรกรูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว แบบทดสอบ สามารถเชื่อมโยงไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนในหนังสือและเว็บไซต์ ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์และสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ (สิริภัทร เมืองแก้ว และกุลสิรินทร์ อภิรัตน์วรเดช, 2561) อีกประการหนึ่งที่สำคัญคือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา โดยทั่วไปสื่อความรู้จะเป็นข้อมูลที่สามารถอ่านผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์แบบธรรมดา นอกจากนั้นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งคุณสมบัติจะไม่มีในหนังสือธรรมดาทั่วไป ทั้งนี้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกนำไปเผยแพร่อยู่บนเว็บไซต์เป็นจำนวนมาก (พัชชา อินทร์ศรี, 2555)

โรงเรียนบ้านหนองขุย ตั้งอยู่ ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี เปิดการเรียนการสอนในระดับชั้นอนุบาลถึงชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จากการศึกษาข้อมูลพบว่า พบปัญหาที่เกิดขึ้นยังไม่มีเว็บไซต์สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในการใช้การเรียนการสอนเด็กนักเรียน และจากการสอบถามนักเรียน

ระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 – 6 มีความต้องการเรียนรู้และอ่านหนังสือในรูปแบบใหม่ ที่ไม่ใช่การเรียนจากหนังสือแบบเดิม อีกทั้งการจัดการสอนนั้นไม่ได้มีการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือโปรแกรมต่าง ๆ ให้เป็นประโยชน์ มีเพียงการนำเสนอสื่อจากหนังสือและโปสเตอร์สื่อความรู้เท่านั้น โดยทางคุณครูมีปัญหาในเรื่องของการใช้หนังสือเรียนที่มีความทรุดโทรมตามระยะเวลาการใช้งานซ้ำ ๆ มาหลายปี และเด็กนักเรียนไม่สนใจในการอ่านหนังสือ

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการพัฒนาเว็บไซต์และการเผยแพร่หนังสือในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยการนำโปรแกรม Anyflip, Canva และ Google sites เป็นส่วนประกอบในการสร้างเว็บไซต์หนังสือสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เป็นการเพิ่มช่องทางในการเลือก อ่านหนังสือและการเผยแพร่ความรู้ให้กับเด็กนักเรียนอีกช่องทางหนึ่ง ช่วยให้นักเรียนสนใจที่จะอ่านหนังสือและตั้งใจเรียนมากขึ้น และผู้ใช้ที่ชอบอ่านหนังสือสามารถเข้าอ่านได้ทุกวัน เพราะเนื้อหาของหนังสือเป็นสื่อที่มีความเหมาะสมสำหรับเด็กนักเรียนและบุคคลทั่วไป เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

- 1) เพื่อพัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี
- 2) เพื่อประเมินคุณภาพของเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี
- 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานพัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้วางแผนการพัฒนางานวิจัยโดยได้ประยุกต์ใช้กระบวนการพัฒนาระบบงาน SDLC ตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้ (Souvik, 2019)

ขั้นตอนที่ 1 การค้นหาปัญหาขององค์กร (Problem Recognition) พบว่า ยังไม่มีเว็บไซต์สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในการใช้การเรียนการสอนเด็กนักเรียน และจากการสอบถามนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 – 6 มีความต้องการเรียนรู้และอ่านหนังสือในรูปแบบใหม่ ที่ไม่ใช่การเรียนจากหนังสือแบบเดิม อีกทั้งการจัดการสอนนั้นไม่ได้มีการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือโปรแกรมต่าง ๆ ให้เป็นประโยชน์ มีเพียงการนำเสนอสื่อจากหนังสือและโปสเตอร์สื่อความรู้เท่านั้น โดยทางคุณครูมีปัญหาในเรื่องของการใช้หนังสือเรียนที่มีความทรุดโทรมตามระยะเวลาการใช้งานซ้ำ ๆ มาหลายปี และเด็กนักเรียนไม่สนใจในการอ่านหนังสือ

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ผู้วิจัยศึกษาความเป็นไปได้ทั้งในส่วนของความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ และความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งทั้ง 3 ประเด็น พบว่า

2.1 ความเป็นไปได้ทางเทคนิค สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคขององค์กร พบว่า ผู้วิจัยมีความเชี่ยวชาญในระดับหนึ่งที่จะสามารถใช้โปรแกรมได้ ประกอบกับผู้ใช้งานที่เป็นครุมีทักษะพื้นฐานในการใช้งานเว็บไซต์เพื่อนำไปสู่การขับเคลื่อนการใช้งานให้เกิดขึ้นจริง และด้านเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในระบบใหม่ที่จะพัฒนาพบว่า 1) ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ 2) ด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ และรวมไปถึงฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์นั้น มีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพในการทำงานเป็นอย่างดี 3) ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้งานนั้น ไม่มีอุปสรรค หรือปัญหา ที่จะก่อให้เกิด การทำงานที่ไม่สามารถเข้ากันได้ และ 4) ซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้งานเป็นระบบออนไลน์สามารถเผยแพร่และใช้งานได้ทันที อีกทั้งยังสามารถปรับแก้ไขปรุงได้อย่างรวดเร็ว รองรับทุกอุปกรณ์ในการเข้าใช้งานได้เป็นอย่างดี

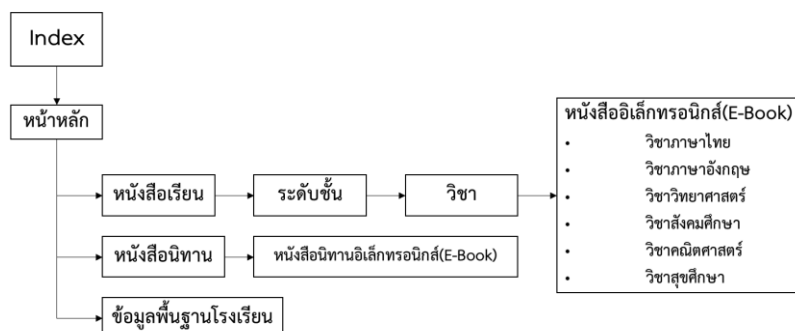
2.2 ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ การพัฒนาเว็บไซต์ใช้โปรแกรมและภาษา ได้แก่ โปรแกรม Anyflip, Canva และ Google sites จึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาโปรแกรม ทำให้สามารถลดต้นทุนในการหาซอฟต์แวร์ลงไปได้

2.3 ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน เว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียน สามารถพัฒนาและใช้งานได้จริง ด้วยความพร้อมของทางด้านอุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมถึงวัสดุต่าง ๆ เพียงพอต่อ และอย่างที่ได้อธิบายว่าซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้งานเป็นระบบออนไลน์สามารถเผยแพร่และใช้งานได้ทันที อีกทั้งยังสามารถปรับแก้ไขปรุงได้อย่างรวดเร็ว รองรับทุกอุปกรณ์ในการเข้าใช้งาน

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลปัญหาและความต้องการ โดยทำการวิเคราะห์การทำงานเดิม และทำการรวบรวมความต้องการในการพัฒนาเว็บไซต์จากการสอบถามผู้ใช้งาน จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่า โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี ไม่มีการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือโปรแกรมต่าง ๆ ใช้ในการเรียนการสอน และจากการสอบถามนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 – 6 มีความต้องการเรียนรู้ และอ่านหนังสือในรูปแบบใหม่ ที่ไม่ใช้การเรียนจากหนังสือแบบเดิม ดังนั้น จึงได้จัดทำเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี เป็นการเพิ่มช่องทางในการเลือกอ่านหนังสือ และใช้ในการเรียนการสอนให้กับเด็กนักเรียนอีกช่องทางหนึ่ง ช่วยให้นักเรียนสนใจที่จะอ่านหนังสือและตั้งใจเรียนมากขึ้น และผู้ใช้ที่ชอบอ่านหนังสือสามารถเข้าอ่านได้ทุกวัน และสะดวกต่อการใช้งาน โดยเว็บไซต์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

- 1) หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6
- 2) หนังสือนิทานอิเล็กทรอนิกส์ (e-book)
- 3) ข้อมูลของโรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี

ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบ (Design) นำผลการวิเคราะห์มาออกแบบเว็บไซต์ ออกแบบการทำงาน กำหนดคุณลักษณะการทำงาน ระบบการทำงานของการพัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี ออกแบบลักษณะการทำงานของการพัฒนาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงผลที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) และส่วนที่เป็นการดูแลและออกแบบ (Administration) โดยผู้ดูแลระบบจะมีหน้าเว็บ Google sites เป็นหน้าเว็บของ admin เพื่อทำการแก้ไข เพิ่ม และลบข้อมูล และในส่วนของผู้ใช้งานเว็บไซต์จะมีหน้าเว็บของ User หน้าหลัก ประกอบด้วย หนังสือเรียน, หนังสือนิทานอีสป, ข้อมูลของโรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์และออกแบบการทำงาน แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบแผนผังเว็บไซต์

จากนั้นผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบของหน้าเว็บไซต์ว่าจะมีชื่อหน้าเว็บอะไร โดยแต่ละหน้าเว็บจะประกอบด้วยรายละเอียดเนื้อหาใด และจากนั้นทำการออกแบบหน้าจอ User Interface ที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานและเหมาะสมกับบริบทกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 5 การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) ผู้วิจัยพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรม Anyflip, Canva และ Google sites จากนั้นทำการทดสอบหาข้อผิดพลาด (Testing) ด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จนมั่นใจว่าถูกต้องและตรงตามความต้องการ หากพบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการทำงานของระบบต้องปรับแก้ไขให้เรียบร้อยพร้อมใช้งานก่อนนำไปติดตั้งใช้จริง และผู้วิจัยจัดทำคู่มือการใช้งานและนำเว็บไซต์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ใช้งานเว็บไซต์จริง จำนวน 30 คน

ขั้นตอนที่ 6 การติดตั้ง (Implementation) ผู้วิจัยเผยแพร่เว็บไซต์ที่ได้ผ่านการทดสอบและแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เข้าใช้งาน และประเมินความพึงพอใจตามระยะเวลาที่กำหนด นำคะแนนผลการประเมินจากการตอบแบบประเมินของผู้เข้าใช้งานมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อนำไปสรุปผลที่ได้รับจากการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 การซ่อมบำรุงระบบ (System Maintenance) เว็บไซต์ที่ผ่านการทดสอบแล้วไปใช้งานจริงอาจเกิดปัญหาขึ้นได้ภายหลัง จึงวางแผนเตรียมการรองรับแก้ไขปัญหาในการใช้งาน โดยผู้วิจัยได้มอบบัญชีผู้ดูแลระบบให้กับเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานเพื่อทำหน้าที่ดูแลระบบและควบคุมกับการให้คำปรึกษาหากหน่วยงานมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้นระหว่างการใช้งานเว็บไซต์

เครื่องมือที่ใช้

- 1) เว็บไซต์พัฒนาด้วยโปรแกรม Anyflip, Canva และ Google sites
- 2) แบบประเมิน ประกอบด้วย 2 ชุด ได้แก่

2.1) แบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญ มีลักษณะของแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ มีเนื้อหาครอบคลุมประเด็นดังนี้ (นฤดี สงวนบุญญศิริ, 2563)

1) เนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) 2) ด้านการออกแบบและพัฒนา และ 3) ด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์

2.2) แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ใช้งานมีลักษณะของแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ มีเนื้อหาครอบคลุมประเด็นดังนี้ (นฤดี สงวนบุญญศิริ, 2563)

1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการออกแบบเว็บไซต์ และ 3) ด้านประโยชน์ต่อการใช้งานเว็บไซต์

โดยแบบประเมินทั้ง 2 ชุด ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยข้อคำถามมีค่า IOC มากกว่า 0.50 ทุกข้อ และการหาค่าความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.994

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1) ประชากร คือ ครู นักเรียน และผู้ปกครอง โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี
- 2) กลุ่มตัวอย่าง คือ ครู จำนวน 3 คน นักเรียน จำนวน 16 คน และผู้ปกครอง จำนวน 11 คน ซึ่งเป็นผู้ใช้งานเว็บไซต์ในระหว่างเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2566 รวมจำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

สถิติที่ใช้และการวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน วิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพ ซึ่งเก็บจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานเว็บไซต์ จำนวน 30 คน โดยแบบประเมิน

ที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ และผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีการแปลความหมายใช้เกณฑ์ประเมินผลโดยอิงเกณฑ์หาค่าเฉลี่ยเมื่อทำการวิเคราะห์แปลผลและกำหนดระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ซึ่งมีช่วงกว้างเท่า ๆ กัน และสามารถคำนวณได้ดังนี้ (Fisher, 1998)

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{(\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด})}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$0.8 = \frac{5-1}{5}$$

ค่าเฉลี่ย 4.21-5.00 = มากที่สุด, ค่าเฉลี่ย 3.41-4.20 = มาก, ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 = ปานกลาง, ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 = น้อย, ค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 = น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1) ผลการพัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี

เว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/view/e-book-e-learning/> หน้าแรก?authuser=0 ประกอบด้วยเนื้อหา หนังสือวิชาภาษาไทย, หนังสือวิชาภาษาอังกฤษ, หนังสือวิชาวิทยาศาสตร์, หนังสือวิชาสังคมศึกษา, หนังสือวิชาคณิตศาสตร์, วิชาสุขศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 - 6, หนังสือนิทานอีสป และข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียน และผู้ดูแลเว็บไซต์สามารถแก้ไข เพิ่ม ลบข้อมูลบนเว็บไซต์ได้ ช่วยเพิ่มช่องทางการเรียนการสอน และสามารถเปิดและอ่านหนังสือบนเว็บไซต์ได้ รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2 หน้าหลัก เว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book)

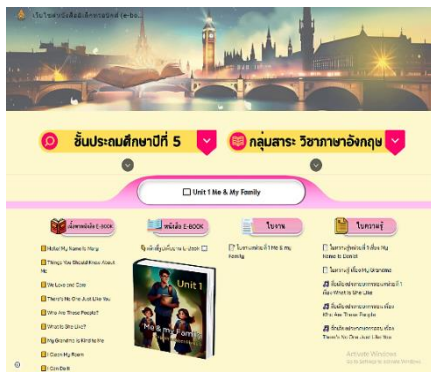


ภาพที่ 3 หน้าระดับชั้นประถมศึกษา

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 4 หน้าวิชาเรียนในรายวิชาต่าง ๆ และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book)



ภาพที่ 5 ตัวอย่างหน้าวิชาเรียน แสดงเนื้อหา รูปภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ใบงาน และใบความรู้



ภาพที่ 6 ตัวอย่างหน้าวิชาเรียน แสดงเนื้อหา รูปภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ใบงาน และใบความรู้

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 7 หน้าหนังสือนิทานอีสป แสดงรูปภาพหนังสือนิทานอีสปอิเล็กทรอนิกส์ (e-book)



ภาพที่ 8 หน้าหนังสือนิทานอีสปอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ในเว็บไซต์ Anyflip

2) ผลการประเมินคุณภาพเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของ
นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินคุณภาพเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของ
นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี จากการทดลองใช้งานด้วยการประเมิน
จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินและให้เกณฑ์ประเมินที่กำหนดค่าความหมายดังการประเมิน
ดังนี้ (Fisher, 1998)

4.21 – 5.00 = มากที่สุด

3.41 – 4.20 = มาก

2.61 – 3.40 = ปานกลาง

1.81 – 2.60 = น้อย

1.00 – 1.80 = น้อยที่สุด

ตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินคุณภาพ (n=3)

รายการ	ระดับคุณภาพ		
	\bar{X}	S.D.	การแปลผล
ด้านเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.93	0.09	มากที่สุด
ด้านการออกแบบและพัฒนา	4.73	0.09	มากที่สุด
ด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์	4.67	0.28	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน	4.78	0.16	มากที่สุด

จากตาราง 1 พบว่า ระดับประเมินคุณภาพเว็บไซต์จากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.78$, S.D.=0.16) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีคะแนนสูงสุดได้แก่ ด้านเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.93$, S.D.=0.09) รองลงมา ด้านการออกแบบและพัฒนา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.73$, S.D.=0.09) และด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.67$, S.D.=0.28) ตามลำดับ

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้เว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี จากการประเมินของผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน โดยใช้แบบประเมินและให้เกณฑ์ประเมินที่กำหนดค่าความหมายดังการประเมินดังนี้ (Fisher, 1998)

4.21 – 5.00 = มากที่สุด

3.41 – 4.20 = มาก

2.61 – 3.40 = ปานกลาง

1.81 – 2.60 = น้อย

1.00 – 1.80 = น้อยที่สุด

ตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (n=30)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	การแปลผล
ด้านเนื้อหา	4.60	0.65	มากที่สุด
ด้านการออกแบบเว็บไซต์	4.63	0.62	มากที่สุด
ด้านประโยชน์ต่อการใช้งานเว็บไซต์	4.87	0.35	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน	4.70	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ระดับประเมินความพึงพอใจของเว็บไซต์ในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.70$, S.D.=0.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีคะแนนสูงสุดได้แก่ ด้านประโยชน์ต่อการใช้งานเว็บไซต์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.87$, S.D.=0.35) รองลงมา ด้านการออกแบบเว็บไซต์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.63$, S.D.=0.62) และด้านประโยชน์ต่อการใช้งานเว็บไซต์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.65) ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

1) การพัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี พัฒนาโดยใช้แบบแผนการพัฒนาระบบ SDLC: System Development Life Cycle) จำนวน 7 ขั้นตอน (Souvik, 2019) โดยเริ่มจากขั้นกำหนดปัญหาไปสู่การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และการปฏิบัติงาน เพื่อทำการวิเคราะห์ จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการออกแบบสำหรับการใช้งานเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) และนำสิ่งที่ได้จากการออกแบบไปสู่ขั้นตอนของการพัฒนาเว็บไซต์ เมื่อได้ทำการพัฒนาเว็บไซต์แล้ว จึงทำการทดลองใช้งานเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ทดลองใช้จำนวน 3 ท่าน และจึงนำเว็บไซต์ไปให้ผู้ใช้งานคือ คุณครู นักเรียน และบุคคลทั่วไปจำนวน 30 คน จากกระบวนการ 7 ขั้นตอน ทำให้ผู้พัฒนาได้เว็บไซต์ที่มีความสามารถในการใช้งานจริง โดยสามารถใช้งานได้จาก <https://sites.google.com/view/e-book-e-learning/หน้าแรก?authuser=0> ผ่านอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเครือข่ายและอินเทอร์เน็ตของผู้ใช้งาน เว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) มีการควบคุมเนื้อหาตามหลักทฤษฎีการเรียนการสอนตรงตามความต้องการของคุณครูและนักเรียน ใช้ภาษาที่ถูกต้องเหมาะสมกับระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจรายชื่อที่ผู้ใช้งานเห็นว่าเนื้อหากระชับ มีปริมาณเนื้อหาเพียงพอต่อความต้องการ และภาษาที่ใช้ในเว็บไซต์มีความเหมาะสม ทำให้ผู้ใช้งานเกิดองค์ความรู้ และเป็นการส่งเสริมการอ่านมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2550) ที่กล่าวไว้ว่า ปัจจุบันเทคโนโลยีหลากหลายรูปแบบสามารถดึงดูดความสนใจของเด็กไทยด้วยการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบหลากหลายทั้งในแบบภาพ ตัวอักษรนิ่ง และแบบเคลื่อนไหว การส่งเสริมให้เด็กและเยาวชนมีนิสัยรักการอ่านนั้น ไม่ว่าจะอาศัยรูปแบบกิจกรรมหรือการกระตุ้นจากครู-อาจารย์อย่างเดียวก็ไม่อาจสำเร็จได้โดยง่าย แต่ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายในสังคม ที่จะมีส่วนช่วยให้เด็กและเยาวชนเห็นความสำคัญของการอ่าน ซึ่งจะเป็นการปลูกฝังนิสัยรักการอ่านให้ยั่งยืนต่อไป และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของปานิสรา สิงหพงษ์ (2560) เรื่องการจัดการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรม Google Site เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ (ง31231) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายปัญญารังสิต โดยงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรม Google Site เพื่อสร้างบทเรียน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรม Google Site มีผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ใบงาน ใบความรู้ และแบบทดสอบ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานเกิดการเรียนรู้ โดยการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมที่อยู่ในการเรียนรู้แบบใหม่ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเฉลี่ย (\bar{X} = 17.73 , S.D. = 1.50) คิดเป็นร้อยละ 88.65 และผลการประเมินพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรม Google Site โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.29, S.D. = 0.52) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจรายชื่อที่ผู้ใช้งานเห็นว่าการใช้งานเว็บไซต์ช่วยให้มีความรู้ และพัฒนาการอ่านมากขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.87, S.D. = 0.34) และมีการเรียนการสอนในรูปแบบใหม่จากเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.90 , S.D. = 0.30) สำหรับการพัฒนาที่มีการใช้หลักการวงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ 7 ขั้นตอน ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาเว็บไซต์นี้ขึ้น คือ การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) จากผู้ใช้งานจริง เป็นขั้นตอนการพัฒนาจัดทำเว็บไซต์ด้วยโปรแกรม Anyflip, Canva และ Google sites เพื่อพัฒนาเว็บไซต์จากแบบบนกระดาษให้เป็นเว็บไซต์ตามคุณลักษณะที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการทดสอบหาข้อผิดพลาด (Testing) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จนมั่นใจว่าถูกต้องและตรงตามความต้องการ หากพบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการทำงานของเว็บไซต์ต้องปรับแก้ไขให้เรียบร้อยพร้อมใช้งาน ก่อนนำไปประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจจากการใช้งานได้ดีที่สุด และจะเป็นที่ยอมรับจากผู้ใช้งาน ควรเป็นเว็บไซต์ที่เกิดจากการพัฒนาที่ผู้พัฒนาได้ออกแบบไว้ตามความต้องการ

ของผู้ใช้งานอย่างแท้จริง มิฉะนั้นเมื่อเว็บไซต์เสร็จสิ้นไปแล้วเมื่อถึงการส่งมอบเว็บไซต์จะพบปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับและการนำไปใช้งาน หากผู้พัฒนาเว็บไซต์ไปเพิ่มความยุ่งยากและซับซ้อนในการใช้งานเว็บไซต์มากเกินไป อาจส่งผลให้เว็บไซต์ไม่เป็นที่ยอมรับและไม่ถูกต้องหรือนำไปใช้งานจริง หากเป็นเช่นนั้น งานวิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี จะเป็นการพัฒนาที่ไม่ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือผู้ที่ต้องการให้พัฒนา จะไม่ได้รับประโยชน์จากการพัฒนาเว็บไซต์ในครั้งนี้

2) ผลการประเมินคุณภาพของเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพของเว็บไซต์ จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ภาพรวมของการคุณภาพเว็บไซต์อยู่ในระดับมากที่สุด โดยผู้วิจัยได้ใช้แนวทางการประเมินที่สอดคล้องกับงานวิจัยของนฤดี สงวนบุญญศิริ (2563) เรื่องผลการใช้นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบอยู่ในระดับดีมาก และด้านเนื้อหาดีมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินรายชื่อที่ผู้ใช้งานเห็นว่า เว็บไซต์ใช้งานง่าย สะดวกและไม่ซับซ้อน คุณภาพของเว็บไซต์ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาประเด็นคุณภาพของหนังสือต่อการนำเสนอเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด และประเด็นเว็บไซต์มีเสถียรภาพ รวดเร็วในการเปิดใช้งาน เว็บไซต์มีความปลอดภัยในขณะที่ใช้งานในจำนวนที่เท่ากันอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ เหตุผลเพราะการพัฒนาเว็บไซต์ได้พัฒนาตามกระบวนการ 7 ขั้นตอน (SDLC) และการวางแผนดำเนินการสร้างเว็บไซต์ การปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาอย่างเป็นระบบจนได้เว็บไซต์ที่มีคุณภาพ ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบเว็บไซต์ การตกแต่งบนเว็บเพจ เนื้อหาข้อมูลที่ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน ถูกต้องและเหมาะสม

3) การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี การประเมินความพึงพอใจของเว็บไซต์ จากผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน ภาพรวมของการประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บไซต์อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนเว็บไซต์ด้วย Google sites เป็นสื่อการเรียนรู้แบบใหม่และทันสมัยสำหรับนักเรียน รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ใช่เพียงการอ่านจากหนังสือแบบเดิมอีกต่อไป ทำให้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความตื่นตัวในการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนเว็บไซต์ จึงทำให้นักเรียนชื่นชอบและสนุกสนานในการจัดการเรียนการสอนด้วยเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนเว็บไซต์ (e-book) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ บุญฤทธิ กาวี และ ภัทริณี คงชู (2565) เรื่องการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ด้วยเว็บไซต์ Google Sites รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนออนไลน์ด้วยเว็บไซต์ Google Sites วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ด้วยเว็บไซต์ Google Sites วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง และผลการประเมินพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับแนวคิดของเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2550) กล่าวว่า ในสมัยที่เทคโนโลยีมีอิทธิพลดึงดูดเด็ก ๆ ได้มากกว่าการอ่านหนังสือ เช่น รายการโทรทัศน์ เกมคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น จึงทำให้ทราบว่าสื่อเทคโนโลยีมีอิทธิพลและสามารถสร้างความสนใจให้กับผู้ใช้งานเว็บไซต์และมีการตอบสนองได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการเรียนรู้บนเว็บไซต์ที่สร้างขึ้นด้วย Google Sites จึงสามารถเป็นแหล่งการเรียนรู้ การอ่านหนังสือบนเว็บไซต์ และการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบของเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี

สรุปผล

การพัฒนาเว็บไซต์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เพื่อส่งเสริมการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองขุย จังหวัดกาญจนบุรี พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Anyflip, Canva และ Google Site สำหรับการเรียนการสอนของคุณครูและนักเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาตามขอบเขตได้อย่างครบถ้วน และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกด้าน เมื่อพิจารณาแล้วงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้และบทเรียนออนไลน์ได้เป็นอย่างดี และสามารถเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ และส่งเสริมการอ่านของนักเรียนได้เป็นอย่างมาก

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาจากบุคคลหลายท่านที่ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาที่มีประโยชน์อย่างไรก็ตามผู้วิจัย ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความกรุณา โดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรุทธ์ จรเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มาลินี คำเครือ และ อาจารย์ ดร.ณรงค์ พันธุ์กั ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ความรู้ ตรวจสอบแก้ไข ปรับปรุงส่วนที่บกพร่องต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ ตลอดจนบุคลากรที่เข้าใช้งานเว็บไซต์ทุกท่าน ผู้ปกครองนักเรียน ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล เพื่อการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2550. สุดยอดภาวะผู้นำ: Super leadership. สำนักพิมพ์ ซัคเซส มีเดีย, กรุงเทพฯ.
- พัชชา อินทรศมี. 2555. การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เรื่อง การใช้ห้องสมุดสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ (เทคโนโลยีการศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- ภัสราภรณ์ ห้อยกรุด. 2564. วงจรการพัฒนาแบบ SDLC. แหล่งข้อมูล:
<https://planning.anamai.moph.go.th/th/>. ค้นเมื่อ 9 กันยายน 2566.
- นฤดี สงวนบุญญศิริ. 2563. ผลการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสหเวชศาสตร์เพื่อการศึกษา. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- บุญฤทธิ กาวี และ ภัทริณี คงชู. 2565. การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ด้วยเว็บไซต์ Google Sites รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. น.1540-1548. ใน: ประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14 วิจัยสร้าง Innovation and Technology เพื่อรองรับสังคมไทยสู่ยุค Digital World 7-8 กรกฎาคม 2565. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม.
- ปาณิสรา สิงหพงษ์. 2560. การจัดการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรม Google Site เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ (ง31231) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายปัญญารังสิต. แหล่งข้อมูล:
http://www.ska2.go.th/reis/data/research/25630402_093123_1617.pdf. ค้นเมื่อ 9 กันยายน 2566.
- สิริภัทร เมืองแก้ว และ กุลสิรินทร์ อภิรัตน์วรเดช. 2561. การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ E-book รายวิชา ภาษาและวัฒนธรรมเพื่อนบ้าน (ภาษาจีน) สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2: 18-32.

- Fisher, J. M. 1998. First Grader's Perception of Their Learning: A Qualitative Study of Motivation for Literacy. Dissertation Abstract International. 59: 1903-A: December.
- Souvik. 2019. 7 Stages/Phases of the Software Development Life Cycle (SDLC). Available: <https://www.rswebsols.com/tutorials/programming/stages-phases-software-development-life-cycle-sdlc>. Accessed Jul.19, 2023.

การพัฒนาเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

The Development of Tourism Attractions Searching Website in Norn-Maprang Area Phitsanulok Province

จิริฐิตินันท์ รักประยูร^{1*} วิมลสิริ แก้วนอก¹ ศุภชัย คนเที่ยง¹ และภาวินี อินทร์ทอง¹

Jirattitinan Rakprayoon^{1*}, Wimonsiri Kaewnok¹, Suphachai Konthiang¹ and Pavinee Inthong¹

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมืองพิษณุโลก
จังหวัดพิษณุโลก 65000

Faculty of Science and Technology Pibulsongkram Rajabhat University 156 Moo 5 Tambon Phlai Chumphon Mueang
Phitsanulok District, Phitsanulok 65000

*Corresponding author E-mail: Jirattitinan.r@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาเว็บไซต์และแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวในอำเภอเนินมะปราง 2) เพื่อสำรวจ ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานเว็บไซต์ของผู้ใช้งานเว็บไซต์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่ใช้คือ นักท่องเที่ยวที่อาศัยในจังหวัดพิษณุโลกและอยู่ต่างจังหวัด จำนวน 96 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความพึงพอใจและประสิทธิภาพระบบเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเว็บไซต์พัฒนาด้วยโปรแกรมอะโดบี ดรีมวีฟเวอร์ (Adobe Dreamweaver) และใช้ระบบฐานข้อมูล Firebase ในการนำข้อมูลเว็บไซต์เข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งแสดงผลการค้นหาที่แสดงรายละเอียดของทั้งสถานที่ท่องเที่ยวและที่พักในระบบ และยังแสดงพิกัดแผนที่นำทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยวและที่พัก ผลการประเมินความพึงพอใจของเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก อยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.08 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.77

คำสำคัญ : การพัฒนา เว็บไซต์ สถานที่ท่องเที่ยว

Abstract

The objective of this research is to: 1) Develop a website and recommend tourist attractions in Norn Maprang District 2) Investigate and study the usage behavior of website users among tourists residing in Phitsanulok Province and other provinces, with a total of 96 individuals. The sample group was selected randomly. The research tools used were satisfaction questionnaires and the effectiveness of the website for searching tourist attractions in Norn Maprang District, Phitsanulok Province. The data was analyzed quantitatively by finding the mean and standard deviation. The website was developed using Adobe Dreamweaver and utilized the Firebase database system to store website data. The research findings revealed that the development of the website for searching tourist attractions in Norn Maprang District, Phitsanulok Province, successfully displayed detailed information about the tourist attractions and accommodations. It also provided navigation coordinates to the tourist attractions and

accommodations. The evaluation of user satisfaction with the website showed a high level of satisfaction, with an average score of 4.08 and a standard deviation of 0.77.

Keywords : The Development Website Tourism Attractions

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทสำคัญในการใช้ชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการใช้แอปพลิเคชันโซเชียลมีเดีย เช่น เฟซบุ๊ก (Facebook) , ไลน์ (Line) , อินสตาแกรม (Instagram) หรือการทำเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่ข่าวสารหรือเนื้อหาต่าง ๆ นั้นให้ผู้ที่มาใช้นั้นได้รู้เรื่องราวที่เจ้าของเว็บไซต์นั้นได้ใส่ลงไปในเว็บไซต์ ซึ่งในปัจจุบันนั้นจะนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในหลายทางด้านอย่างเช่น ด้านการประชาสัมพันธ์ ด้านการติดต่อสื่อสาร ทางธุรกิจผ่านสื่อต่างๆ และด้านการท่องเที่ยว

อำเภอเนินมะปราง เป็นอำเภอเล็กๆที่อยู่ในส่วนของจังหวัดพิษณุโลก เป็นอำเภอที่มีความสวยงามทางธรรมชาติที่สวยงามเพราะมีบรรยากาศที่เป็นภูเขารูปร่างที่แปลกตาล้อมรอบเอาไว้และจุดเด่นอีกอย่างหนึ่งคือเรื่องสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นทางธรรมชาติและมีจุดชมวิวที่สวยงามกว้างใหญ่เลยทำให้มีการเปิดโฮมสเตย์ รีสอร์ท หรือบางสถานที่ที่เปิดให้นักท่องเที่ยวสามารถนำเต็นท์เข้าไปกางนอนค้างคืนได้ตามราคาที่ทางเจ้าของที่นั้นตั้งไว้ และยังมีคาเฟ่เปิดเพื่อให้นักท่องเที่ยวได้เข้าไปนั่งกินกาแฟชิวๆพร้อมดูวิวของภูเขานั้นไปด้วย (สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอเนินมะปราง,2560) แต่ในปัจจุบันนั้นการท่องเที่ยวได้นำเทคโนโลยีมาประยุกต์และปรับใช้ให้เข้ากับชีวิตสังคม เลยทำให้มีการนำข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวของแต่ละที่นั้นมาลงในโซเชียลมีเดีย (Social Media) และโดยเฉพาะกับเว็บไซต์ของแต่ละจังหวัดนั้นได้ทำขึ้นมา เนื่องจากเว็บไซต์มักจะมีความปลอดภัยที่น้อยมากเลยมักจะมีเกิดปัญหาเว็บไซต์มีไวรัสเข้าไปทำลายระบบส่งผลทำให้เว็บไซต์เกิดความเสียหายต่อระบบฐานข้อมูลเว็บไซต์ บางทีถ้าข้อมูลก็ยังเป็นข้อมูลเก่าที่ยังไม่ใช่ของปัจจุบัน ข้อมูลเส้นทางที่ไม่มีอยู่ในระบบ Google Map รูปภาพที่ปรับแต่งจนเกินสถานที่จริง นักท่องเที่ยวบางคนต้องการอยากรู้ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวก่อนไปแต่ก็ไม่มีข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่ต้องการก็เลยทำให้ใช้วิธีถามจากคนที่รู้จัก เช่น ชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในแถวสถานที่นั้นหรือคนที่เคยไปสถานที่นั้นมาแล้ว และในปัจจุบันนั้นอยู่ในช่วงกำลังพัฒนาหรือฟื้นฟูสถานที่ท่องเที่ยวหลังจากสถานการณ์โควิด 19 เลยทำให้สถานที่ท่องเที่ยวได้ทำการพัฒนาหรือเพิ่มเติมจุดสนใจใหม่ๆเพื่อให้ต้อนรับฤดูกาลแห่งการท่องเที่ยว

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้ โปรแกรมอะโดบี ดรีมวีฟเวอร์ (Adobe Dreamweaver) ในการปรับแต่งและออกแบบเว็บไซต์โดยใช้ภาษา Hyper Text Markup Language version 5: HTML5 Style Sheets: CSS ร่วมกับโปรแกรม JavaScript ในการจัดการกับเนื้อหาและพัฒนาเว็บไซต์(คมสันติ มหาสุข,สุภาภรณ์ เขียวงาม,และจินดา คำจริง,2565) และใช้ตัว Firebase เป็นตัวบันทึกข้อมูลและโฮสติ้ง (hosting) ในการเผยแพร่เว็บไซต์ให้กับผู้ใช้งาน (นงเยาว์ สอนจะโปะ, และสิทธิพงษ์ พุทธิวงษ์,2562) ซึ่งทำให้นักท่องเที่ยวมีความสะดวกและรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวได้ทุกที่และตลอดเวลา และทำให้เว็บไซต์มีการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ ผู้วิจัยจึงปรับเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลปัจจุบัน และเพิ่มตัวการค้นหาที่สามารถหาสถานที่ท่องเที่ยวที่ผู้ใช้อยากจะศึกษาสถานที่ท่องเที่ยวนั้นก่อนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเว็บไซต์แนะนำสถานที่ท่องเที่ยวในอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก
2. เพื่อสำรวจ ศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจการใช้งานเว็บไซต์ของผู้ใช้งาน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

- 1.1 ศึกษาความเป็นไปได้และกำหนดปัญหาว่าเว็บไซต์ควรมีการเพิ่มเติมข้อมูลหรือพัฒนาปรับปรุงส่วนไหนของเว็บบ้างไหม
- 1.2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลโดยรวบรวมจากเว็บไซต์ของศูนย์บริการนักท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จากเว็บไซต์อื่นๆที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ท่องเที่ยว หรือเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาประมวลผลและวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลที่น่าจะจำเป็นออกมา
- 1.3 ศึกษาข้อมูลเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อนำมาออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลกด้วยการศึกษาซอฟต์แวร์ที่ใช้ ออกแบบและพัฒนาสำหรับเว็บไซต์ที่มีอยู่ด้วยแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น Adobe Dreamweaver , Firebase , และภาษาที่ใช้ในการเขียนและพัฒนาเว็บไซต์
- 1.4 จากการศึกษา โดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดทำเป็นแผนภาพระบบการทำงาน (Use Case Diagram) และโครงสร้างของเว็บไซต์โดยจะใช้แนวโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchical Structure)
- 1.5 การออกแบบระบบ การออกแบบหน้าเว็บไซต์เพื่อนำไปเป็นตัวอย่างในการทำเว็บไซต์ ซึ่งหน้าเว็บไซต์จะประกอบไปด้วย เมนูต่าง ๆ ได้แก่ หน้าแรก สถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก และหน้าแรก ก็จะแยกเป็นปุ่มเนื้อหา 4 ปุ่มจะมี ประวัติอำเภอเนินมะปราง,รูปภาพถ่ายแควนเนินมะปราง ,เว็บไซต์ 7 ตำบล และ ติดต่อเรา
- 1.6 การพัฒนาระบบ ผู้พัฒนาได้ใช้โปรแกรมอะโดบี ดรีมวีฟเวอร์ (Adobe Dreamweaver), Hyper Text Markup Language, version 5: HTML5, Cascading Style Sheets: CSS ร่วมกับโปรแกรม JavaScript ในการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ โดยใช้ Firebase เป็นตัวจัดการฐานข้อมูลทั้งหมดและเป็นโฮสต์เว็บไซต์ส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อเปิดให้ผู้ใช้ได้ลองเข้ามาใช้เว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวนั้นได้
- 1.7 การทดสอบระบบเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยว เช่น ทดสอบการเพิ่ม ลบ และแก้ไข ข้อมูล เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งาน หากระบบผิดพลาด ก็จะมีการแก้ไขระบบโดยดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาด ที่ตรวจพบเพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 1.8 ติดตั้งระบบ หลังจากได้ทำการแก้ไขข้อผิดพลาดในระบบแล้ว ก็จะมีการติดตั้งระบบ โดยผ่านการขึ้นโฮสต์เพื่อให้นักท่องเที่ยวที่ไม่ได้อยู่ในส่วนจังหวัดพิษณุโลกหรือผู้ที่ต้องการใช้งานเข้าไปใช้งานหรือเยี่ยมชมเว็บไซต์
- 1.9 จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพในการใช้งานระบบเว็บไซต์ในรูปแบบ Google form

2. เครื่องมือการวิจัย

- 2.1 ระบบเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก
- 2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจและประสิทธิภาพระบบเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยว

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ประชาชนทุกคนที่อาศัยในจังหวัดพิษณุโลกและอาศัยอยู่ในต่างจังหวัด

3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักท่องเที่ยวที่อาศัยในจังหวัดพิษณุโลกและอยู่ต่างจังหวัดจำนวน 96 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling)

สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่า โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (Likert,1967) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 –5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 –4.49 หมายความว่า ระดับมาก

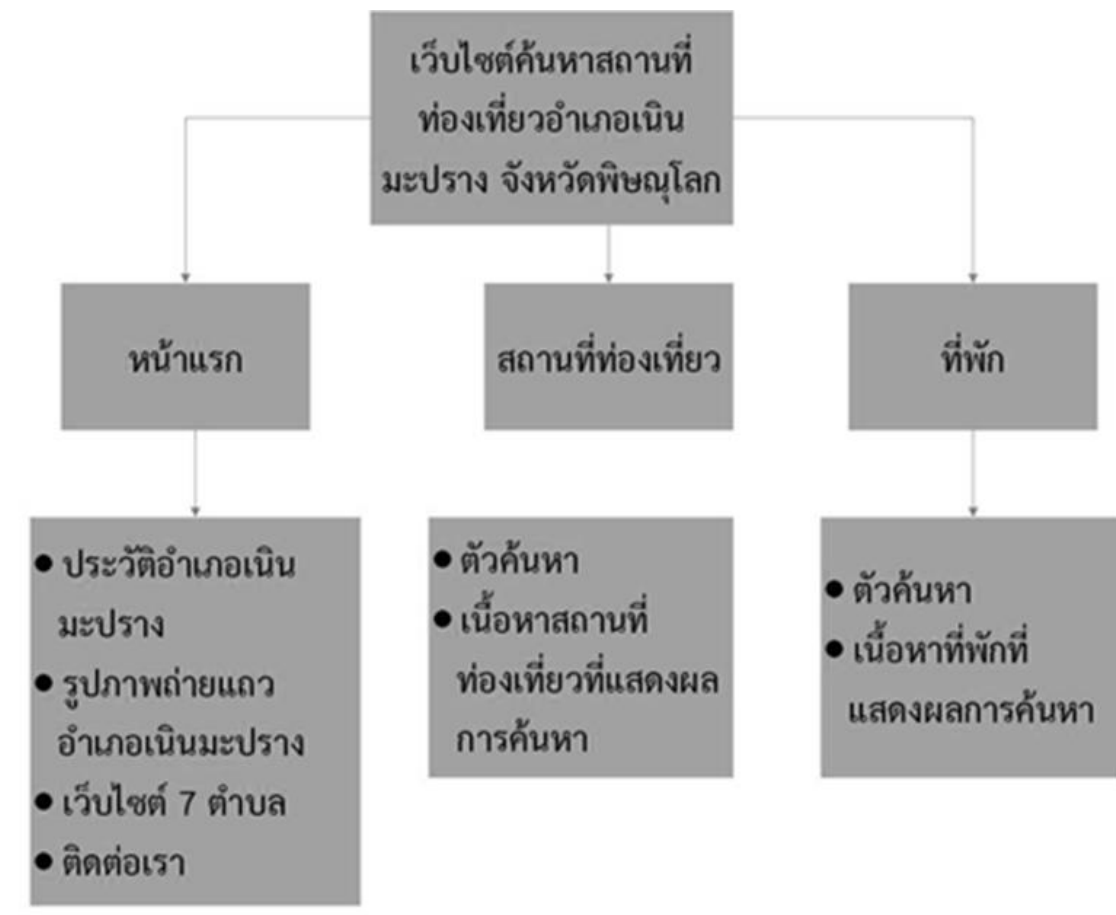
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 –3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 –2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

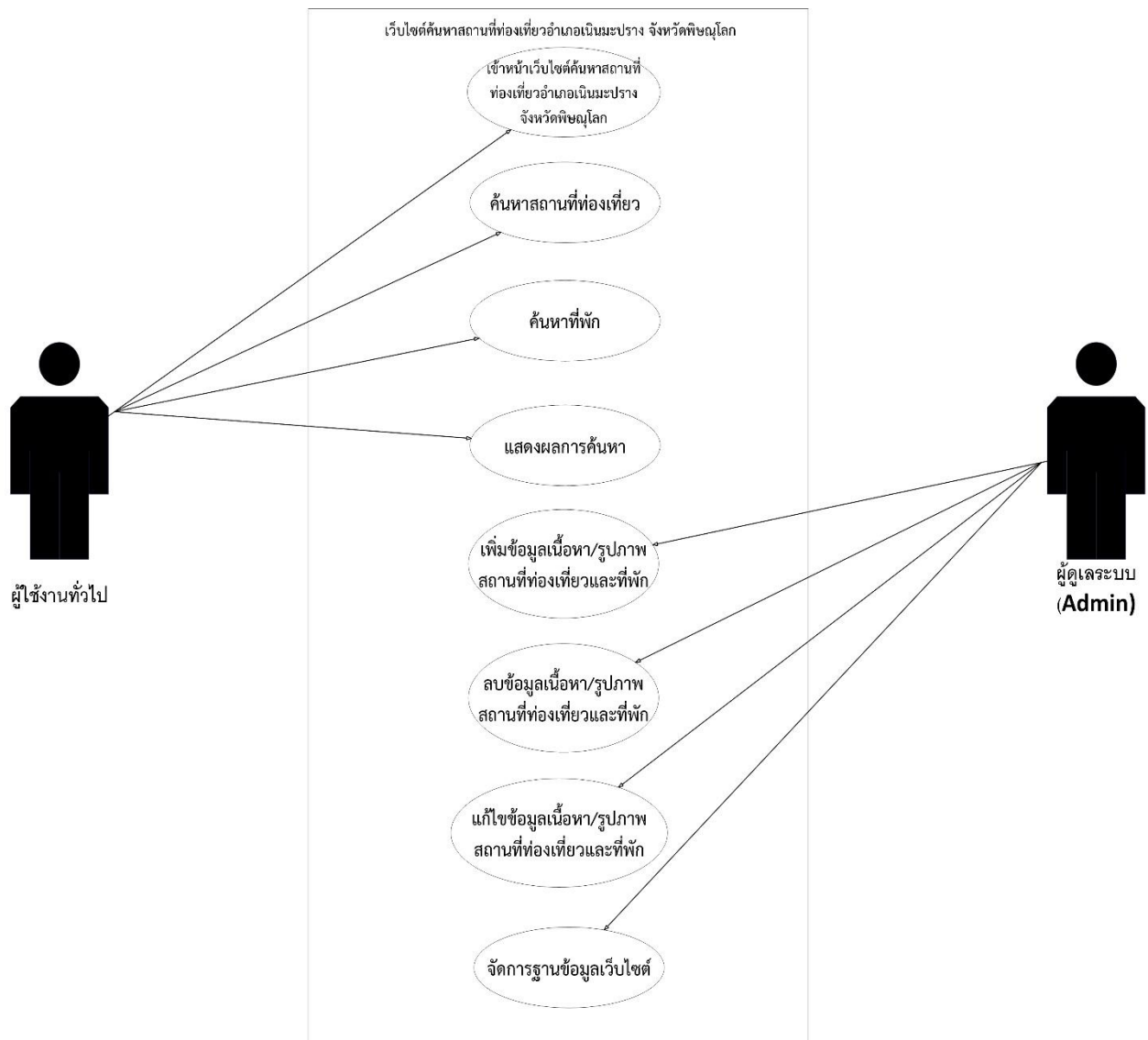
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 –1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบจัดการข้อมูลเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลกโดยรายละเอียดโครงสร้างเว็บไซต์ดังภาพนี้



ภาพที่ 1 โครงสร้างเว็บไซต์แบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure)

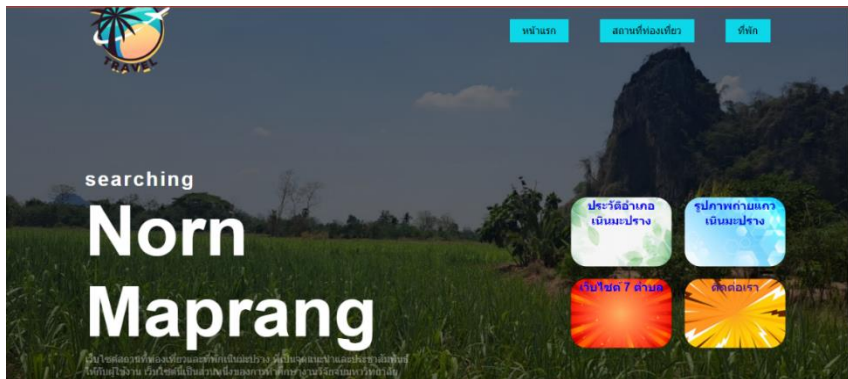


ภาพที่ 2 แผนภาพระบบการทำงาน (Use Case Diagram)

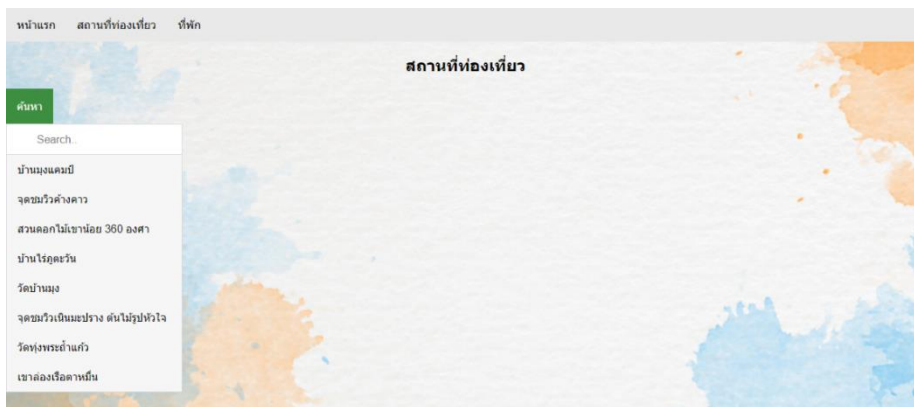
ผลการพัฒนาเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

มีส่วนประกอบการทำงานอยู่ 3 ส่วนหลักๆ คือ 1) หน้าแรกของเว็บไซต์ 2) หน้าตัวค้นหาสถานที่ท่องเที่ยว 3) หน้าตัวค้นหาที่พัก และ 4) ผลการค้นหาและแสดงข้อมูลทั้งหมด

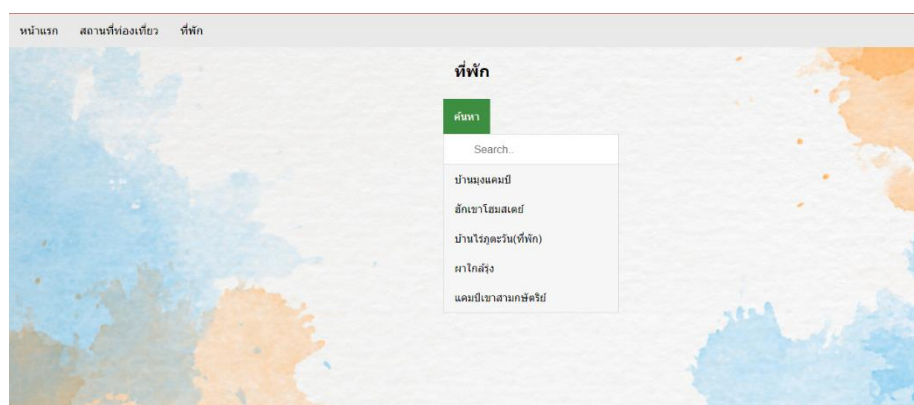
ส่วนที่ 1 หน้าแรกของเว็บไซต์ ภายในหน้าแรกจะแบ่งเป็น ประวัติอำเภอเนินมะปราง รูปภาพถ่ายแฉวงเนินมะปราง เว็บไซต์ 7 ตำบล และ ติดต่อเรา



ส่วนที่ 2 หน้าตัวค้นหาสถานที่ท่องเที่ยว ผู้ใช้งานเว็บไซต์จะสามารถสถานที่ท่องเที่ยวโดยค้นหาจากเนื้อหาที่มีอยู่ในเว็บไซต์ค้นหา



ส่วนที่ 3 หน้าตัวค้นหาที่พัก ผู้ใช้งานเว็บไซต์จะสามารถที่พักที่อยู่ในบริเวณแฉวงเนินมะปรางได้โดยค้นหาจากเนื้อหาที่พักที่มีอยู่ในเว็บไซต์ค้นหา



ส่วนที่ 4 ผลการค้นหาและแสดงข้อมูลทั้งหมด จะแสดงผลการค้นหาจากเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยว โดยผลลัพธ์จะแสดง ชื่อสถานที่ รูปภาพสถานที่ท่องเที่ยว ที่อยู่ของสถานที่ท่องเที่ยว เนื้อหาของสถานที่ท่องเที่ยว และรายละเอียดข้อมูลสำหรับบางที่มีให้กับนักท่องเที่ยว



สวนดอกไม้เขาน้อย 360 องศา เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นสวนดอกไม้ที่มีหลากหลายสายพันธุ์ ที่ทางเจ้าสวนนั้นได้รับพื้นที่จากไร่ชาไร่โพดมาทดลองปลูก ดอกไม้หลากหลายสายพันธุ์สลับกัน และจะมีการเปลี่ยนดอกไม้ไปตามฤดูกาล บริเวณทุ่งดอกไม้แห่งนี้จะมีภูเขาหินปูนโดดเด่นที่เราเรียกเขาน้อยเพราะ เป็นภูเขาหินปูนขนาดเล็กลูกกลางไร่ชาไร่โพด ทำให้นักท่องเที่ยวได้ชมมานานภูเขาเพื่อมาชมดอกไม้และบรรยากาศพระอาทิตย์ยามเช้าและยามเย็นได้อย่างสวยงาม แต่ตอนนี้เราไปก่อนนั้นเป็นช่วงฤดูร้อนและอยู่ในช่วงที่ทางสวนกำลังปรับปรุงสภาพสวนก็เลยทำให้สวนปิดให้บริการ ค่าชมนั้นจะอยู่ที่ประมาณ 20 บาท

ที่อยู่
หมู่ 1 ตำบลบ้านม่วงอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

รายละเอียดข้อมูลการติดต่อ

Facebook [เขาน้อย 360 องศา](#)
เบอร์โทรศัพท์ 085 270 0938
วันเปิดปิดของสถานที่นั้นจะอยู่ที่ช่วงของเดือนต่างๆที่เหมาะสมกับดอกไม้มากที่สุด แต่จะเปิดเวลาทุกวันจนถึงประมาณห้าโมงเย็น
พิกัด Google Map <https://goo.gl/maps/CG9qxz2BDxVSDobj6>

แบบสอบถามความพึงพอใจและประสิทธิภาพในการใช้งานระบบเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

แบบสอบถามความพึงพอใจและประสิทธิภาพในการใช้งานระบบเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลกด้วยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling) โดยเป็นนักท่องเที่ยวที่อาศัยในจังหวัดพิษณุโลกและอยู่ต่างจังหวัดจำนวน 96 คน ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจและประสิทธิภาพในการใช้งานระบบเว็บไซต์พบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.45 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.64 ซึ่งแปรผลได้ว่ามีความพึงพอใจในระดับมาก

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจ

หัวข้อแบบประเมิน	\bar{x}	S.D.	ผลลัพธ์
ด้านเนื้อหาข้อมูล			
1. มีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ และข้อมูลมีการปรับปรุงอยู่เสมอ	4.44	0.61	มาก
2. มีการจัดหมวดหมู่ให้ง่ายต่อการ ค้นหาและทำความเข้าใจ	4.44	0.66	มาก
3. ปริมาณเนื้อหาไม่เพียงพอกับความต้องการ	4.40	0.64	มาก
4. เนื้อหากับภาพมีความสอดคล้องกัน	4.54	0.56	มากที่สุด
ด้านรูปแบบการนำเสนอ			
1. การจัดรูปแบบในเว็บไซต์ง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน	4.41	0.67	มาก
2. หน้าโฮมเพจมีความสวยงาม มีความทันสมัย น่าสนใจ	4.39	0.70	มาก
3. สีสีนในการออกแบบเว็บไซต์มีความเหมาะสม	4.36	0.77	มาก
4. สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน	4.38	0.67	มาก
5. ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร มีความสวยงามและอ่านได้ง่าย	4.43	0.63	มาก
6. ภาพประกอบสามารถสื่อความหมายได้	4.49	0.58	มาก
ด้านประโยชน์และการนำไปใช้			
1. เนื้อหาประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้	4.55	0.60	มากที่สุด
2. เป็นสื่อในการเผยแพร่ข่าวประชาสัมพันธ์ และงานวิจัย	4.51	0.62	มากที่สุด
3. สามารถเป็นแหล่งความรู้ได้	4.55	0.60	มากที่สุด
รวม	4.45	0.64	มาก

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาและพัฒนาเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลกนั้นซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ(นงเยาว์ สอนจะโปะ และ สิทธิพงษ์ พุทวงษ์. (2562) ศึกษาเรื่องการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์แนะนำสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดชลบุรีโดยใช้หลักการ RESPONSIVE WEB DESIGN เพื่ออำนวยความสะดวกให้สถานประกอบการได้เผยแพร่ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวสถานที่พัก และร้านอาหาร ให้นักท่องเที่ยวหรือผู้ใช้งานทั่วไปได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารผ่านเว็บไซต์ที่จัดทำขึ้น โดยใช้หลักการนี้เพื่อทำให้แสดงข้อมูลออกมาตามขนาดความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน(คมสันติ มหาสุข,สุภาภรณ์ เขียวงาม,และจินดา คำจริง. (2562) ศึกษาเรื่องการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อจำหน่ายอาหารสัตว์เลี้ยง : กรณีศึกษาร้าน Petshop เพื่อเพิ่มช่องทางการจำหน่ายอาหารสัตว์เลี้ยงไปยังผู้ใช้งานที่ไม่สามารถสะดวกมาที่ร้านได้ และเพิ่มรายได้เข้าสู่ร้านขายสัตว์เลี้ยงได้

สรุปผล

จากการพัฒนาเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองระบบเว็บไซต์ ได้แก่ หน้าโฮมเพจของเว็บไซต์,หน้าตัวค้นหาของสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปรางและหน้าตัวค้นหาที่พักของอำเภอเนินมะปราง เมื่อทดสอบระบบเสร็จสิ้นแล้ว จึงได้นำเว็บไซต์ค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวอำเภอเนินมะปรางนั้น ไปทำการทดสอบคุณภาพและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่อยู่ภายในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและไม่ได้อยู่ในพื้นที่นั้นโดยใช้แบบสอบถาม google form โดยผู้ใช้งานจำนวน 96 คน

ที่เป็นนักท่องเที่ยวที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและไม่ได้อยู่ในพื้นที่นั้นทำ พบว่าผู้ใช้งานมีการประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานโดยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และมีร้อยละ 0.64 หมายความว่าเว็บไซต์นั้นสามารถใช้งานในการค้นหาที่ดี ตรงส่วนการพัฒนานั้นได้ทำการพัฒนาให้มีการแยกตัวค้นหาระหว่างสถานที่ท่องเที่ยวเกี่ยวกับที่พัก เลยทำให้ผู้ใช้งานมีความสนใจและเน้นสิ่งที่อยากค้นหามากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้ความรู้ในด้านต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาวิจัยนี้ให้ดีขึ้น และขอบคุณคนที่ทำแบบสอบถามออนไลน์ทั้ง 96 คนทุกท่านที่ช่วยกันตอบแบบสอบถามนี้จนทำให้สามารถสรุปผลลัพท์ออกมาได้

เอกสารอ้างอิง

- คมสันติ มหาสุข,สุภาภรณ์ เขียวงาม,และจินดา คำจริง. (2565). การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อจำหน่ายอาหารสัตว์เลี้ยง : กรณีศึกษาร้าน Petshop. วารสารวิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 4(1), 20-31.
- นงเยาว์ สอนจะโปะ, และสิทธิพงษ์ พุทธวงษ์. (2562). การออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์แนะนำสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดชลบุรีโดยใช้หลักการ RESPONSIVE WEB DESIGN. วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี, 15(4), 88-99.
- สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอเนินมะปราง. (2560). ประวัติความเป็นมาของอำเภอเนินมะปราง. <https://district.cdd.go.th/noenmaprang/about-us>. ค้นเมื่อ 13 มีนาคม 2565.
- Likert, Rensis. (1967). The Method of Constructing and Attitude Scale. In Reading in Fishbein, M (Ed.), Attitude Theory and Measurement. Wiley&Son: New York. 90-95.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหา ให้นักเรียน ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องการเขียนผังงาน สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
Development of computer-assisted instruction lessons to promote problem-solving skills for students in computer science on the subject of writing flowcharts. For Grade 4 students at Muang Nakhon Ratchasima School. Nakhon Ratchasima Province

ธนาดล สุรอด¹ สุมิตตา พิศนอก¹ ศศิวรรณ กุ้งกลางดอน¹ และนภชกร ภูมิพัฒน์¹
Thanadol Surod¹, Sumitta Phitnok¹, Sasiwan Kungklangdon¹, and Kodchakron Pummipat¹
สาขาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถ.สุรนารายณ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
Computer Education, Faculty of Education, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, 340 Suranarai Rd., Subdistrict. In the city, Mueang District, Nakhon Ratchasima Province 30000
*Corresponding author E-mail: taen08102002@gmail.com>

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียน โดยการออกแบบ (6E) ตามแนวคิดSteamกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยการออกแบบ (6E) ตามแนวคิดSteam และ 3) เพื่อศึกษา ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองนครราชสีมา จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบ แบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการกิจกรรมการเรียน โดย การออกแบบ (6E) ตามแนวคิดSteam แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานที่ผู้ วิจัยสร้างขึ้นสถิติที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐานค่าร้อยละ และสถิติThe Wilcoxon Signed Rank Test (Nonparametric-Tests)

Abstract

This research aims to: 1. Compare the learning outcomes of fourth-grade primary school students who received learning management through the 6E design based on the Steam concept with a criterion of 70%. 2. Compare the creative thinking in science of fourth-grade primary school students before and after receiving learning management through the 6E design based on the Steam concept. 3. Study the creative ability of students to produce work in a sample group of thirty fourth-grade primary school students from Mueang Nakhon Ratchasima School in the second semester of the academic year 2566, selected through cluster sampling.

บทนำ

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลง ไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มนุษย์ในสังคมโลกสามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้โดยง่าย และส่งข่าวสารจาก ที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ได้อย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีสารสนเทศจึงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญกับมนุษย์ ในแทบทุกด้าน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการศึกษาที่มีความสำคัญในการ พัฒนาประเทศ ยังได้มีการนำเทคโนโลยีมา ประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็น การเรียนการสอนในห้องเรียนหรือกระบวนการ ฝึกอบรมต่างๆ ดังในพระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติในหมวดที่ 9 มาตรา 66 ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีด ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะที่เพียงพอที่จะใช้ เทคโนโลยี เพื่อ การศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (พระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติ พ.ศ. 2442 (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545) กระทรวงศึกษาธิการได้ตระหนักถึงความสำคัญของคอมพิวเตอร์ และ เทคโนโลยีสารสนเทศ จึงได้บรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะ ในการทำงาน ทำงานเป็น รักการทำงาน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีความสามารถในการจัดการ การวางแผน ออกแบบการทำงาน สามารถนำเอาความรู้เทคโนโลยีและเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ และประยุกต์ใช้ในการ ทำงานสร้าง พัฒนางานผลิตภัณฑ์ตลอดจนวิธีการใหม่เพื่อพัฒนาคุณภาพของ งานและการทำงาน (กรมวิชาการ. 2544: 1) และในจัดการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงาน อาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ได้มีการแบ่งออกเป็นสาระการ เรียนรู้ต่าง ๆ รวมเป็น 5 สาระ สาระที่ตรงกับการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศคือ สาระที่ 3 การ ออกแบบและเทคโนโลยี สาระที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศ สาระที่ 5 เทคโนโลยีเพื่อการทำงานและ อาชีพ ซึ่งเมื่อผู้เรียนเรียนจบสาระการเรียนรู้จะต้องเข้าใจ และเห็นคุณค่าและใช้ กระบวนการ เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหาการทำงานและอาชีพ อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 19)

ดังนั้นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สร้างขึ้น มา เพื่อใช้ในการ เรียนการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายและ มีรูปแบบใน ตัวเอง คือมีทั้งภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว กราฟิก มีการตอบสนองกับผู้เรียนทันทีทันใด ผู้เรียนจะรู้ผลการเรียน ของตนเองทันทีหลังเรียนจบ ช่วยเสริมแรงให้กับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถเรียน ได้ตามอัตราความเร็วหรือการรับรู้ ของแต่ละคน โดยผู้เรียนไม่ต้องเร่งการตอบสนองหรือไม่ต้องรอ ข้อมูลย้อนกลับจากครู ผู้เรียนสามารถเรียนที่ใด และเวลาใดก็ได้ และสามารถศึกษาค้นคว้าด้วย ตนเองได้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้ทุกเวลา การใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์จึงเหมาะกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง คอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีระดับสูงที่นำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน และนำมาใช้ใน การผลิตบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น เดียวกับการเรียนการสอนระหว่างผู้สอนและผู้เรียน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ มีความสามารถในการตอบสนองต่อ ข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรง แก่ผู้เรียน ดังนั้นจึงมีการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กันอย่างกว้างขวางและแพร่หลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียน เพื่อการสอนรูปแบบต่าง ๆ กัน (ดวงมาลัย สัมมา 2541: 43) ผู้เรียนจะเรียนไปตามความสามารถของตนเอง ตามตราเร็วในการเรียน ต้องรอ หรือเร่งให้ไปพร้อม ๆ กันกับเพื่อนในชั้นเรียน จึงเป็นลักษณะการเรียนที่เน้นความแตกต่าง ระหว่างบุคคลอย่าง แท้จริง (ทักษิณา สวานานนท์ 2530: 208) ทั้งยังช่วยผ่อนคลายครูผู้สอนสามารถลด ปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอน ในงานด้านการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ของผู้วิจัยเองพบว่าการเรียนการสอน ในวิชา คอมพิวเตอร์ เรื่อง กราฟิกพื้นฐาน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งในเนื้อหาของวิชา ทฤษฎีและเทคนิคการใช้คำสั่งต่างๆ ใน

โปรแกรม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อนและบางเนื้อเป็นลักษณะที่เป็นนามธรรม ทำให้ยากแก่การเข้าใจ ถ้าหากผู้เรียนไม่มีพื้นฐานประสบการณ์เดิมทางด้านคอมพิวเตอร์ มาก่อน อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนใจเรียน และในขณะเดียวกัน ผู้เรียนที่มีพื้นฐาน ประสบการณ์เดิม หรือพื้นฐานความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์มาบ้างจะเรียนได้เร็ว แต่ต้องรอนักเรียนที่ เรียนอ่อนเพื่อให้เรียนได้ทันกัน และผู้สอนเองต้องให้ความสนใจ เอาใจใส่การเรียนการสอนทั้งหมด ทำให้นักเรียนที่เรียนเก่งเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียนอีกเช่นกัน และปัญหาที่สำคัญอีกประการ หนึ่งคือ ครูดูแลนักเรียนไม่ทั่วถึงเพราะนักเรียนมีจำนวนมาก จึงทำให้ต้องใช้เวลานานมากในการ สอนแต่ละเรื่อง และปัญหาที่พบประการสุดท้ายคือ ขาดแคลนสื่อการเรียนการสอนที่เป็นสื่อบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางด้านเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาคอมพิวเตอร์ ซึ่งส่วนใหญ่ที่พบสื่อบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะเป็นเนื้อหาในรายวิชาหลัก เช่น ภาษาไทย คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ ทำให้ทางโรงเรียนและครูผู้สอนขาดแคลนสื่อการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคอมพิวเตอร์โดยตรง

จากความสำคัญของความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ และลักษณะของ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และจากปัญหาการเรียนการสอนที่กล่าวมา จึงทำให้ผู้วิจัยทำการ พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง กราฟิกพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำมาช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนในด้าน ต่าง ๆ เช่น ในด้านของการขาดแคลนสื่อที่ตรงกับเนื้อหาบทเรียนมาใช้ในการเรียนการสอน ด้านเวลา ที่ใช้ในการเรียนการสอน ตลอดจนแก้ปัญหาผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน อีกทั้ง ยังเป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในระดับ ชั้นสูงต่อไป

วัสดุและวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เชิงทดลอง (Experimental Research Design) เพื่อศึกษาผลของการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ กับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนผังงาน (รายวิชา วิทยาการคำนวณ) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาการคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- แบบทดสอบก่อนเรียนรู้และหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง

การเขียนผังงาน ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาการคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่องการเขียนผังงาน ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาการคำนวณกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเมืองนครราชสีมา

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

แหล่งเรียนรู้ Flowchart

ข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ชนิดแบบทดสอบ

แบบทดสอบหลังเรียน

สิ้น*

ป.4/6

เลขที่

Q1

ประโยชน์ของพลังงานคืออะไร?

Q1Option

ใช่ทำงานแทนคน

ใช่ทำงานแทนโปรแกรม

ใช่เป็นสื่อกลางในการติดต่อประสานความคิดระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง

ใช่เป็นสื่อกลางในการติดต่อประสานงานและระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง

Search ภารกิจและกรณีศึกษา

ภารกิจและกรณีศึกษา

ภารกิจ

กรณีศึกษาที่ 1

กรณีศึกษาที่ 2

กรณีศึกษาที่ 3

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

แหล่งเรียนรู้ Flowchart

Search รูปแบบของผังงาน

รูปแบบของผังงาน

ผังงานแบบเรียงลำดับ
เป็นรูปแบบผังงานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และได้ตั้งชื่อการเปรียบเทียบกันได้ง่าย ผังงานแบบเรียงลำดับ

ผังงานแบบมีเงื่อนไข
เป็นรูปแบบผังงานที่มีการกระทำ 1 อย่างจำนวนหลายครั้ง โดย ผังงานแบบมีเงื่อนไข มีลักษณะ

ผังงานแบบทำซ้ำ
เป็นรูปแบบผังงานที่ทำงานซ้ำๆ ไปเรื่อยๆ โดยลักษณะผังงาน ผังงานแบบทำซ้ำ มี 2 ลักษณะ เช่น

ผังงานแบบเรียงลำดับ

ผังงานแบบเรียงลำดับ

งานแบบเรียงลำดับ

งานผังงานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน
เงื่อนไขการเปรียบเทียบได้ง่ายขึ้นตอนการทำงานตามแต่ขั้นตอนสิ้นสุด

title
ผังงานแบบเรียงลำดับ
อ่านหรือฟัง?
 อ่านแล้ว

แหล่งเรียนรู้ Flowchart

Search สัญลักษณ์ผังงาน

สัญลักษณ์ผังงาน

เริ่มต้นและสิ้นสุด
Start/End
สัญลักษณ์แทนจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการทำงาน

ดำเนินการและประมวลผล
Process
สัญลักษณ์แทนการดำเนินการ / ประมวลผลข้อมูล เช่น การกำหนดตัวแปร การทำงานของข้อมูล

รับข้อมูลและแสดงผลข้อมูล
Input/Output
สัญลักษณ์แทนรับและแสดงผลของข้อมูล ข้อมูลที่รับจะป้อนข้อมูลรับข้อมูลและแสดงผลข้อมูล

การเปรียบเทียบและตัดสินใจ
Decision
สัญลักษณ์แทนการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจเลือกการเปรียบเทียบและตัดสินใจ

จุดเชื่อมของผังงาน
Connector
สัญลักษณ์แทนจุดเชื่อมของงานเพื่อให้ผังงานดูต่อเนื่องกัน จุดเชื่อมของผังงาน มี 2 ชนิดคือ

จุดเชื่อมระหว่างหน้ากระดาษ
Between-Page Connector
สัญลักษณ์แทนจุดเชื่อมผังงานกรณีหน้ากระดาษต่อเนื่องกัน

ลูกศรทิศทางการทำงาน
Flow line / Direction
สัญลักษณ์แทนจุดเชื่อมผังงานกรณีมีหน้ากระดาษไม่ต่อเนื่องทิศทางการทำงาน

แหล่งเรียนรู้ Flowchart

Search อีกลอกริทิน

อีกลอกริทิน

ความหมาย
อีกลอกริทิน (Algorithm) คือ ขั้นตอนการทำงานที่กำหนดอย่างละเอียดและชัดเจน ซึ่งสามารถปฏิบัติตามได้โดยอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบการจัดทำอีกลอกริทิน
1. ระบุจุดเริ่มต้น
2. ระบุจุดสิ้นสุด
3. ระบุขั้นตอนการทำงาน
4. ระบุขั้นตอนการตัดสินใจหรือการวนซ้ำ

อีกลอกริทินที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้
1. มีขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน
2. ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย
3. สามารถประมวลผลข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถทำงานซ้ำๆ ได้โดยไม่ต้องเขียนซ้ำ

อีกลอกริทินด้วยข้อความ
การใช้อีกลอกริทินด้วยข้อความ คือ การใช้ข้อความและเครื่องหมายทิศทาง เพื่ออธิบายขั้นตอนการทำงาน

อีกลอกริทินด้วยข้อความ
อีกลอกริทินด้วยข้อความ

อีกลอกริทินด้วยรหัสจำลองหรือชุดได้โค้ด
การใช้อีกลอกริทินด้วยรหัสจำลองหรือชุดได้โค้ด คือ การเขียนขั้นตอนการทำงานด้วยภาษาโปรแกรมที่เข้าใจง่าย

อีกลอกริทินด้วยรหัสจำลองหรือชุดได้โค้ด
อีกลอกริทินด้วยรหัสจำลองหรือชุดได้โค้ด

อีกลอกริทินด้วยรหัสจำลองหรือชุดได้โค้ด
อีกลอกริทินด้วยรหัสจำลองหรือชุดได้โค้ด

วิธีการ

1. ศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การเขียนผังงาน
2. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การเขียนผังงาน
3. จัดทำบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การเขียนผังงาน เพื่อใช้ในกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้
4. ดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการเรียนรู้

ผลการวิจัย

นวัตกรรมนี้ นักเรียนได้ความรู้หรือได้คะแนนดีขึ้นจากนวัตกรรม

วิจารณ์ผล

วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ
t-test Dependent Sample

ทดสอบสมมติฐาน

เขียนสมมติฐาน $H_0 = u_1 = u_2$
 $H_1 = u_1 < u_2$

u_1 คือ คะแนนก่อนเรียน

u_2 คือ คะแนนหลังเรียน

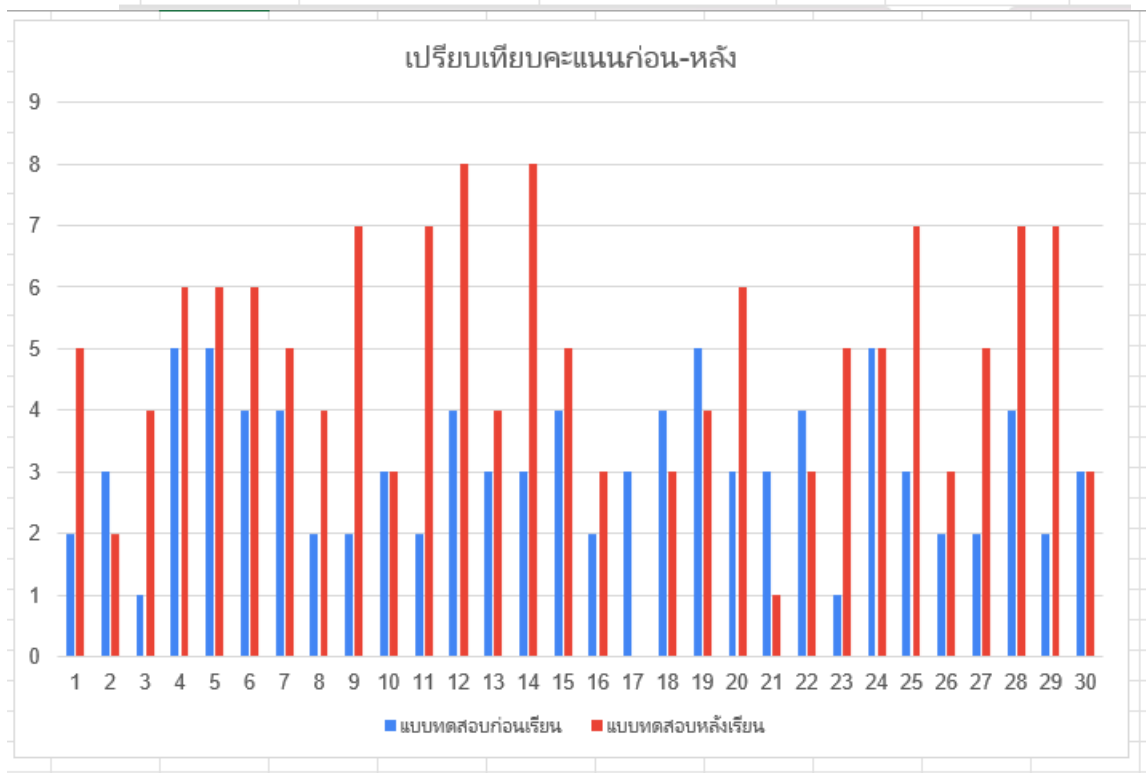
กำหนดระดับนัยสำคัญ ($\alpha=0.5$)

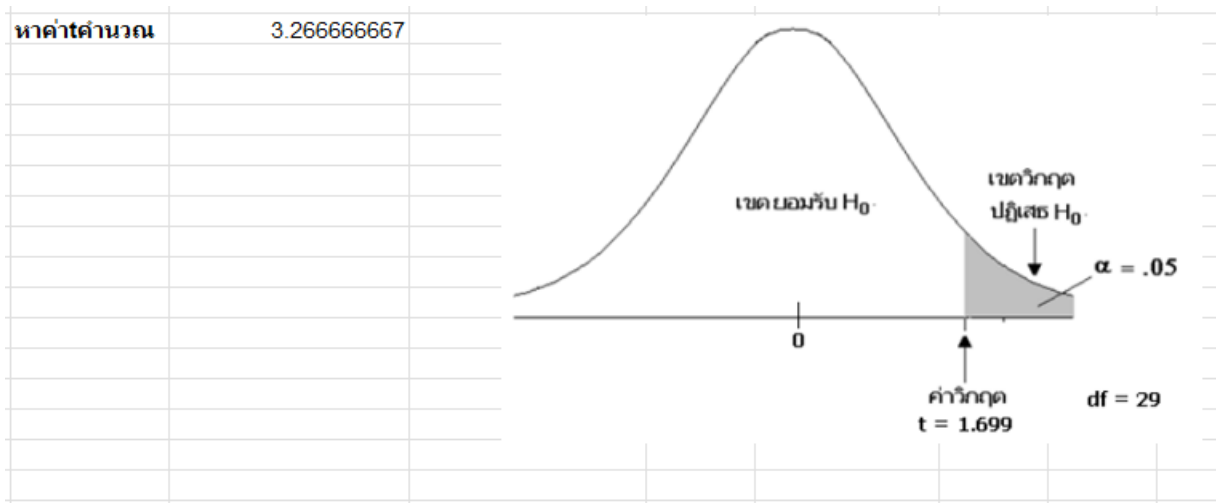
สูตร t-test Dependent Sample

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ } df = n - 1$$

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

เลขที่นักเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ผลต่าง(D)	ผลต่างกำลัง2(D ²)
1	2	5	3	9
2	3	2	-1	1
3	1	4	3	9
4	5	6	1	1
5	5	6	1	1
6	4	6	2	4
7	4	5	1	1
8	2	4	2	4
9	2	7	5	25
10	3	3	0	0
11	2	7	5	25
12	4	8	4	16
13	3	4	1	1
14	3	8	5	25
15	4	5	1	1
16	2	3	1	1
17	3	0	-3	9
18	4	3	-1	1
19	5	4	-1	1
20	3	6	3	9
21	3	1	-2	4
22	4	3	-1	1
23	1	5	4	16
24	5	5	0	0
25	3	7	4	16
26	2	3	1	1
27	2	5	3	9
28	4	7	3	9
29	2	7	5	25
30	3	3	0	0
ผลรวม	93	142	49	225
ค่าเฉลี่ย	3.1	4.733333333		





เนื่องจาก ค่า t ที่คำนวณ 3.2667 ได้มากกว่า ค่า t ตาราง (ค่าวิกฤต) 1.699 จึงตัดสินใจปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

แปลความหมาย ผลการทดสอบ นวัตกรรมนี้ นักเรียนได้ความรู้หรือได้คะแนนดีขึ้นจากนวัตกรรม

สรุปผล

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวเลือกหนึ่ง สำหรับครูผู้สอนได้เป็นอย่างดี ครูผู้สอนสามารถส่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน และส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. การพัฒนาและใช้ประโยชน์จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ได้ประสิทธิภาพครูผู้สอนจะต้องเห็นความสำคัญ และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างจริงจัง พร้อมกับแก้ไขและพัฒนาบทเรียนอยู่เสมอเมื่อพบข้อบกพร่อง

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยการจุดประกายแนวคิด จากท่าน อาจารย์ ดร.ฉัฐระพี โพธิ์ปิติกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้คอยกรุณาให้องค์ความรู้ในเรื่อง รูปแบบการทำวิจัย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดจนตรวจตรวจสอบข้อบกพร่องด้วยความเอา ใจใส่ ให้ความอนุเคราะห์ การปรึกษารวมทั้งตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้พิจารณาตรวจสอบเครื่องมือ ให้ข้อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ จนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนเมืองนครราชสีมา อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัด นครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นอย่างดีและขอขอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการ ออกแบบ(6E) ตามแนวคิดสตีม ทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2536), **การสร้างและพัฒนาผลสัมฤทธิ์**. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรจน์ ประสานมิตร.
- พุทธชาติ จินันทยา. (2541). **การทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาภาษาไทย เรื่องการเขียน สกศคำ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. อดุตรดิตถ์: สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอลับแล สำนักงานการ ประถมศึกษาจังหวัดอุตรดิตถ์
- เพียงพร ยะสะนพ. (2552). **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เรื่อง Local festivals วิชา ๐031204 ภาษาอังกฤษอ่าน - เขียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ภาษาต่างประเทศ**. โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช, สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 12, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- วัชรพล วิบูลย์ศรี (2556). **นวัตกรรมและการสื่อสารการเรียนการสอนภาษาไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิญญา วิศาลาภรณ์ (2531). **การสร้างแบบทดสอบ (พิมพ์ครั้งที่ 2)**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรจน์ ประสานมิตร
- สกนธ์ เรืองนุ่น (2546). **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องเครื่องใช้ภายใน บ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต วิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรจน์. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคา 2553 59) **21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิดรู้** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์
- อักรวุฒิ จินดานุรักษ์ (2542). **การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP**. ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อาภาภรณ์ สุขราช (2540). **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเทคโนโลยีการศึกษาเรื่อง เทคโนโลยี การ สื่อสาร สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพนาฏศิลป์ชั้นสูงปีที่ 1**. การค้นคว้าอิสระปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

การพัฒนาบทเรียน Computer Assisted Instruction
การเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
Development of computer assisted instruction lessons in
computer education using the Scratch program for Primary School
Prathomsuksa 4 AnubanNakhonRatchasima School
NakhonRatchasima Province

พิชญานา นารักษ์^{1*}, ณัฐวิภา ขอบอินทร์¹, อภัสวรรณ บริบูรณ์¹ และฉัฐระพี โพธิ์ปิตกุล¹
Pichayapa Nareerak^{1*}, Natthawipa Chob-in¹, Aputsawan Boriboon¹ and Chatrapee Phopitikul¹

¹คณะครุศาสตร์ สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมืองนครราชสีมา อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000 Nakhon
¹Faculty of Education, Computer Education Nakhon, Ratchasima Rajabhat University, 340 Suranarai Road, Subdistrict in
Mueang Nakhon Ratchasima, Mueang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima, 30000

*Corresponding author E-mail : 6440108112@nrru.ac.th¹, 6440108105@nrru.ac.th², 6440108117@nrru.ac.th³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนบนเว็บ เรื่อง การเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ เรื่องการใช้โปรแกรม Scratch 3) ประเมินผลงานที่สร้างด้วยโปรแกรม Scratch 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนบนเว็บ เรื่อง การเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch กลุ่มตัวอย่างวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา โดยการสุ่มแบบกลุ่ม ได้จำนวนทั้งหมด 64 คน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน Computer Assisted Instruction เรื่อง การเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.23/84.87 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย บทเรียน Computer Assisted Instruction เรื่อง การเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ .05 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียน Computer Assisted Instruction ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

Abstract

The shortcoming of this research aims to 1) develop a web-based lesson on learning computer science using Scratch for 4th graders with 80/80 performance criteria, 2) compare pre-school scores and achievements with a web-based lesson on Scratch usage, 3) evaluate results created with Scratch 4) Study the satisfaction of learners with web lessons on learning computer science using Scratch. The research sample is 4th grade students, 2nd semester of the academic

year 2013, Nakhon Ratchasima Kindergarten, Nakhon Ratchasima Province. The research found that 64 students

learned Computer Assisted Instruction on Computer learning using the 4th grade Scratch program at Nakhon Ratchasima Kindergarten has a performance of 82.23/84.87 which is higher than the 80/80 threshold. The achievement of students who learned with Computer Assisted Instruction about learning computer science using the Scratch program is statistically significant.05 And students were very satisfied with the Computer Assis Instruction lessons developed.

บทนำ

การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีบทบาทอย่างมากด้านการศึกษา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารยังช่วยส่งเสริมความก้าวหน้าด้านวิชาการและในศาสตร์ทุกสาขาอาชีพ ยุคศตวรรษที่ 21 การสร้างเสริมองค์ความรู้ด้านวิทยาการคำนวณ ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ พัฒนาพื้นฐานความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (digital technology) จุดมุ่งหมายเน้นการพัฒนาเพื่อการศึกษา บทบาทในการพัฒนาคนและชุมชนในสังคมความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation) ต่าง ๆ ที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง จะไม่ว่าจะเกิดจากห้องเรียน หรือการเรียนรู้จากครูผู้สอน แต่เกิดจากรู้ที่นำไปอย่างมีระบบ เริ่มต้นการสอนของครูให้นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้ควบคู่การใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้เหมาะสมกับวัยและการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ตลอดเวลาการที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ สนุกกับการเรียน มีความสุข ภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง การที่ทุกคนได้ก้าวเข้ามาสู่ยุคดิจิทัลอย่างเต็มตัวอย่างน้อยจะต้องมีทักษะความเข้าใจและใช้เทคโนโลยีดิจิทัล หรือเทคโนโลยีดิจิทัล คือการนำเอาเครื่องมืออุปกรณ์อย่างเช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และสื่อออนไลน์นี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทำงานและร่วมกับผู้อื่นเพื่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการทำงาน มีทักษะในการใช้ (Use) ความเข้าใจ (Understand) การสร้าง (create) และเข้าถึง (Access) เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเราเรียกเป็นยุคเทคโนโลยีดิจิทัล เมื่อดิจิทัลเข้ามามีบทบาทอย่างมากกับชีวิตของเราทุกคน และมีผลกระทบต่อคนทุกคน ไม่ว่าจะเป็นการช่วยเรื่องพัฒนาการในการเรียนรู้ต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ส่วนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้น เพิ่มศักยภาพในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างผลงานใหม่ ๆ ออกมา เทคโนโลยีหากถูกนำมาใช้อย่างไม่จำกัดเหมาะสมแล้ว จากผลสำเร็จที่คิดในสิ่งที่ดีก็อาจจะเปลี่ยนแปลงเป็นผลร้ายต่อผู้ใช้หรือเกิดผลกระทบได้ ดังนั้น เด็ก ๆ ควรจะต้องมีความพร้อมในการรับมือกับเทคโนโลยีโดยผู้ที่คิดสร้างความพร้อมนั้น ต้องได้รับความร่วมมือจากคนรอบข้างเพื่อน รวมไปถึงผู้ปกครอง พ่อแม่ และคุณครูให้คำแนะนำชี้แนะ ไม่ว่าจะป็นข้อมูลข่าวสารและสิ่งต่าง ๆ รอบตัว การเข้าใจถึงเทคโนโลยีจะสามารถจัดการกับการใช้ชีวิตของเด็ก ๆ ได้ด้วยตัวเอง ดังนั้นครูผู้ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน เพื่อให้เกิดกระบวนการคิดโดยใช้วิจารณญาณ อาศัยเหตุผล หลักฐาน หรือข้อสนับสนุน

แนวความคิดการจัดการเรียนการสอน ยุคปัจจุบันจะต้องมีทักษะด้านวิชาการเบื้องต้น หรืออาจเรียกอีกนัยหนึ่งคือความรู้พื้นฐาน และทักษะด้านความสามารถเฉพาะตัว โดยเมื่อนำเอาความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วในตัวเด็ก ๆ มาผสมผสานรวมเข้ากับความสามารถเฉพาะตัวแล้วจะทำให้ประสบความสำเร็จการที่นักเรียนที่มุ่งเน้นการคิดเชิงนวัตกรรมและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครูผู้สอนมีบุรณการรู้จัก ความรู้ในพื้นฐานรายวิชาและมีพัฒนาสื่อให้ทันสมัยอยู่เสมอ นวัตกรรมการศึกษา (Education Innovation) การสอนจึงต้องมีจุดสนใจ ดึงดูดนักเรียนให้สนใจในสิ่งที่เรียนและเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ใกล้ตัวนั้นมากที่สุด มีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกทำให้โปรแกรมทำ

แอนิเมชันที่ซับซ้อน จากเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่ายในการทำแอนิเมชันให้เด็ก ๆ นั้นจึงต้องใช้หลักการแบบง่ายและเครื่องมือที่ใช้ต้องง่ายด้วย

ผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้โปรแกรม Scratch ที่มาจากหลักสูตรวิทยาการคำนวณ โปรแกรม Scratch คือ เครื่องมือสำหรับการใช้โปรแกรมด้วยภาพที่สามารถดาวน์โหลดใช้ได้ฟรีสำหรับนักเรียน นักวิชาการ ครู ผู้ปกครอง ที่มีเครื่องมือเมนู สร้างการ์ตูน เกม อย่างง่าย และเป็นก้าวสำคัญที่จะพัฒนา ไปสู่การเขียนโปรแกรมระดับสูงต่อไป โปรแกรม Scratch สามารถเรียนรู้แล้วออกแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เกม รวมทั้งการสร้างแบบจำลอง และการทดลอง แล้วยังสร้างสื่อการสอน แบบเล่านิทาน เรื่องราวทางสังคมศาสตร์ ศิลปะ และดนตรี จากการเรียนโปรแกรมภาษาทำให้ผู้วิจัยได้ลองศึกษาโปรแกรม Scratch ในการใช้งานประกอบด้วยบล็อกที่ใช้ กำหนดรูปแบบการเคลื่อนที่ให้ตัวละคร เช่น เคลื่อนที่ไปข้างหน้า หมุนทิศทางไปที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนเวทีโดยสามารถกำหนดค่าของการเคลื่อนที่ได้ เป็นต้น เพื่อให้เด็ก ๆ มีความสามารถจะต้องมีกระบวนการคิดที่เป็นระบบ (Logical Thinking) ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอนแล้ว ความคิดสร้างสรรค์ในนักเรียนเป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากจะเป็นส่วนช่วยให้สามารถต่อยอดความรู้ที่เขาได้เรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มศักยภาพ ด้วยการเขียนสคริปต์ เพื่อสั่งให้ตัวละครหรือเวทีแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ตัวละครพูด เปลี่ยนชุดตัวละคร เปลี่ยนขนาดตัวละคร ทั้งนี้เด็กนักเรียนมีทั้งความสามารถในการออกความคิดในกระบวนการคิดที่เป็นระบบและคิดอย่างสร้างสรรค์จะได้ชิ้นงานอย่างเหมาะสม สิ่งหนึ่งที่ขาดไม่ได้คือการสื่อสารและการมีความร่วมมือในการทำงานกับผู้อื่นนั่นเอง หากนักเรียนมีความสามารถในทุกๆ ด้านแต่ไม่สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ศักยภาพก็คงจะไม่เกิดขึ้น การมีคุณภาพชีวิตที่ดีนั้นจะทำให้เขาสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ดี รวมไปถึงมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งจะนำไปสู่การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความอดทน ความเพียร และความพยายาม นักเรียนสามารถปรับตัวได้ดีพร้อมทั้งมีวุฒิภาวะทางด้านจิตใจที่ดีอีกด้วย การนำทุกอย่างที่ได้เรียนรู้จาก 8 กลุ่มสาระบูรณาการให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของความคิดหรือการกระทำเข้ามาใช้ในระบบการศึกษา ยังมุ่งหวังที่จะเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้การศึกษามีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว เกิดแรงจูงใจในการเรียน และช่วยให้ประหยัดเวลาในการเรียน เช่น การสอนโดยใช้โปรแกรม Scratch เป็นตัวกลางหรือช่องทางในการถ่ายทอดองค์ความรู้ ทักษะ และความคิดสร้างสรรค์จากแหล่งความรู้ไปสู่นักเรียน กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่ดีควรให้นักเรียนได้มีการสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีการออกแบบให้น่าสนใจ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เข้าใจและมีส่วนร่วม เพราะสามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีหน่วยการเรียนรู้ที่เรียนเนื้อหา ความสำคัญการสร้างชิ้นงานผ่านซอฟต์แวร์ประยุกต์ นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ ไม่เบื่อหน่าย มีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนภาคทฤษฎีมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยหวังว่าการใช้สื่อโปรแกรม Scratch สามารถดึงดูดความสนใจ ของนักเรียนมากขึ้น ก่อให้เกิดเจตคติที่ดีและมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ในการจัดการเรียนการสอนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เชิงทดลอง (Experimental Research Design) เพื่อศึกษาผลของการเรียน ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ กับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาการคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

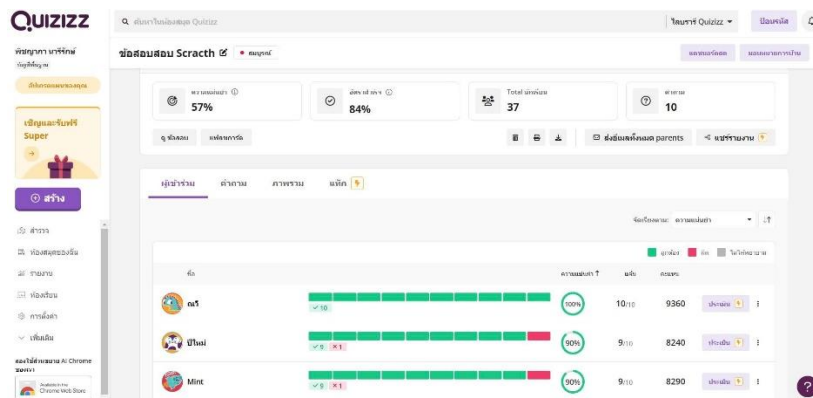
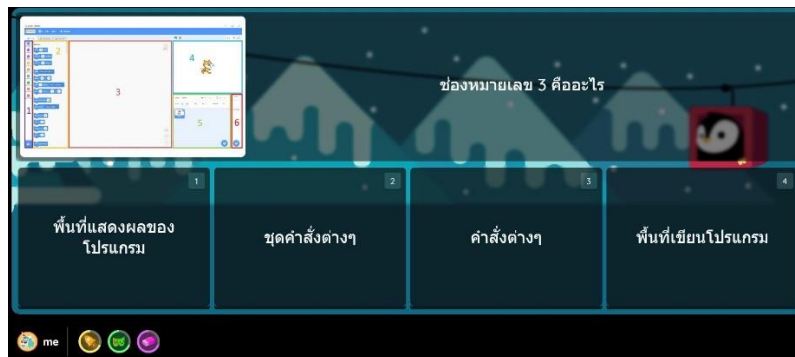
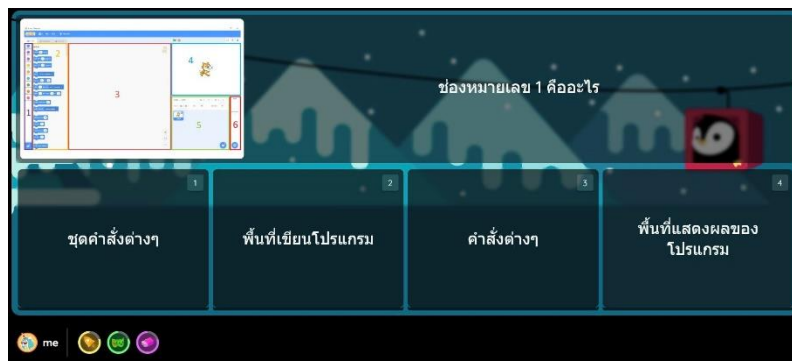
- แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาการคำนวณ
- แบบส่งงานโดยใช้ Google Form ในการส่งงานทุกครั้ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างสื่อการเรียนการสอน การสร้างชิ้นงานผ่านซอฟต์แวร์ประยุกต์โดยโปรแกรม Scratch เรื่องนิทานหมาป่ากับแกะ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา
2. เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา โดยใช้โปรแกรม Scratch ก่อนและหลังการเรียนรู้
3. เพื่อวัดความพึงพอใจในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- 1) บทเรียน Computer Assisted Instruction เรื่อง การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้
- 3) ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งศึกษาความต้องการจากแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบบทเรียน Computer Assisted Instruction เรื่อง การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้คัดเลือกเนื้อหาเพื่อนำมาออกแบบบทเรียน Computer Assisted Instruction เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาการเรียนการสอนของการสร้างเกมด้วย Scratch มากขึ้น สามารถเห็นภาพในการสร้างเกม Scratch

ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ประชากร นักเรียนโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน สามารถใช้โปรแกรม Scratch
- 2) กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น สื่อการสอนโดยใช้ Scratch

ตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์

ตัวแปรต้น
สื่อการสอนโดยใช้โปรแกรม Scratch

ตัวแปรตาม
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์
เรื่อง การพัฒนาบทเรียน Computer Assisted Instruction การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch

นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1) Scratch หมายถึง โปรแกรม Scratch (อ่านว่า สะ-แครช) เป็นโปรแกรมภาษาที่ผู้เรียนสามารถสร้างชิ้นงานได้ง่าย ลักษณะการใช้งานเป็นบล็อกโปรแกรม (Block) นำมาต่อกัน เพื่อสร้างรหัสคำสั่ง (Code) เพื่อสั่งให้โปรแกรม Scratch ทำงานตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ สามารถนำมาใช้ซอฟต์แวร์เชิงสร้างสรรค์ได้ นำมาทำแอนิเมชันเล่านิทาน ที่สามารถโต้ตอบกับผู้อ่านได้ ภาพเคลื่อนไหว และเกมสร้างสรรค์
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นคะแนนของนักเรียนที่ได้จากเรียน ตามความสามารถด้านทักษะการใช้ความรู้ความเข้าใจ นำมาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยที่ครูเป็นผู้สร้างแบบทดสอบขึ้นเกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียน มีการวางแผนทางการประเมินไว้อย่างชัดเจนในแผนการสอน และสร้างเครื่องมืออย่างมีคุณภาพ
- 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาการเรียนโปรแกรม Scratch โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ ในการจัดการเรียนการสอน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. ขั้นตอนการสร้าง
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มเป้าหมาย

1.1.1 ประชากร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 319 คน ที่สามารถใช้โปรแกรม Scratch ได้

1.1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1.2.1 โปรแกรม Scratch เรื่องการสร้างชิ้นงานผ่านซอฟต์แวร์ประยุกต์

1.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างชิ้นงานซอฟต์แวร์ประยุกต์

1.2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ผลการเรียนรู้ / ทักษะเรื่องการสร้างชิ้นงาน ผ่านซอฟต์แวร์ประยุกต์

1.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ เรื่องการสร้างชิ้นงานผ่านซอฟต์แวร์ประยุกต์

ผลการวิจัย

นวัตกรรมนี้ นักเรียนได้ความรู้หรือได้คะแนนดีขึ้นจากนวัตกรรม

วิจารณ์ผล

วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ

t-test Dependent Sample

ทดสอบสมมติฐาน

เขียนสมมติฐาน $H_0 = u_1 = u_2$

$$H_1 = u_1 < u_2$$

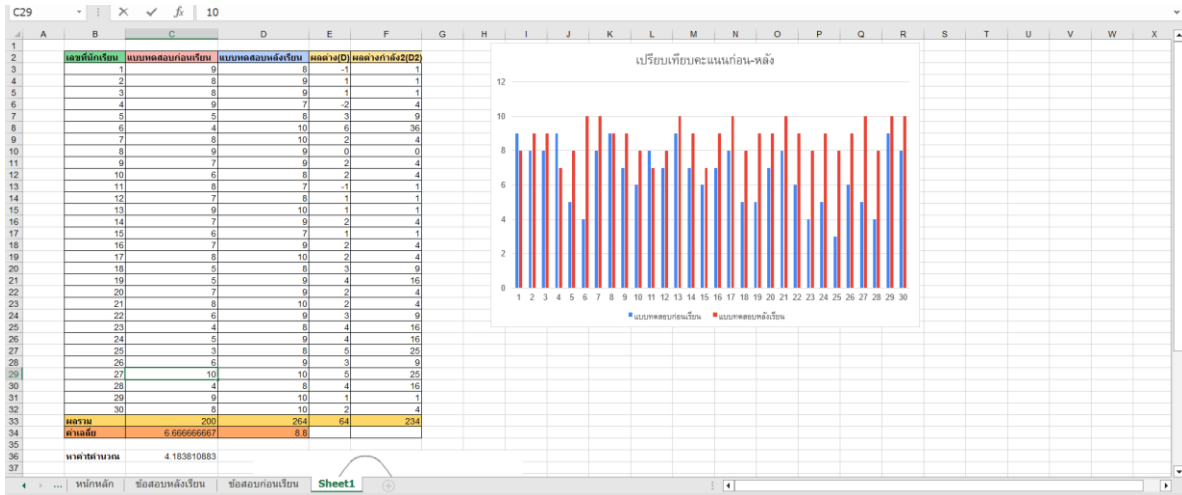
u_1 คือ คะแนนก่อนเรียน

u_2 คือ คะแนนหลังเรียน

กำหนดระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.5$)

สูตร t-test Dependent Sample

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ } df = n - 1$$



เนื่องจาก ค่า t ที่คำนวณ 4.081115337 ได้มากกว่า ค่า t ตาราง (ค่าวิกฤต) 1.699 จึงตัดสินใจปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

แปลความหมาย ผลการทดสอบ นวัตกรรมนี้ นักเรียนได้ความรู้หรือได้คะแนนดีขึ้นจากนวัตกรรม

สรุปผล

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวเลือกหนึ่ง สำหรับครูผู้สอนได้เป็นอย่างดี ครูผู้สอนสามารถส่ง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน และส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2) การพัฒนาและใช้ประโยชน์จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ได้ประสิทธิภาพครูผู้สอน จะต้องเห็นความสำคัญ และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างจริงจัง พร้อมกับแก้ไขและพัฒนาบทเรียนอยู่เสมอเมื่อพบข้อบกพร่อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ในการพัฒนาบทเรียน Computer Assisted Instruction เรื่อง การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ให้มีประสิทธิภาพ ควรได้ทำการศึกษาธรรมชาติของบทเรียนและ ควรได้รับความร่วมมือจากผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา เช่น ผู้บริหาร อาจารย์ประจำรายวิชา นักเทคโนโลยีการศึกษา นักวัดผล และหน่วยงานที่มีความเกี่ยวข้องกัระบบอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้เพื่อให้บทเรียนที่ทำการพัฒนาขึ้นมีคุณภาพและสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ

2) การศึกษาบทเรียน Computer Assisted Instruction เรื่อง การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch จำเป็นต้องอาศัยความพร้อมในหลายด้าน ดังนี้

2.1 ผู้บริหาร ให้การสนับสนุนการพัฒนาบทเรียน

2.2 คุณครูผู้สอนมีความเข้าใจธรรมชาติของบทเรียนและลักษณะเฉพาะของผู้เรียนเพื่อจะ ส่งผลให้รูปแบบในการนำเสนอบทเรียน Computer Assisted Instruction เรื่อง การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ที่พัฒนาขึ้นมีความน่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียนและเนื้อหาของบทเรียน

2.3 ผู้เรียนควรมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์และการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นอย่างดี เพื่อความสะดวกในการศึกษาบทเรียนด้วยตนเองเพิ่มเติมในเวลาที่เหมาะสม

3) ก่อนที่จะเรียนด้วยบทเรียน Computer Assisted Instruction เรื่อง การเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Scratch ควรให้นักศึกษา ศึกษาคู่มือแนะนำการใช้บทเรียนตลอดจนทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์และปุ่มคำสั่งต่างๆ เพื่อให้การเรียนเป็นไปด้วยความราบรื่น

4) การเรียนออนไลน์ อาจารย์ยังคงมีบทบาทสำคัญ โดยเป็นผู้ชี้แนะ ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในกรณีที่คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมมีปัญหา

เอกสารอ้างอิง

สมรักษ์ นันตา , เมธิ มธุรส , และกิติยาภรณ์ ป้อมคำ การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องการใช้โปรแกรม Scratch วิชา การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนครไตรตรึงษ์ นักศึกษา สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

Reference documents Somrak Nanta, Methi Mathuros, and Kitiyaporn Pomkham develop online lessons on Scratch programming for secondary school students, Nakhon Traipun School, Faculty of Curriculum at Kamphaeng Phet Rajabhat University.

การพัฒนาระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject)
ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) สำหรับธุรกิจประกันภัย
Developing Personal Data Subject Rights Management Systems in Compliance
with Personal Data Protection Laws (PDPA) for Insurance Businesses

สิงหนพ พงษ์สิงห์^{1*} และสุวรรณี อัครกุลชัย¹

Singhaphon Phonsing^{1*} and Suwannee Adsavakulchai¹

¹ บัณฑิตวิทยาลัย กลุ่มวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการเงิน คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
126/1 ถนนวิภาวดีรังสิต เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400

¹ Graduate School, Financial Technology, School of Business, University of the Thai Chamber of Commerce

126/1 Vibhavadee-Rangsit Road, Dindaeng, Bangkok 10400

*Corresponding author E-mail: singhaphon@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการทำงานและวิธีการพิจารณาคำร้องขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล และพัฒนาระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) สำหรับธุรกิจประกันภัย ผลการศึกษา ตามหลักการของวงจรชีวิตในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ผลการศึกษา ปัญหาการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ยังคงใช้กระดาษ ใช้เวลานาน จากการสัมภาษณ์เชิงลึกบุคลากรในธุรกิจประกันภัยที่ทำงานตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 6 คน และเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ลูกค้า บุคลากรของธุรกิจประกันภัยอื่นๆ จำนวน 136 คน พบว่า ต้องการระบบที่สามารถใช้สิทธิในแต่ละประเภทตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลแบบง่าย สำหรับเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลหรือลูกค้า ต้องการขอใช้สิทธิผ่านช่องทางออนไลน์ที่รวดเร็ว ผลการวิเคราะห์และออกแบบระบบด้วย UML ด้วย Use case diagram Sequence diagram และ Class diagram การออกแบบ UX สำหรับระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) ประกอบด้วย 2 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบบันทึกคำร้องขอตามกฎหมาย PDPA และระบบอนุมัติคำร้องขอ มีการรักษาความปลอดภัยด้วยระบบการยืนยันด้วยใบหน้า และ 2FA ใช้ user name password และ OTP ระบบช่วยให้ทำงานได้เร็วขึ้นร้อยละ 75 เนื่องจากลดขั้นตอนและความผิดพลาด สะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการทำงาน นอกจากนี้ ระบบยังสามารถติดตามสถานะใช้สิทธิ และการจัดทำรายงานสรุปที่ถูกต้องและรวดเร็ว

คำสำคัญ : เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล, กฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล, ธุรกิจประกันภัย

Abstract

This paper aims to investigate the process and procedures for handling requests related to personal data owner rights, and to develop a data owner rights management system aligned with the Personal Data Protection Act (PDPA) for insurance businesses. The study followed the software development lifecycle principles. Findings from interviews with six insurance personnel and 136 individuals, including customers and staff from other insurance businesses, revealed the need for a simplified system that allows for easy access to different types of data owner rights, especially via swift online channels. The analysis and system design, employing UML (Unified Modeling Language) in Use Case, Sequence, and Class diagrams, led to the creation of a UX (User

Experience) design for the Data Subject Request (DSR) System. This system consists of two primary modules: a PDPA request recording system and a request approval system. Security measures include facial recognition and Two-Factor Authentication (2FA) utilizing usernames, passwords, and OTP (One-Time Password). The system's implementation resulted in a 75% increase in operational speed due to reduced steps and errors, ensuring efficiency and convenience. Additionally, it enables tracking of rights usage and generates accurate and prompt summary reports.

Keywords: Data Subject, Personal Data Protection Law, Insurance Business

บทนำ

เนื่องจากพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ.2562 มีการบังคับใช้อย่างเต็มรูปแบบในวันที่ 1 มิถุนายน 2565 และได้กำหนดสิทธิให้แก่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject Right) ไว้หลายประเภท ได้แก่ สิทธิได้รับการแจ้งให้ทราบ สิทธิในการเพิกถอนความยินยอม สิทธิขอเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคล สิทธิในการขอให้แก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล สิทธิขอให้ลบหรือทำลาย สิทธิขอให้ระงับการใช้ข้อมูล สิทธิในการขอให้โอนข้อมูลส่วนบุคคล และสิทธิคัดค้านการเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งตามกฎหมายแล้ว ผู้ควบคุมข้อมูล (Data Controller) ไม่ว่าจะเป็นผู้ประกอบการ สถานประกอบการ หน่วยงานภาครัฐและเอกชนต่างต้องแจ้งวัตถุประสงค์และรายละเอียดของการประมวลผลข้อมูลส่วนบุคคลให้แก่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลได้ทราบ เพื่อให้เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลรู้ว่าข้อมูลของตนจะถูกนำไปใช้ทำอะไร ซึ่งบริษัทประกันภัยในฐานะผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคลมีหน้าที่ต้องดำเนินการตามกฎหมายดังกล่าว [1]

ในปัจจุบัน การใช้สิทธิตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) ของบริษัทประกันภัยมีการร้องขอใช้สิทธิจากลูกค้าซึ่งเป็นเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data subject) เป็นจำนวนมาก ซึ่งลูกค้าจะต้องกรอกข้อมูลความต้องการของตนลงในแบบฟอร์มคำร้องขอใช้สิทธิที่เป็นกระดาษ และยื่นให้บริษัทประกันภัยเป็นผู้พิจารณา โดยถ้าเป็นการใช้สิทธิทั่วไปของธุรกิจประกันภัยพนักงานของฝ่ายบริการกรมธรรม์ลูกค้าจะเป็นผู้พิจารณา แต่ถ้าเป็นการใช้สิทธิที่มีความยุ่งยากซับซ้อนตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล เจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (Data Protection Officer: DPO) จะเป็นผู้พิจารณาว่าจะอนุมัติหรือไม่อนุมัติให้ลูกค้าใช้สิทธินั้นๆ ซึ่งมีกระบวนการทำงานที่ล่าช้า ยุ่งยากในการจำแนกประเภทของสิทธิ ก่อให้เกิดผลกระทบและเป็นปัญหาของบริษัท ดังนั้น หากมีการพัฒนาระบบคำร้องขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล โดยให้สามารถใช้สิทธิต่างๆ ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ มีระบบคัดแยกประเภทสิทธิและส่งคำร้องโดยอัตโนมัติไปยังผู้มีหน้าที่พิจารณาอนุมัติอย่างถูกต้อง รวมถึงเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลสามารถใช้สิทธิผ่านหน้าเว็บไซต์ได้ทุกที่ทุกเวลาและสามารถตรวจสอบสถานะคำร้องขอใช้สิทธิของตนได้ จะทำให้กระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้สิทธิตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว ถูกต้องตามกฎหมาย และลูกค้าพึงพอใจในการใช้บริการ [2]

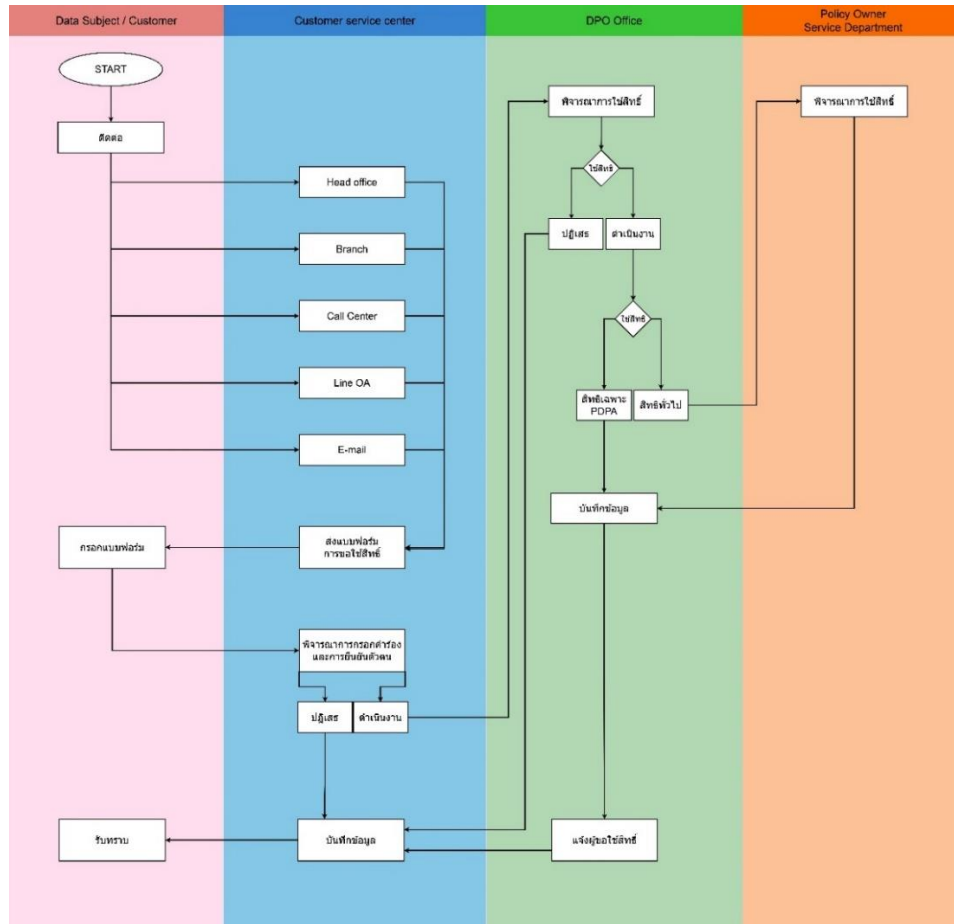
ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพิจารณาคำร้องขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล และพัฒนาระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) สำหรับธุรกิจประกันภัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการทำงานและวิธีการพิจารณาคำร้องขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทั้งข้อมูลจากรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษารูปแบบและระบบงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลผลการดำเนินงานของบริษัทที่ได้รวบรวมไว้ รวมถึงข้อมูลจากเว็บไซต์และสื่อต่างๆ ที่อยู่ในรูปบทความ วารสาร ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจประกันภัย
2. การพัฒนาระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) สำหรับธุรกิจประกันภัย ตามหลักการของวงจรชีวิตในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่
 - 2.1 การศึกษาปัญหาและความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล
 - 2.2 การศึกษาความต้องการของผู้ใช้ จากการสัมภาษณ์เชิงลึกบุคลากรในธุรกิจประกันภัยที่ทำงานตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 6 คน และแบบสอบถามสำหรับเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ลูกค้า บุคลากรของธุรกิจประกันภัยอื่นๆ จำนวน 136 คน
 - 2.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ ตามหลัก Object-Oriented Approach ด้วย UML ได้แก่ Use case diagram Sequence diagram การออกแบบฐานข้อมูลด้วย Class diagram และการออกแบบ UX
 - 2.4 การพัฒนาระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) ประกอบด้วย 2 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบบันทึกคำร้องขอตามกฎหมาย PDPA และระบบอนุมัติคำร้องขอ
 - 2.5 การทดสอบระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

ผลการศึกษา

1. กระบวนการทำงานและวิธีการพิจารณาคำร้องขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล แสดงในภาพที่ 1

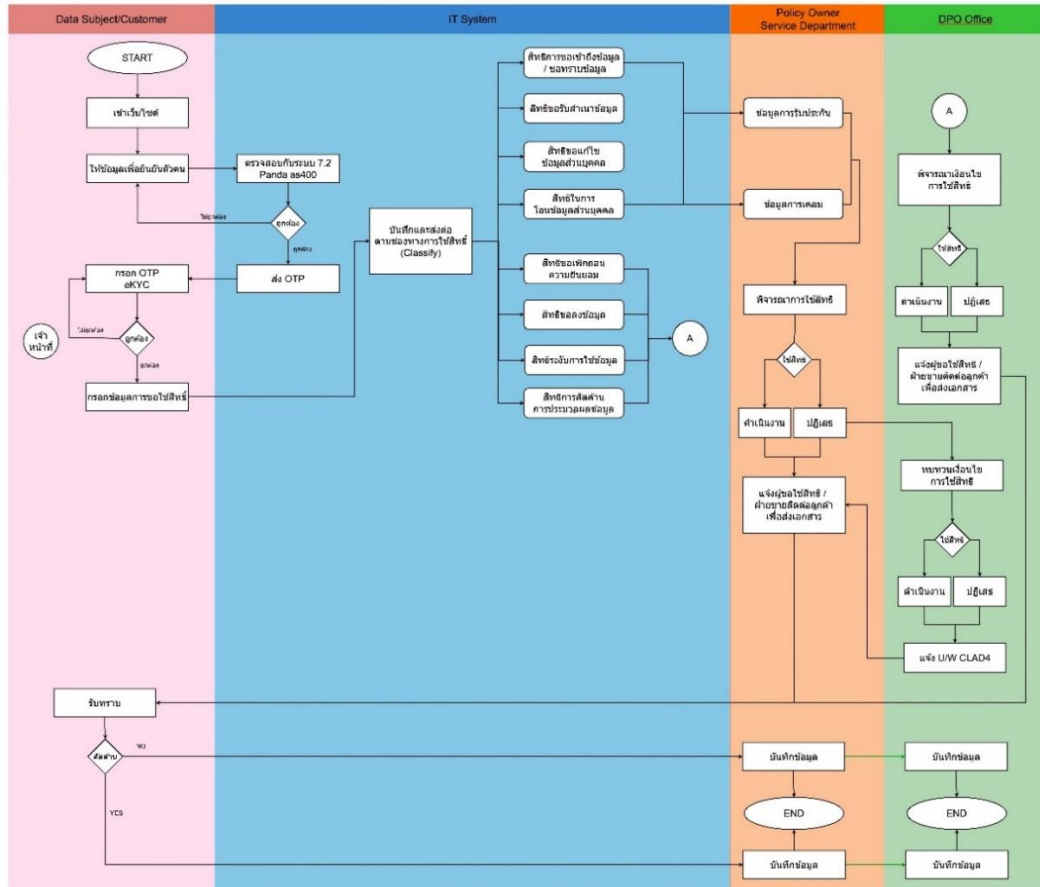


ภาพที่ 1 กระบวนการทำงานและวิธีการพิจารณาคำร้องขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (ปัจจุบัน)

จากภาพที่ 1 การขอใช้สิทธิตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล PDPA ลูกค้าจะใช้วิธีการมาติดต่อที่ สำนักงานใหญ่ สำนักงานสาขาหรือโทรมายังเบอร์ Call Center หรือ ติดต่อมาทาง Line OA หรือส่งอีเมล เพื่อให้ บริษัทจะส่งแบบฟอร์มให้ลูกค้ากรอกแล้วส่งกลับมายังบริษัท จากนั้นกรอกข้อมูลลงแบบฟอร์มที่เป็นกระดาษ หรือไฟล์ PDF แนบสำเนาบัตรประจำตัวประชาชนเพื่อยืนยันตัวตน ส่งให้เจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของ บริษัทเป็นผู้พิจารณา และส่งเรื่องให้ฝ่ายบริการกรมธรรม์ลูกค้าดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นจะแจ้ง ผลการดำเนินการให้เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลหรือลูกค้าทราบผลการดำเนินการตามที่ลูกค้าร้องขอ ซึ่งรวม ระยะเวลาทั้งกระบวนการประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 4 ชั่วโมง

2. การพัฒนาระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA)

2.1 ปัญหาการขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ยังคงใช้กระดาษ ใช้เวลานาน ด้วยเทคโนโลยี สารสนเทศในปัจจุบัน สามารถพัฒนาระบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการขอใช้สิทธิอย่างมี ประสิทธิภาพและรวดเร็ว แสดงกระบวนการทำงานและวิธีการพิจารณาคำร้องขอใช้สิทธิของเจ้าของ ข้อมูลส่วนบุคคลใหม่ที่นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาพัฒนา ในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระบวนการทำงานและวิธีการพิจารณาคำร้องขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (ใหม่)

จากภาพที่ 2 ระบบการขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลตามกฎหมาย PDPA ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลหรือลูกค้าใช้สิทธิต่างๆ ผ่านหน้าเว็บไซต์ ไม่ต้องส่งแบบฟอร์มเป็นเอกสารมายังบริษัท ประกันภัย เมื่อเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลกรอกรายละเอียดความต้องการในระบบ Data Subject Request System (DSR) แล้ว ในการพิจารณา หากเป็นการใช้สิทธิทั่วไปของธุรกิจประกันภัย ได้แก่ สิทธิได้รับการแจ้งให้ทราบ สิทธิขอเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคล สิทธิในการขอให้แก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล สิทธิในการขอให้โอนข้อมูลส่วนบุคคล พนักงานของฝ่ายบริการกรมธรรม์ลูกค้า (Policy Owner Service: POS) เป็นผู้พิจารณา แต่ถ้าเป็นการใช้สิทธิที่มีความยุ่งยากตามกฎหมาย PDPA ได้แก่ สิทธิคัดค้านการเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล สิทธิขอให้ลบหรือทำลาย สิทธิขอให้ระงับการใช้ข้อมูล ระบบจะส่งให้เจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (Data Protection Officer: DPO) พิจารณา มีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในการยืนยันตัวตน ใช้ระบบ 2FA ด้วย username, password และ OTP ในระบบ Policy Owner Service: POS และใช้เทคโนโลยีอัตโนมัติเพื่อช่วยแนะนำผู้ใช้ในกระบวนการกรอกข้อมูล

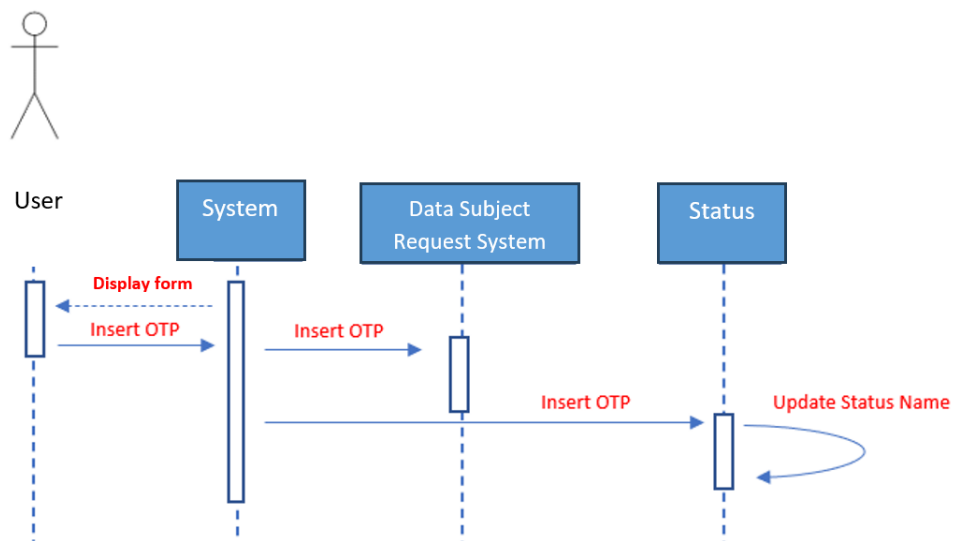
2.2 ผลการศึกษาความต้องการของผู้ใช้ ผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกบุคลากรในธุรกิจประกันภัยที่ทำงานตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 6 คน และเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ลูกค้า บุคลากรของธุรกิจประกันภัยอื่นๆ จำนวน 136 คน พบว่า ต้องการระบบที่สามารถใช้สิทธิในแต่ละประเภทตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลแบบง่าย สำหรับเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลหรือลูกค้า ต้องการขอใช้สิทธิผ่านช่องทางออนไลน์ที่รวดเร็ว

2.3 ผลการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ตามหลัก Object-Oriented ด้วย UML สำหรับ Use Case Diagram ระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลตามกฎหมาย แสดงในภาพที่ 3



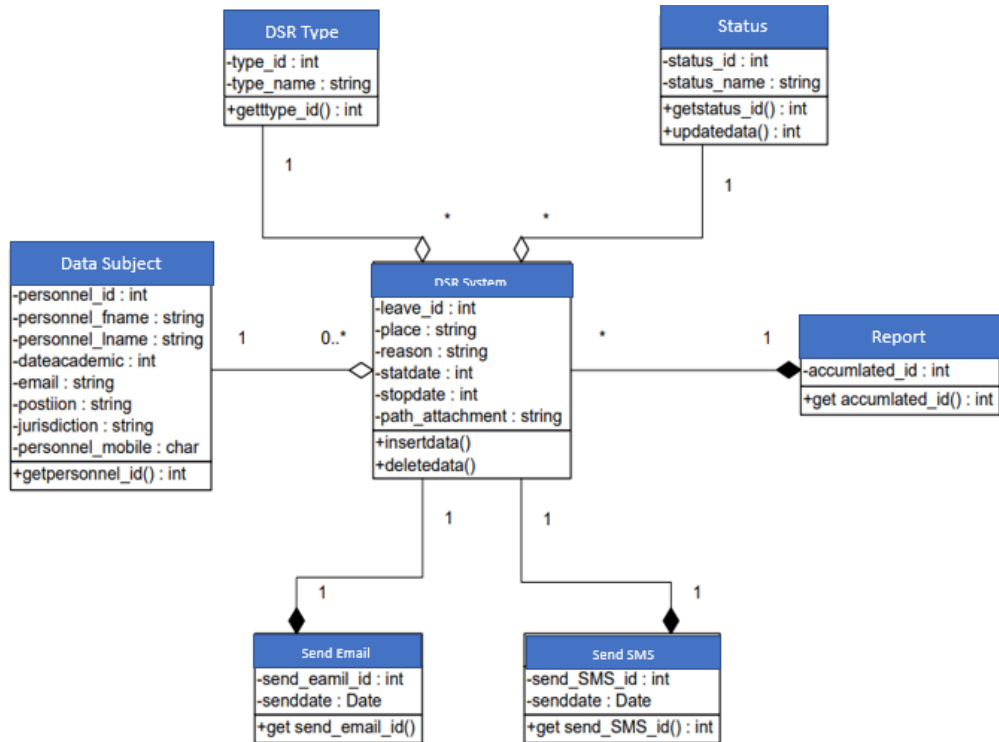
ภาพที่ 3 ระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลตามกฎหมาย

Sequence Diagram ยืนยันตัวตนลูกค้าที่มาขอใช้สิทธิ แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การยืนยันตัวตนลูกค้าที่มาขอใช้สิทธิ

Class Diagram แสดงในภาพที่ 5



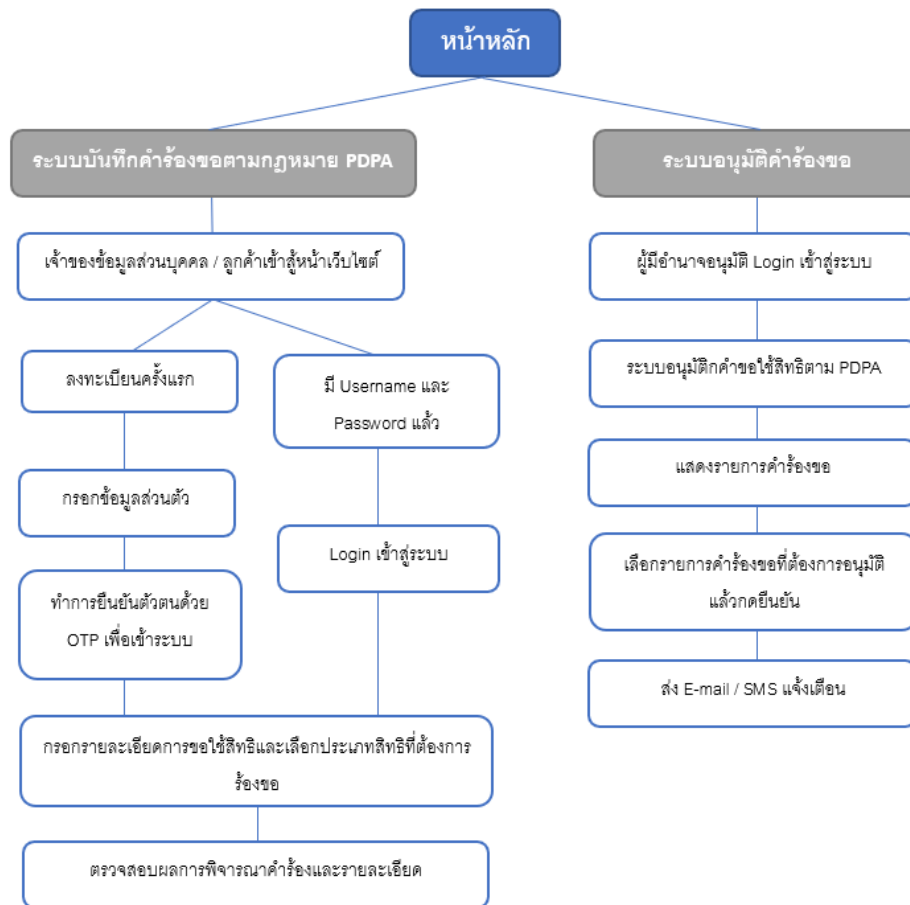
ภาพที่ 5 Class Diagram ระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลตามกฎหมาย

ตัวอย่าง Data Dictionary แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การขอใช้สิทธิตามกฎหมาย PDPA

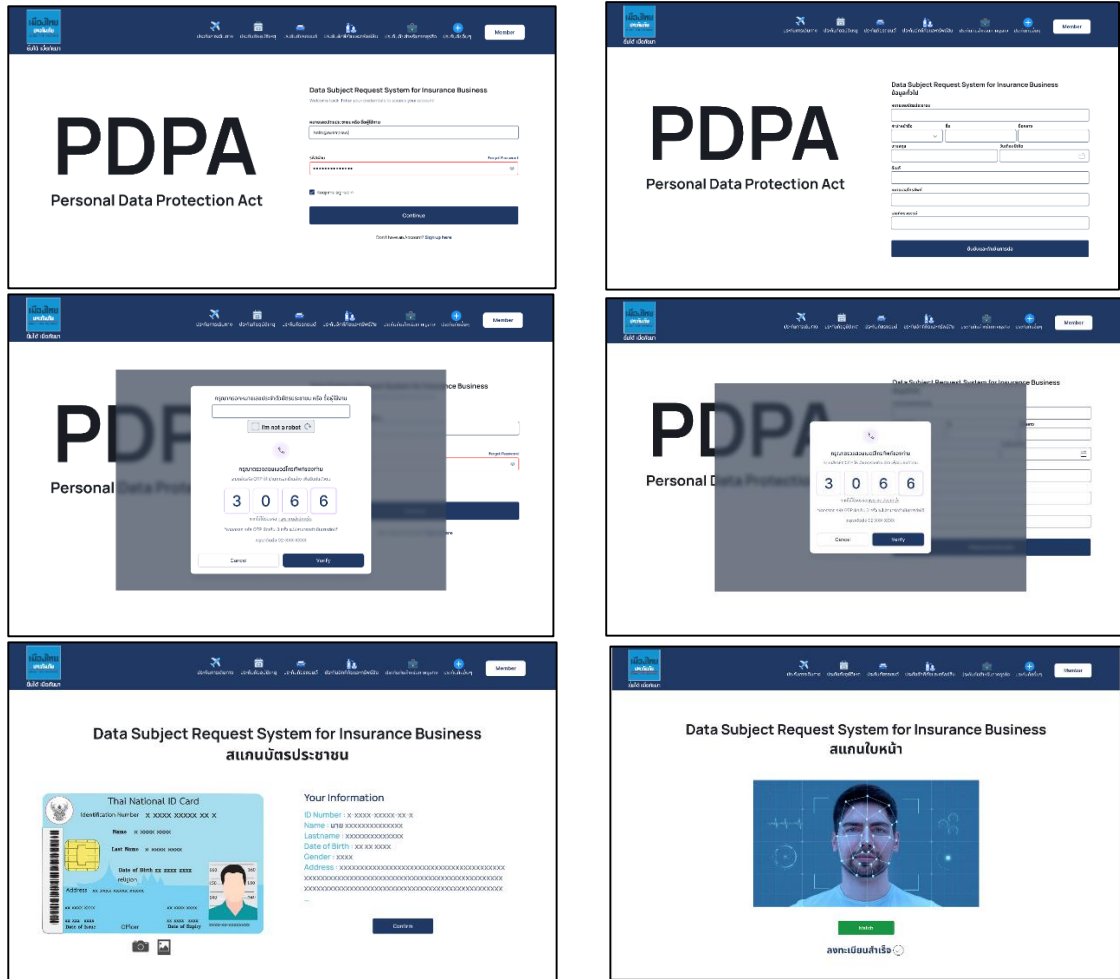
ชื่อฟิลด์	ประเภท	ขนาด	Primary Key	Foreign	ข้อมูลที่จัดเก็บ
Request_id	INTEGER	10 bytes	/		รหัสคำร้องขอ
Type_id	INTEGER	2 bytes		/	รหัสประเภทคำร้อง
Status_id	INTEGER	2 bytes		/	รหัสสถานะคำร้อง
Customer_id	INTEGER	10 bytes		/	รหัสลูกค้า
DecisionMaker_id	INTEGER	10 bytes		/	รหัสเจ้าหน้าที่ผู้มีหน้าที่อนุมัติ
Path_attachment	VARCHAR	200 bytes			ที่อยู่เอกสารแนบ

2.4 ผลการออกแบบ UX สำหรับระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) ประกอบด้วย 2 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบบันทึกคำร้องขอตามกฎหมาย PDPA และระบบอนุมัติคำร้องขอ แสดงระบบย่อยในภาพที่ 6 และแสดงหน้าจอต่างๆ ในภาพที่ 7



ภาพที่ 6 Site Map ระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลตามกฎหมาย

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 7 UX ของระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลตามกฎหมาย

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาและพัฒนาระบบคำร้องขอใช้สิทธิตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของบริษัท เมืองไทยประกันภัย จำกัด (มหาชน) และธุรกิจประกันภัยในปัจจุบัน สามารถนำสรุปผลการอภิปรายได้ดังนี้

1) ตามที่พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ.2562 ได้มีการบังคับใช้เมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2566 และกำหนดให้สิทธิแก่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject Right) ได้แก่ สิทธิได้รับการแจ้งให้ทราบ สิทธิในการเพิกถอนความยินยอม สิทธิขอเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคล สิทธิในการขอให้แก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล สิทธิขอให้ลบหรือทำลาย สิทธิขอให้ระงับการใช้ข้อมูล สิทธิในการขอให้โอนข้อมูลส่วนบุคคล และสิทธิคัดค้านการเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล

2) จากการรวบรวมข้อมูลในการปฏิบัติงานจริงในฐานะเจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (DPO) ของบริษัท เมืองไทยประกันภัย จำกัด (มหาชน) มีคำร้องขอใช้สิทธิจากลูกค้าซึ่งเป็นเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data subject) เป็นจำนวนมาก ข้อมูลในปี 2566 ครึ่งปี ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2566 มีลูกค้าของบริษัทเมืองไทยประกันภัยจำกัด (มหาชน) ส่งคำร้องใช้สิทธิตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 1,679 คำร้อง ซึ่งลูกค้าจะต้องกรอกข้อมูลความต้องการของตนลงในใบแบบฟอร์มคำร้องขอใช้สิทธิที่เป็นกระดาษ และให้บริษัทประกันภัยเป็นผู้พิจารณา โดยถ้าเป็นการใช้สิทธิทั่วไปของธุรกิจประกันภัยพนักงานของฝ่ายบริการ

กรมธรรม์ลูกค้าจะเป็นผู้พิจารณา แต่ถ้าเป็นการใช้สิทธิที่มีความยุ่งยากซับซ้อนตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล จะต้องส่งให้เจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (Data Protection Officer: DPO) เป็นผู้พิจารณาอนุมัติ

3) จากการสัมภาษณ์เชิงลึกบุคลากรของบริษัทประกันภัยที่เกี่ยวข้องกับงานตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล การตอบแบบสอบถามของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลถึงความต้องการใช้สิทธิดังกล่าวผ่านระบบออนไลน์

4) การพัฒนาระบบคำร้องขอใช้สิทธิตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของบริษัท เมืองไทยประกันภัย จำกัด (มหาชน) และธุรกิจประกันภัย ซึ่งประกอบไปด้วยระบบการทำงานหลัก 2 ระบบ

ก. ระบบบันทึกคำร้องขอใช้สิทธิตามกฎหมาย PDPA ประกอบด้วยระบบย่อย ได้แก่

- ระบบลงทะเบียน เพื่อบันทึกข้อมูลของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล โดยสามารถบันทึกข้อมูลต่างๆ ผ่านทางหน้าจอ User Interface และข้อมูลถูกบันทึกลงฐานข้อมูลของระบบ Data Subject Request System
- ระบบการยืนยันตัวตนลูกค้าที่มาขอใช้สิทธิ โดยตรวจสอบกับฐานข้อมูลลูกค้าในระบบของบริษัท หลังจากนั้นมีการส่งหมายเลข OTP เพื่อยืนยันผ่านทางหน้าจอ User Interface หรือยืนยันตัวตนผ่านเจ้าหน้าที่ของบริษัท และข้อมูลถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ
- ระบบการจำแนกประเภท (Classify) ว่าเป็นการใช้สิทธิแบบใด ถ้าการใช้สิทธิทั่วไปของธุรกิจประกันภัย ระบบจะส่งให้เจ้าหน้าที่ในฝ่ายบริการผู้ถือกรมธรรม์ (POS) เป็นผู้พิจารณา แต่หากเป็นการใช้สิทธิที่มีความยุ่งยากตามกฎหมาย PDPA ระบบก็จะส่งให้เจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (DPO) เป็นผู้พิจารณา และข้อมูลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ

ข. ระบบอนุมัติคำร้องขอ ประกอบด้วยระบบย่อย ได้แก่

- ระบบการอนุมัติตามสิทธิที่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล / ลูกค้าร้องขอ โดยเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการผู้ถือกรมธรรม์ (POS) หรือเจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (DPO) จะทำการอนุมัติหรือไม่อนุมัติพร้อมระบุเหตุผล หากอนุมัติก็จะมีการดำเนินการตามที่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล / ลูกค้าร้องขอผ่านทางหน้าจอ User Interface และข้อมูลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ
- ระบบแจ้งผลการพิจารณาและดำเนินการตามสิทธิ โดยเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล / ลูกค้าสามารถตรวจสอบสถานะและรายละเอียดที่บริษัทได้ดำเนินการ ผ่านทางหน้าจอ User Interface หากไม่เห็นด้วยกับผลการอนุมัติ สามารถคัดค้านได้ โดยข้อมูลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ

ในการพัฒนาระบบดังกล่าว ทำให้สามารถจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้สิทธิทั้งหมดตามกฎหมายดังกล่าวได้แบบอัตโนมัติ มีการแบ่งแยกสิทธิต่างๆ ให้สอดคล้องกับผู้มีอำนาจในการอนุมัติ ซึ่งจะช่วยลดขั้นตอนและความผิดพลาดในการทำงาน เกิดความสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งจากการพัฒนาการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject) ระบบใหม่นี้ ทำให้ประสิทธิภาพการขอใช้สิทธิดังกล่าวดีขึ้น ช่วยลดระยะเวลาลงได้ ซึ่งจากเดิมระยะเวลาทั้งหมดการประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 4 ชั่วโมง ลดลงเหลือระยะเวลาเพียง 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง ทำให้ระยะเวลาลดลงไปได้ประมาณ 3 ชั่วโมงต่อคำร้องขอใช้สิทธิในแต่ละครั้ง อีกทั้ง เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลซึ่งเป็นลูกค้าของบริษัทประกันภัยสามารถใช้สิทธิได้ทุกที่ทุกเวลาและทราบสถานะการใช้สิทธิของตนเองได้ตลอดเวลา ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจในการใช้สิทธิตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของธุรกิจประกันภัย และกระบวนการทำงานของระบบถูกต้องตามพระราชบัญญัติ คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสามารถนำมาพัฒนาระบบคำร้องขอใช้สิทธิตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของบริษัทประกันภัย ซึ่งประกอบไปด้วยระบบการทำงานหลัก ดังนี้

- ระบบการบันทึกข้อมูลของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล / ลูกค้า ผ่านทางหน้าจอ User Interface และข้อมูลถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ Data Subject Request (DSR)

- ระบบการยืนยันตัวตนลูกค้าที่มาขอใช้สิทธิ โดยตรวจสอบกับฐานข้อมูลลูกค้าในระบบของบริษัท หลังจากนั้นมีการส่งหมายเลข OTP เพื่อยืนยันผ่านทางหน้าจอ User Interface หรือยืนยันตัวตนผ่านเจ้าหน้าที่ของบริษัท และข้อมูลถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ Data Subject Request (DSR)

- ระบบการบันทึกการขอใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject) ตามกฎหมาย PDPA โดยสามารถบันทึกข้อมูลต่างๆ ผ่านทางหน้าจอ User Interface และข้อมูลถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ Data Subject Request (DSR)

- ระบบการจำแนกประเภท (Classify) ว่าเป็นการใช้สิทธิแบบใด ถ้าการใช้สิทธิทั่วไปของธุรกิจประกันภัย ระบบจะส่งให้เจ้าหน้าที่ในฝ่ายบริการผู้ถือกรมธรรม์ (POS) เป็นผู้พิจารณา แต่หากเป็นการใช้สิทธิที่มีความยุ่งยากตามกฎหมาย PDPA ระบบก็จะส่งให้เจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (DPO) เป็นผู้พิจารณา และข้อมูลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ Data Subject Request (DSR)

- ระบบการอนุมัติตามสิทธิที่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล / ลูกค้าร้องขอ โดยเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการผู้ถือกรมธรรม์ (POS) หรือเจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (DPO) จะทำการอนุมัติหรือไม่อนุมัติ พร้อมระบุเหตุผล หากอนุมัติก็จะมีผลการดำเนินการตามสิทธิที่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล / ลูกค้าร้องขอผ่านทางหน้าจอ User Interface และข้อมูลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ Data Subject Request (DSR)

- ระบบแจ้งผลการพิจารณาและดำเนินการตามสิทธิ โดยเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล/ลูกค้าสามารถตรวจสอบสถานะและรายละเอียดที่บริษัทได้ดำเนินการผ่านระบบ หากไม่เห็นด้วยกับผลการอนุมัติ สามารถคัดค้านได้ ข้อมูลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ Data Subject Request (DSR)

ในการพัฒนาระบบดังกล่าว ทำให้สามารถจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้สิทธิทั้งหมดตามกฎหมายดังกล่าวได้แบบอัตโนมัติ มีการแบ่งแยกสิทธิต่างๆ ให้สอดคล้องกับผู้มีอำนาจในการอนุมัติ ซึ่งจะช่วยลดขั้นตอนและความผิดพลาดในการทำงาน เกิดความสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งจากการพัฒนาการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject) ระบบใหม่นี้ ทำให้ประสิทธิภาพการขอใช้สิทธิดังกล่าวดีขึ้น ช่วยลดระยะเวลาลงได้ ซึ่งจากเดิมระยะเวลาทั้งกระบวนการประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 4 ชั่วโมง ลดลงเหลือระยะเวลาเพียง 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง ทำให้ระยะเวลาลดลงไปได้ประมาณ 3 ชั่วโมง อีกทั้งเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลซึ่งเป็นลูกค้าของบริษัทประกันภัยสามารถใช้สิทธิได้ทุกที่ ทุกเวลาและทราบสถานะการใช้สิทธิของตนเองได้ตลอดเวลา ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจในการใช้สิทธิตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของธุรกิจประกันภัย และกระบวนการทำงานของระบบถูกต้องตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งนี้ จากการศึกษาและออกแบบในการพัฒนาระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject) ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) สำหรับธุรกิจประกันภัย ตั้งแต่การวิเคราะห์และออกแบบระบบ จนถึงการพัฒนาแบบต้นแบบ ผู้ศึกษาได้พบปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบที่พัฒนา ทำให้ต้องแก้ไขหลายครั้ง ระบบที่ออกแบบไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ในบางจุดทำให้ต้องแก้ไขในส่วนนั้น รวมถึง การพัฒนาระบบการใช้สิทธิผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ จะต้องมีการยืนยันตัวตนและการลงลายมือชื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ ของผู้มาขอใช้สิทธิเข้ามาใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบนี้ด้วย ผู้ศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งจะต้อง

หาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎหมายต่างๆ ได้แก่ กฎหมายป้องกันและปราบปรามการฟอกเงิน ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดให้ลูกค้าแสดงตนผ่านวิธีการอิเล็กทรอนิกส์ (e-KYC) กฎหมายธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการลงลายมือชื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Signature) และกฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงปลอดภัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในครั้งต่อไป จากการศึกษาและออกแบบในการพัฒนาระบบการใช้สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject) ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) สำหรับธุรกิจประกันภัยในครั้งนี้ ซึ่งปัจจุบันอยู่ระหว่างการนำผลการศึกษาในครั้งนี้ไปออกแบบระบบเพื่อให้สามารถใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งในอนาคตจะพัฒนาให้ระบบนี้มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลทางกฎหมายเพื่อให้ประชาชนทราบถึงสิทธิตามกฎหมายข้อมูลส่วนบุคคลของตนเองมากยิ่งขึ้น รวมถึงเพื่อการนำแนวคิดดังกล่าวไปต่อยอดใช้กับภาคธุรกิจอื่นๆ ผู้ศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในครั้งต่อไป กล่าวคือ ควรมีออกแบบให้ระบบสามารถพัฒนาส่วนต่างๆ เพิ่มเติมได้และใช้กับธุรกิจอื่นๆ ได้ และควรมีออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น รวมถึง ควรพัฒนาให้ระบบมีความปลอดภัยมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณี อัครกุลชัย อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาครั้งนี้ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขเนื้อหา ข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้คำปรึกษาซึ่งเป็นประโยชน์ เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้ มีความสมบูรณ์ ตลอดจนให้กำลังใจในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณบุคลากรในภาคธุรกิจประกันภัย เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลและลูกค้า ที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับข้อมูลสนับสนุนที่สำคัญสำหรับการศึกษาครั้งนี้ และ พี่ๆ เพื่อนนักศึกษาปริญญาทุกท่าน ที่ได้ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎี อุทัยรัตน์. 2564.บทสรุป PDPA กฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล. ธรรมนิติ, กรุงเทพฯ.
คณาธิป ทองรวีวงศ์. 2564.คำอธิบายหลักกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล. ธรรมนิติ, กรุงเทพฯ.
สงกรานต์ ทองสว่าง. 2548.MySQLระบบฐานข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต. ซีเอ็ด ยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.
สังจะ จรัสรุ่งรวีร. 2542.คู่มือการสร้างแอปพลิเคชันด้วย Visual Basic 6.0 ฉบับสมบูรณ์. สำนักพิมพ์ อินโฟเพรส, กรุงเทพมหานคร.
สาธิต ชัยวิวัฒน์ตระกูล. 2547.เติมเทคนิค MySQL ให้เต็มประสิทธิภาพ. วิดีทัศน์ กรู๊ป, กรุงเทพฯ.
สำนักงานปลัดกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. 2562.กฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล. สุนทรฟิล์ม, กรุงเทพฯ.
สุทธิมา ชำนาญเวช. 2552.การวิเคราะห์เชิงปริมาณ Quantitative Analysis. วิทย์พัฒนา, กรุงเทพฯ.
สุวรรณี อัครกุลชัย. 2561.วิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
อดิศักดิ์ จันทร์มิน. 2548.สร้าง web application อย่างมืออาชีพด้วย php ฉบับ workshop. บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

บทเรียนออนไลน์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ONLINE LESSONS TO COMPARE LEARNING ACHIEVEMENT
IN TECHNOLOGY (CALCULATION SCIENCE) INSTRUCTION ON BLOCK
PROGRAMMING FOR PRATHOMSUKSA 4 STUDENTS

ธีรเมธ กองสูงเนิน¹ เบนจามาศ พลศิริ¹ นิภาพร ศรีนอก¹ สราวุธ สุมารินทร์¹
และขวัญใจ ดีจิ่ง¹

Theeramet Kongsoongnern¹, Benjamas ponsiri¹, Nipaporn srinok¹, Sarawut sumarin¹
And Asst. Prof. Dr. Kwanjai Deeching¹

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
เบอร์โทรศัพท์ 0-4400-9009 โทรสาร 0-4424-4739

¹Nakhon Ratchasima Rajabhat University 340 Sura Narai Rd, Tambon Nai Mueang, เมือง Nakhon Ratchasima 30000
Tel. 0-4400-9009 Fax.0-4424-4739

*Corresponding author E-mail: nrrupr@nrru.ac.th, nrrupr@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ สำหรับนักเรียนที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ อ.เมือง จ.นครราชสีมา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้อง รวม 68 คน และกลุ่มตัวอย่างในการทดลองจำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) ประถมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โปรแกรมแสนสนุก เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก และบทเรียนออนไลน์ในเนื้อหาดังกล่าว และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน

ผลการศึกษาพบว่าค่าประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ มีค่าเท่ากับ 78.57/80.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ฯ โดยภาพรวมมีค่าเท่ากับ $\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.61 ถือได้ว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ บทเรียนออนไลน์ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

Abstract

This research is an experimental research to develop a website. For students studying in the Technology (Computational Science) subject, Primary 4, Ban Cho Ho School. The aim is to compare academic achievement. between before class and after class and study student

satisfaction Sample group to find efficiency These are Primary 4 students at Ban Cho Ho School who study in the subject Technology (Computational Science), Semester 1, Academic Year 2023, 2 rooms, totaling 68 people, and the sample group in the experiment, 34 people. The research tools include a plan. Organize learning Subject: Technology (Computational Science), Primary 4, Unit 2: Fun program instruction on block programming and online lessons on website. and the tools used to collect data include: Academic achievement test and student satisfaction assessment form Data were analyzed using average values. standard deviation and independent two-group t-tests

The results of the study found that the effectiveness of online lessons was equal to 78.57/80.83, which is in line with the criteria set for 70/70. The academic achievement of students after studying was higher than before studying. Statistically significant at the .05 level and students' satisfaction with learning using online lessons, overall, is $\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.61 at the highest level.

Keywords : Web Based Instruction, e-learning, e-book

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตแบบดั้งเดิมของผู้คนอย่างรวดเร็ว ต่อเนื่องมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และจะเกิดขึ้นต่อไปอีกในอนาคต การนำเทคโนโลยีดิจิทัล มาประยุกต์ใช้ในด้าน การจัดการศึกษา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ ทั้งในระดับผู้เรียน เช่น ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น ช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ช่วยให้บทเรียน และสื่อการสอนมีความหลากหลาย น่าสนใจ สามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ สร้างความเสมอภาค ในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ ลดความเหลื่อมล้ำของคุณภาพการศึกษาระหว่างโรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก หรือโรงเรียนในเมืองและชนบท ประโยชน์ในระดับครู/อาจารย์ผู้สอน เช่น สามารถจัดกิจกรรม ได้หลากหลายทำให้กระบวนการสอนง่ายขึ้น ทำให้ผู้สอนมีเวลาในการเตรียมการสอนได้อย่างเต็มที่ ในระดับสถานศึกษา (แผนปฏิบัติการดิจิทัลเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2563 – 2565 : 1)

การจัดการเรียนการสอนในวิชา เทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) ที่ผ่านมามีผลการเรียนของผู้เรียนส่วนใหญ่ ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของผู้เรียนรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) และจากการสังเกตการณ์สอนในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) พบว่านักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจเนื้อหาวิชา บทเรียนและไม่ได้มีการทบทวนบทเรียนมาจากบ้านอันเนื่องมาจาก เวลาในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน น้อยเกินไป และเนื่องจากนักเรียนไม่มีหนังสือเรียนที่ใช้ในการทบทวนบทเรียนที่บ้านมีเพียงสมุดประจำวิชาและใบงานที่ครูแจกเท่านั้น ปัญหาและสาเหตุต่างๆ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาคุณสมบัติของ บทเรียนออนไลน์ คือ ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ เนื่องจากการนำเอาเทคโนโลยี E-Book หนังสือที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยปกติมักจะเป็นแฟ้มข้อมูลที่ สามารถอ่านเอกสารผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทั้งในระบบออฟไลน์ และออนไลน์ คุณลักษณะของหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมโยงจุดไปยังส่วนต่าง ๆ ของหนังสือ เว็บไซต์ต่างๆ ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์และโต้ตอบ กับผู้เรียนได้ นอกจากนี้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถแทรกภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว แบบทดสอบ และสามารถสั่งพิมพ์เอกสารที่ต้องการออกทางเครื่องพิมพ์ได้ อีกประการหนึ่งที่สำคัญก็คือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

สามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะไม่มีในหนังสือธรรมดาทั่วไป (ทองสน พลมีศักดิ์ การพัฒนาสื่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ Digital Book 2566 : 1)

นอกจาก E-Book แล้ว ยังมีเกมเพื่อการศึกษา สื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของวิดีโอใน YouTube ทำให้ผู้เรียน สามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนในด้านของลำดับการเรียนรู้ได้ ตามพื้นฐานความรู้ ความถนัด และความสนใจของตน และมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง รวมทั้งยังช่วยทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้อื่น ทั้งครู และเพื่อน ๆ ได้ เนื่องจากมีเครื่องมือต่าง ๆ เช่น Chat Room, Web Board, e-mail เป็นต้น ที่เอื้อต่อการโต้ตอบ ที่หลากหลาย รวมทั้งการออกแบบมาเป็นองค์จะเอื้อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การออกแบบเนื้อหาในลักษณะทันสมัยตัวหนังสือใหญ่อ่านง่าย เป็นต้น

นอกจากข้อดีของบทเรียนออนไลน์ดังกล่าวมาแล้ว รูปแบบการจัดการเรียนการสอนก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ในการจัดการเรียนการสอน วิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) ยังประสบกับปัญหาของเวลาเรียนและหนังสือเรียนที่มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นตามมา และถ้านักเรียนไม่มีความรับผิดชอบหรือทำหนังสือเกิดความเสียหาย ไม่ช่วยกันรักษาขีดเขียนเนื้อหาในหนังสือเรียนหรือการส่งใบงานที่ไม่ครบตามกำหนด อาจจะทำให้เกิดการสูญหายเกิดขึ้นการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บมีชั้นหนังสือเรียนออนไลน์ในรูปแบบ E-Book ให้นักเรียนได้เข้าไปอ่านผ่านเครื่องมือสื่อสารทุกชนิดได้และมีกล่องข้อความแสดงความคิดเห็นหรือสอบถามในเนื้อหาวิชาที่ไม่เข้าใจกันกับเพื่อนหรือครูผู้สอนได้

จากสภาพปัญหาของการเรียนการสอน รายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) และข้อดีของบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ ที่เรียนในรายวิชา เทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) เพื่อดูผลการนำมาใช้ในการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ลดปัญหาในเรื่องของเวลาเรียน มีความพึงพอใจ และเกิดความสนุกสนานในการเรียนรวมทั้งมีทักษะจากการได้เรียนในเนื้อหาที่ตนไม่เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจที่มีต่อกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้บทเรียนออนไลน์เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 68 คน

กลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 34 คน สำหรับทดลองรายบุคคล 3 คน ทดลองกลุ่มขนาดเล็กจำนวน 6 คน และ ทดลองภาคสนาม จำนวน 25 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินการดังนี้

1. สุ่มแบบแบ่งกลุ่มจาก 2 ห้องเรียน มาจำนวน 1 ห้องเรียน สำหรับการหาประสิทธิภาพชั้นทดสอบรายบุคคล และชั้นทดสอบกลุ่มเล็ก จัดกลุ่มนักเรียนตามระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และ อ่อน 1 ห้องเรียน รวมจำนวน 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพชั้นทดสอบรายบุคคล สุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ห้องละ จำนวน 6 คน เพื่อหาประสิทธิภาพชั้นทดสอบกลุ่มเล็ก และกลุ่มตัวอย่าง 25 คน โดยคณะนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อหาประสิทธิภาพชั้นทดสอบภาคสนาม

2. สุ่มแบบอย่างง่ายจาก 2 ห้องเรียน มา 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คนสำหรับเป็นกลุ่มทดลอง

แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการออกแบบการวิจัยเตรียมทดลอง โดยมีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group pretest-posttest design) แสดงได้ดังภาพที่ 2

$$O_1 \times O_2$$

O_1 คือ ทดสอบก่อนเรียน

X คือ การเรียนด้วยเว็บไซต์

O_2 คือ ทดสอบหลังเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การดำเนินการครั้งนี้ มีเครื่องมือที่ได้พัฒนาและหาคุณภาพเพื่อนำไปใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้

การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ได้ มีการพัฒนาและหาคุณภาพโดยมีขั้นตอนในการดำเนินการแต่ละส่วน ดังนี้

1.1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาตามขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ รายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) $O_1 \times O_2$

1.1.2 ศึกษาการวัดและประเมินผลตามเนื้อหาในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

1.2 การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้และนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

1.2.2 นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้
ให้มีประสิทธิภาพ

1.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการทดลอง

2. บทเรียนออนไลน์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

บทเรียนออนไลน์ฯ มีการดำเนินการพัฒนา และ ตรวจสอบประสิทธิภาพ ดังนี้

2.1 การพัฒนาบทเรียนออนไลน์บนเว็บไซต์ พัฒนามาตามขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ คำอธิบายรายวิชา มาตรฐานรายวิชา ของวิชา
เทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ)

2.1.2 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีทและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างบทเรียน
ออนไลน์ฯ

2.1.3 ศึกษาการออกแบบการสอนเพื่อออกแบบบทเรียนออนไลน์ฯ ตาม
ขั้นตอนการออกแบบและแนวคิดของแบบจำลอง ADDIE Model จำนวน 5 ขั้นตอน
ดังนี้

2.1.3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ วิเคราะห์นักเรียนว่าต้องการให้ นัก
เรียนรู้ เรื่อง เนื้อหาในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) ภายหลังจากสอน
สิ้นสุด วิเคราะห์เป้าหมายการเรียนรู้ ว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับ
เนื้อหา ในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) เพื่อให้ได้ซึ่งผลลัพธ์ตาม
ลักษณะการสอนใน เนื้อหาบทเรียนที่สอดคล้องกับนักเรียน

2.1.3.2 ขั้นตอนการออกแบบ โดยการกำหนด วัตถุประสงค์ของการ
เรียน ในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) โดยระบุ เนื้อหาวิชาที่นักเรียน
จะต้องเรียน กำหนดเกณฑ์สำหรับบทเรียนที่นักเรียนต้องทำ ภายหลังจากที่ได้
เรียนเสร็จสมบูรณ์แล้ว และ กำหนดวางแผนการสอนให้รองรับ และสอดคล้อง
กับสภาพการณ์เรียนที่จะเปลี่ยนแปลงไปของนักเรียน

2.1.3.3 ขั้นตอนการพัฒนา พัฒนาและเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการ
เรียนการสอน

2.1.3.4 ขั้นตอนการนำไปใช้ นำสิ่งที่ได้พัฒนามาแล้วไป ทดลองใช้กับ
บริบทสภาพจริง

2.1.3.5 ขั้นตอนการประเมินผล ประเมินผลเพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูล
มาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอน โดยใช้แบบทดสอบเพื่อเก็บ
ข้อมูลมา ประเมินคุณค่าของการสอนและการเรียนรู้รวมทั้งออกแบบและสร้าง
แบบประเมินก่อนเรียน แบบประเมินหลังเรียน และประเมินสรุปผล
กระบวนการทั้งหมด จากนั้นนำมาแก้ไขและปรับปรุงบทเรียน และ
กระบวนการเรียนการสอน หลังจากที่ได้ทราบผลการประเมินแล้ว

2.1.4 ดำเนินการสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ฯ ตามขั้นตอนการ
ออกแบบการสอนและการฝึกอบรมตามแบบจำลอง ADDIE Model

2.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ ตามขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 นำบทเรียนออนไลน์ฯ ที่สร้างเสร็จแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา
และด้านการออกแบบบทเรียนออนไลน์ จำนวน 3 คน ทำการ ตรวจสอบ 1 ครั้งใน 3

ประเด็นหลัก คือ ความตรงเชิงเนื้อหา และลักษณะของบทเรียนออนไลน์ฯ จากนั้นมา
ทำการปรับปรุงให้ถูกต้องก่อนนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม (E1/E2)
จากขั้นตอนดังกล่าว สามารถเขียนเป็นตารางแสดงการออกแบบการสอน เพื่อ
ออกแบบบทเรียนออนไลน์ฯ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การออกแบบบทเรียนออนไลน์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเทคโนโลยี(วิทยาการ
คำนวณ) เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก ตามแนวคิดของแบบจำลอง ADDIE Model

ขั้นตอนการออกแบบการสอน ตามแบบจำลอง ADDIE Model	การออกแบบบทเรียนออนไลน์บนเว็บไซต์
1. ขั้นตอนการวิเคราะห์	1.วิเคราะห์ให้นักเรียนว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ เรื่อง เนื้อหาในรายวิชา เทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) ภายหลังจากการสอนสิ้นสุด 2. วิเคราะห์เป้าหมายการเรียนรู้ ว่าต้องการให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ การเรียนรู้ เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก ในรายวิชา เทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) เพื่อให้ได้ซึ่งผลลัพธ์ตามลักษณะการสอน ในเนื้อหาบทเรียนที่ สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน
2. ขั้นตอนการออกแบบ	1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการ คำนวณ) โดยระบุเนื้อหาวิชาที่นักเรียนจะต้องเรียน 2. กำหนดเกณฑ์ สำหรับบทเรียนที่นักเรียนต้องทำภายหลังจาก ที่ได้เรียนเสร็จสมบูรณ์ แล้ว และ 3. กำหนดวางแผนการสอนให้รองรับและสอดคล้องกับ สภาพการณ์เรียนที่จะเปลี่ยนแปลงไปของนักเรียน
3. ขั้นตอนการพัฒนา	พัฒนาและเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนการสอน
4. ขั้นตอนการนำไปใช้	นำสิ่งที่ได้ทำการพัฒนามาแล้วไปทดลองใช้กับสภาพบริบทจริง
5. ขั้นตอนการประเมินผล	1. ประเมินผลเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการ เรียนการสอน 2. ใช้แบบทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลมาประเมินค่าของการสอนและการ เรียนรู้รวมทั้งออกแบบและสร้างแบบประเมินก่อนเรียน แบบประเมิน หลังเรียน และประเมินสรุปผลกระบวนการทั้งหมด 3. แก้ไขและปรับปรุงบทเรียนและกระบวนการเรียนการสอน หลังจากที่ได้ ทราบผลการประเมินแล้ว

2.2.2 นำบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาและปรับปรุงตามผู้เชี่ยวชาญ
เสนอแนะแล้วไปทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยมีการดำเนินการ ดังนี้

2.2.2.1 ขั้นตอนทดสอบรายบุคคล

2.2.2.2 ขั้นตอนทดสอบกลุ่มเล็ก

2.2.2.3 ขั้นตอนทดสอบภาคสนาม

3. แบบทดสอบ

แบบทดสอบ มีการดำเนินการพัฒนาและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 การพัฒนาแบบทดสอบ ดังนี้โดยการศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบและสร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะและความเหมาะสมของการใช้ คำถาม ความถูกต้องด้านภาษาและหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00

3.2.2 นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไข และนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนที่ผ่านการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยีวิทยาการคำนวณมาแล้ว จำนวน 30 คน แล้วตรวจให้คะแนน กำหนดให้ข้อที่ตอบถูกต้อง 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน

3.2.3 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ

3.2.4 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.40-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป ไว้จำนวน 20 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR20 ของ Kuder Richardson ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.66

3.2.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ในการทดสอบของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อไป

4. แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ฯ

การสร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ฯที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 การพัฒนาแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนแบบมาตราประมาณค่า

4.1.2 จัดทำแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียน แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 14 ข้อ โดยมีการให้คะแนนมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
มาก	ให้	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

4.2 การหาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ฯ
ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ
3 คน ตรวจสอบแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีก
ครั้ง

4.2.2 หาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจ โดยการนำไปประเมินกับกลุ่ม
ทดสอบภาคสนาม ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.86

4.2.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนไปใช้ในการประเมินความพึง
พอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยมีขั้นตอน
เก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ และ
ระยะดำเนินการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. ขั้นก่อนทดลอง

ผู้วิจัยมีการดำเนินการขั้นก่อนทดลอง ดังนี้

1.1 แจกให้นักเรียนทราบถึงจุดประสงค์ และขั้นตอนในการ
ใช้งานบทเรียนออนไลน์ฯ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจต่อการ
ใช้งาน

1.2 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที

2. ขั้นทดลอง

ผู้วิจัยมีการดำเนินการขั้นทดลองดังนี้

2.1 ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหา เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรม
แบบบล็อก จากบทเรียนออนไลน์ฯ โดยกำหนดระยะเวลา 30 นาที
หลังจบให้นักเรียนทำแบบทดสอบ

3. ขั้นหลังทดลอง

ผู้วิจัยมีการดำเนินการทดลอง ดังนี้

3.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรม
แบบบล็อก ด้วยบทเรียนออนไลน์ฯ โดยใช้เวลา 10 นาที

3.2 ให้นักเรียนตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียน
ด้วยบทเรียนออนไลน์ฯ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้หาประสิทธิภาพและคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบในรายวิชาเทคโนโลยี
(วิทยาการคำนวณ) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC)

1.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR20 ของ Kuder-
Richardson

1.3 หาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ โดยคำนวณจากคะแนน
แบบฝึกหัดและคะแนนทดสอบหลังเรียนตามสูตร E1/E2

$$E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum x}{B} \times 100$$

- E1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการโดยการประเมินจากคะแนน
ระหว่างเรียน
- E2 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการโดยการประเมินจากคะแนน
หลังเรียน
- $\sum x$ หมายถึง คะแนนรวมทั้งหมดของนักศึกษา
- N หมายถึง จำนวนนักศึกษาที่ทดลอง
- A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
- B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน และความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ฯ

2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดย
การทดสอบด้วยสถิติที (t- test for dependent samples)

2.3 แปลความหมายค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจต่อการเรียน โดยใช้ เกณฑ์
ดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.50-3.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1.00-1.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องรู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก ของ
นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ จะนำเสนอเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนโดยการ
จัดการเรียนการสอนผ่านบทเรียนออนไลน์ฯ

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ฯ

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ ด้วยการทดสอบ 3 ชั้น ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและทำ
การวิเคราะห์ ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์บนเว็บไซต์ ในการทดสอบ กลุ่มเล็ก และภาคสนาม

ขั้นการหาประสิทธิภาพ	n	E1 / E2
รายบุคคล	3	61.67/ 65.00
กลุ่มเล็ก	6	68.33/ 67.50
ภาคสนาม	25	70.40/81.00

จากตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ ในการทดสอบรายบุคคล ได้ค่าประสิทธิภาพ มีค่าเท่ากับ 61.67/ 65.00 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์เมื่อนำไปพัฒนาปรับปรุง แล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มเล็ก ได้ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 68.33/67.50 ซึ่งยังถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ จึงนำพัฒนาปรับปรุงอีกครั้ง แล้วนำไปทดสอบภาคสนามได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 70.40/81.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70

ตารางที่ 3 คะแนนการหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ฯ ชั้นทดลองภาคสนาม

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน (20)	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน (20)	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน (20)
1	9	15	15
2	10	14	14
3	12	12	17
4	10	14	17
5	11	14	16
6	9	10	18
7	9	12	13
8	8	15	18
9	9	13	17
10	7	14	16
11	9	13	17
12	10	15	16
13	11	16	18
14	9	14	17
15	8	12	15
16	10	13	14
17	7	14	14
18	12	14	18
19	12	16	19

ตารางที่ 3 คะแนนการหาประสิทธิภาพพบทเรียนออนไลน์ฯ ชั้นทดลองภาคสนาม (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน (20)	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน (20)	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน (20)
20	10	13	15
21	9	14	14
22	11	15	16
23	10	15	17
24	9	17	18
25	10	18	16
รวม	241	352	405
ค่าเฉลี่ย	9.64	14.08	16.20
S.D.	1.38	1.71	1.61
ร้อยละ	48.20	70.40	81.00

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้
บทเรียนออนไลน์ฯ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก ก่อนและหลัง
เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ฯ มาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย \bar{x} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการ
ทดสอบด้วยสถิติที่ (t-test for dependent samples) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลัง
เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์บนเว็บไซต์

การทดลอง	n	(\bar{x})	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	25	9.64	1.381	-19.184	0.000
หลังเรียน	25	16.20	1.607		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ฯ ปรากฏว่า
ก่อนเรียนได้ $\bar{x} = 9.64$ S.D. = 1.381 หลังเรียนได้ $\bar{x} = 16.20$ S.D. = 1.607 โดยการทดสอบด้วยสถิติที่ (t-test
for dependent samples) ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ฯ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ

หลังจากเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ฯ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้บทเรียนออนไลน์ฯ ได้ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ฯ

ข้อที่	รายการ	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ความสวยงาม ความทันสมัย ความน่าสนใจของหน้าเว็บไซต์	4.31	0.84	มาก
2	การจัดรูปแบบในเว็บไซด์ง่ายต่อการใช้งาน	4.79	0.42	มากที่สุด
3	สีสันในการออกแบบเว็บไซด์มีความเหมาะสม	4.57	0.63	มากที่สุด
4	เมนูง่ายต่อการใช้งาน	4.38	0.76	มาก
5	ขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย	4.79	0.52	มากที่สุด
6	สีตัวอักษรและพื้นหลังมีความเหมาะสม	4.31	0.47	มาก
7	ภาพกับเนื้อหา มีความสอดคล้องกันสามารถสื่อความหมายได้	4.31	0.56	มาก
8	ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซด์	4.43	0.55	มาก
9	ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังเว็บไซด์อื่น	4.79	0.47	มากที่สุด
10	ความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูล	4.60	0.50	มากที่สุด
11	ความรวดเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูล	4.29	0.77	มาก
12	ความเหมาะสมของข้อมูลภายในเว็บไซด์	4.33	0.48	มาก
13	ภาพรวมความพึงพอใจในเนื้อหาระดับใด	4.64	0.58	มากที่สุด
14	ภาพรวมความพึงพอใจในเว็บไซด์ระดับใด	4.50	0.59	มากที่สุด
รวม		4.53	0.61	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ฯ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.61) เมื่อพิจารณาแล้วระดับความพึงพอใจแต่ละรายการ ซึ่งมีทั้งหมด 14 รายการ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมากที่สุด 7 รายการได้แก่ การจัดรูปแบบในบทเรียนออนไลน์ฯ ง่ายต่อการใช้งาน ($\bar{x} = 4.79$, S.D. = 0.42) สีสันในการออกแบบบทเรียนออนไลน์ฯ มีความเหมาะสม ($\bar{x} = 4.57$, S.D. = 0.63) ขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย ($\bar{x} = 4.79$, S.D. = 0.52) ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังเว็บไซด์อื่น ($\bar{x} = 4.79$, S.D. = 0.47) ความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูล ($\bar{x} = 4.60$, S.D. = 0.50) โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในคุณภาพของเนื้อหาระดับใด ($\bar{x} = 4.50$, S.D. = 0.58) โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ฯ ระดับใด ($\bar{x} = 4.50$, S.D. = 0.59) อีก 7 รายการนักเรียนมีความพึงพอใจระดับมาก ซึ่งความรวดเร็วในการโหลดข้อมูล ($\bar{x} = 4.29$, S.D. = 0.77) เป็นรายการที่มีค่าต่ำสุด

สรุปผล อภิปรายผล

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถทำการสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ ที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) ได้ค่า E1/E2 เท่ากับ 70.40/81.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ ที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. ความพึงพอใจต่อการเรียนบทเรียนออนไลน์ฯ เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านจอหอ ที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) อยู่ในระดับมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง บทเรียนออนไลน์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) เรื่อง รู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจาก ได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญใจ ดีจริง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณคณะอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ที่ช่วยชี้แนะแนวทาง และให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจศึกษา

ต่อไป

คณะผู้วิจัย

นางสาวนิภาพร ศรีนอก

นางสาวเบญจมาศ พลศิริ

นายธีรเมธ กองสูงเนิน

นายสรารุฒ สุมารินทร์

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ อินทร์ตัน. (2544). การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อการศึกษาด้วยตนเอง เรื่องการจัดระบบการเรียนการสอน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา).มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- จรรยารัตน์ พันธุ์คงอดีต. (2546).การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง : 2566 การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction)นวัตกรรมเพื่อคุณภาพการเรียนการสอน
- ปรีชนันท์ นิลสุข. (2544). ผลของการเชื่อมโยงและรูปแบบเว็บเพจในการเรียนการสอนด้วยเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้ปัญหา และการถ่ายโอนการเรียนรู้ ของนักศึกษาที่มีกระบวนการเรียนรู้ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. (2542, 19 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 116 ตอนที่ 74 ก. 1/19 บทความ การใช้เทคโนโลยี เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน : 2566 อ้างอิงใน www.starfishlabz.com
- รัฐพล ประดับเวทย์. (2551). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อสร้างเสริมความสามารถในการทำงานเป็นทีม ของนิสิตระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Bailey, G.D., and Blythe, Marie. (19100). Outlining diagramming and storyboarding or how to Create great educational websites. Learning & Leading with Technology, 25(8) (19100): 7-11.
- Khan, Badrul H (1997). Web-Based Instruction. Englewood Cliffs, New Jersey : EducationalTechnology Publications,.
- Dillon, A.,and Zhu,E.(1997) Designing web-based instruction: a human-computer interaction perspective. In Badrul H. Khan (Ed.), Web-based instruction (pp. 221-224). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technologies Publications, 1997.
- Hirumi, A., and Bermudez, A. Interactivity. (1996). distance education and instructional systems design converge on the information superhighway. Journal of Research on Computing in Education, 29(1) (1996): 1-16.
- Quinlan, L.A. (1997). Creating a classroom kaleidoscope with the World Wide Web. Educational Technology. 37(3) (1997): 15-22.

การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์
ในรายวิชาเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

The Development of Computer-assister Instruction Using Concept of
Constructivist on Topic : Basic Knowledge About Computers Technology
subjects science and Technology Learning Group For
Prathomsuksa 3 Students

ชลระดา อวสานเทียะ^{1*} นันทิตา วรสุข¹ ปิ่นเพชร นิกา¹ สมิตานัน พูลพิน¹ และสาวิตรี พิพิธกุล¹
Chonlada Aobsuntear^{1*}, Nunthita Worasuk¹, Pinpet Nika¹, Samitanan Poolpin¹,
and Sawitree Pipitgool¹

¹คณะครุศาสตร์ สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมืองนครราชสีมา
อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000

¹Faculty of Education, Computer Education Nakhon Ratchasima Rajabhat University, 340 Suranarai Road,
Subdistrict in Mueang Nakhon Ratchasima, Mueang Nakhon Ratchasima District,
Nakhon Ratchasima, 30000

*Corresponding author E-mail : 6440108102@nrru.ac.th, 6440108106@nrru.ac.th,
6440108110@nrru.ac.th, 6440108114@nrru.ac.th and sawitree315@gmail.com⁵

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ตามเกณฑ์การประสิทธิภาพ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุขานารี จำนวน 36 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) แบบจับสลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัย พบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้พื้นฐานก่อนเรียนเท่ากับ 4.7 และค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้พื้นฐานหลังเรียนเท่ากับ 7.9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test dependence มีค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้พื้นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และผลศึกษาความ

พึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ($\bar{X} = 7.9$, S.D = 1.94) มีความพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI), ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์, ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

Abstract

The purpose of this research is to 1) Develop learning innovations for Computer Assisted Instruction (CAI) lessons based on constructivist theory and find the effectiveness of computer assisted instruction (CAI) lessons based on constructivist theory on basic knowledge about computers. According to the efficiency criteria 80/80 2) Compare academic achievement before studying and after studying with Computer Assisted Instruction (CAI) lessons on basic knowledge about computers. 3) Study student satisfaction with learning with Computer Assisted Instruction (CAI) lessons on basic computer knowledge. The sample group consisted of 36 Grade 3 students at Sukhanaree School, semester 1, academic year 2023, obtained by simple random sampling using lottery drawing. Using the classroom as the unit for randomization. Research tools include: 1) Computer assisted instruction lessons consist of basic knowledge about computers. 2) Academic achievement test on basic knowledge about computers. 3) Questionnaire on satisfaction with learning with computer-assisted instruction (CAI) lessons on basic knowledge about computers.

The results found that the average basic knowledge score before studying was 4.7 and the average basic knowledge score after studying was 7.9. The results of the comparative analysis of basic knowledge scores before and after studying. Using the t-test dependence statistic, the mean basic knowledge score after studying was significantly higher than before studying at 0.05. and results of the study of student satisfaction with learning with computer-assisted instruction (CAI) lessons. Subject: Basic knowledge about computers ($\bar{X} = 7.9$, S.D = 1.94) was the most satisfied.

Keywords : Computer Assisted Instruction (CAI), Constructivist theory, Basic knowledge about computers.

บทนำ

เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในทุกด้านของชีวิต ที่สำคัญผู้สอนนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการศึกษา เปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนการสอนไปจากเดิม เห็นได้จากการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ใช้สื่อมัลติมีเดียที่ประกอบด้วยรูปภาพ ข้อความ เสียงพูด และการนำมาออกแบบให้เข้ากับรายวิชาและกลุ่มเป้าหมาย รวมทั้งนักเรียนมีโอกาสทบทวนบทเรียนและทำแบบฝึกหัดต่าง ๆ ในรูปแบบของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในลักษณะที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีการทดสอบและประเมินผลเพื่อติดตามความก้าวหน้าของนักเรียน อีกทั้งนักเรียนสามารถทบทวน การทำแบบฝึกหัดและติดตามผลการเรียนของตนเองได้

ทันที จากที่กล่าวมานั้นเป็นการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ สามารถเรียนรู้ได้ผ่านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (มานะ โสภา และคณะ, 2560) การจัดการเรียนการสอนโดยมีนักเรียนเป็นสำคัญ (Student-Centered) บทบาทของผู้สอนในด้านการจัดการเรียนการสอนในการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม กระตุ้นนักเรียนและส่งเสริมการเรียนรู้ (Purwani, 2016; Cahyaningrum, 2020) ดังนั้นผู้สอนต้องการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับบริบทรายวิชา กลุ่มเป้าหมาย และประยุกต์ให้เข้ากับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เพื่อนำไปส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) รากศัพท์เดิมมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา หมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยสอน อาจพบอีกคำหนึ่งที่มีความหมายเหมือนกันคือ Computer Aided Instruction ปัจจุบันประเทศทางแถบยุโรปรู้จักคำว่า Computer-Based Teaching (CBT) มากกว่าซึ่งหมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก (พิมพ์มูล, 2550 : 5) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) เป็นเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์อย่างหนึ่ง สามารถถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ผ่านกระบวนการที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) ได้อย่างลงตัว (ณพทัย สระกบแก้ว, 2564) ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว (Duffy and Cunningham, 1996) ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) นำมาใช้ในการเรียนรู้ผสมผสาน (Blended learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ผสมผสานระหว่างการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Online learning) และการเรียนรู้ร่วมกัน (Face-to-face learning) (Dangwal, K. L., 2017)

จากประสบการณ์การสังเกตการสอน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 บางส่วนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์น้อยกว่าเกณฑ์ ในการใช้งานโปรแกรม Paint และโปรแกรม Word จึงสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อกระบวนการเรียนการสอนขึ้นมา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมในการเรียน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเรื่องของความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสนใจบทเรียนมากขึ้น เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและปฏิบัติด้วยตนเอง รวมถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ยังเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูง ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ มีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่นักเรียนป้อนเข้าไปได้ทันที ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ โดยการใช้งานผ่านโปรแกรม PowerPoint เพื่อสามารถนำมาช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุขานารี เพื่อจะได้นำผลการวิจัยนี้ เป็นแนวทางสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมต่อการเรียนการสอนของนักเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไปและเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1) พัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ

คอมพิวเตอร์ ตามเกณฑ์การประสิทธิภาพ 80/80 ในรายวิชาเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุخانารี จังหวัดนครราชสีมา

2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร : นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุخانารี จำนวน 11 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนรวม 398 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

กลุ่มตัวอย่าง : กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/8 โรงเรียนสุخانารี จำนวน 36 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) แบบจับสลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์
3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ โดยประยุกต์ใช้ร่วมกับการออกแบบการเรียนการสอน โดยใช้แนวคิด SAM (Successive Approximation Model) ทั้งหมด 3 ขั้นตอน (Allen, 2020) มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมการ (Preparation phase)

ผู้วิจัยได้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากประสบการณ์การสังเกตการสอน มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการวัดและประเมินผล

1.2 ศึกษากลุ่มเป้าหมายและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

1.3 วางแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน

ขั้นที่ 2 การออกแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลจากขั้นที่ 1 มาดำเนินการออกแบบการเรียนการสอน มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 ชั่วโมง รวม 8 ชั่วโมง

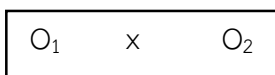
2.2 จัดทำนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ได้แก่ เนื้อหาและเกมกิจกรรม เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการเปิด-ปิดอุปกรณ์เทคโนโลยี อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โปรแกรม Paint และโปรแกรม Microsoft Word และมีเกมกิจกรรมในตอนท้าย เพื่อเป็นทบทวนบทเรียน

2.3 ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จากการนำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ครูผู้สอนเกี่ยวกับวิทยาการคำนวณในระดับโรงเรียนตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความถูกต้องด้านการใช้ภาษา บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว

2.4 ทาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง ชั้นที่ 3 การประเมินผลการเรียนการสอน

รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มทดสอบเดี่ยว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (The single group, Pretest-Posttest design)

ผังการทดสอบ



ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยแนะนำการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย วิธีการเรียนรู้ และผลลัพธ์จากการเรียนการสอน

3.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ผ่านทาง Google Forms

3.3 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และบันทึกผล โดยการใช้การเรียนรู้แบบ Blended Learning มีการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกัน (Face-to-face learning) ที่ร้อยละ 60 ผสมผสานกับการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Online learning) ที่ร้อยละ 40 ด้วยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ เป็นเทคโนโลยีช่วยในการสอน ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองภายนอกห้องเรียนได้ตามความสะดวกของนักเรียน

3.4 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ผ่านทาง Google Forms

3.5 ผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผ่านทาง Google Forms

3.6 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปทำการวิเคราะห์และสรุปผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้สถิติทดสอบสมมติฐาน t-test dependence ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการประเมินผลข้อมูลด้วยเกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยแบบประมาณค่า (Rating Scale)

ผลการวิจัย

1. พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วยรูปภาพ ดังนี้



ภาพที่ 1 หน้าหลัก



ภาพที่ 2 หน้าเมนูหลัก



ภาพที่ 3 หน้าเนื้อหา



ภาพที่ 4 หน้าเกมกิจกรรม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหน้าหลักแสดงเมนูให้เลือกบทเรียนที่ต้องการจะเรียน ได้แก่ การเปิด-ปิด อุปกรณ์เทคโนโลยี อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โปรแกรม Paint และโปรแกรม Microsoft Word และในแต่ละบทจะมีปุ่มต่าง ๆ ให้เลือก อีกทั้งยังมีเกมกิจกรรมในตอนท้าย เมื่อนักเรียนเรียนเสร็จสามารถเล่นเกมเพื่อทบทวนความรู้ได้

โดยมีประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ตาม
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ตาม
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ผลการ วิเคราะห์	จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง (คน)	คะแนนระหว่างเรียนในแต่ละกิจกรรม					คะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน		E1/E2
		1	2	3	4	E1	E2		
ค่าร้อยละ เฉลี่ย	36	81.39	82.22	83.33	82.78	82.43	83.06	82.43/83.06	

จากตารางที่ 1 พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ
คอมพิวเตอร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้น จากการทำกิจกรรม
ระหว่างเรียนจำนวน 4 ชุด แต่ละบทเรียนมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.43/83.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่
กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
(CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

การทดสอบ	n	\bar{X}	S.D.	df	t	Sig.
ทดสอบก่อนเรียน	36	4.7	1.65	35	9.80	.05*
ทดสอบหลังเรียน		7.9	1.94			

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้พื้นฐานก่อนเรียนเท่ากับ 4.7 และค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้พื้นฐาน
หลังเรียนเท่ากับ 7.9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ
t-test dependence มีค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้พื้นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

3. ผลศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่องความรู้
พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 3 ผลศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา	4.78	0.34	พึงพอใจมากที่สุด
2. ด้านเทคนิคการสอน	4.85	0.41	พึงพอใจมากที่สุด
3. ด้านวัดและประเมินผล	4.87	0.40	พึงพอใจมากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.83	0.38	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/8 ที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ภาพรวมมีค่าเท่ากับ 4.83 และ 0.38 ตามลำดับ ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่สร้างขึ้น ผู้พัฒนาได้จัดทำโดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับวัย รูปแบบ และเนื้อหาตามตัวชี้วัดที่กำหนด ทำให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้มากขึ้น

สรุปและอภิปรายผล

1. พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่ามีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.43/83.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐริน เจริญเกียรติบวร (2560) ได้ศึกษาเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนที่ปังกรวิทยาพัฒน์ (ทวีวัฒนา) ในพระราชูปถัมภ์ฯ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.30/81.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จากแบบทดสอบทั้งหมด 10 ข้อ พบว่าก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.9 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิระพงศ ฉันทพจน (2561) ที่ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่องหลักการใช้ภาษาไทย พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีค่า 81.33/92.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สามารถนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาภาษาไทยได้ดีและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริวรรณ แก้วจรรย์ (2561) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง คำควบกล้ำ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยปรากฏว่ามีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 86.70/87.50 ตามเกณฑ์ 85/85 คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

3. ผลศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนรวมทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.38) โดยมีการประเมินความพึงพอใจ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการสอน และด้านวัดและประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐริน เจริญเกียรติบวร (2560) ได้ศึกษาเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง การทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนที่ปิงกรวิทยาพัฒนา (ทวิวัฒนา) ในพระราชูปถัมภ์ฯ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการทำงานของคอมพิวเตอร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.13)

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ชี้แจงจุดมุ่งหมายในการสอน วิธีการสอน รวมถึงการวัดและประเมินผลให้นักเรียนรับทราบ เพื่อทราบแนวทางการเรียนรู้
2. เนื่องจากผู้เรียนภายในห้องเรียนมีการเรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้วิจัยจึงเสนอแนวความคิดว่าควรมีการเรียนในลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ถ้านักเรียนดูตามไม่ทันก็จะสามารถย้อนกลับไปดูได้เพื่อลดปัญหาในการเรียนไม่ทันของนักเรียนในชั้นเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการส่งเสริมให้มีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนด้วยวิธีการสอนผ่านระบบออนไลน์ ในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลของการวิจัยที่สามารถชี้ชัดได้ว่าการจัดการเรียนด้วยวิธีการสอนผ่านระบบออนไลน์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่นๆ ได้ผล

เอกสารอ้างอิง

- ณททัย สระกบแก้ว (2564). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง พื้นฐานทาง สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างง่าย และการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง ในวิชาหลักสถิติ. *วารสารวิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า*. 19.
- มานะ โสภากา, ไชยันต์ แก้วผาไล, ภาวิณี โยธาแข็ง และไพศาล ดาแร่ (2560) “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่ เรื่อง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เบื้องต้น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2,” *สงขลา: วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 9(1)
- สมจิต จันทรฉาย. (2557). *การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน*. นครปฐม : เพชรเกษมพรินต์ติ้ง.
- Allen, Michael. (2020). *The Successive Approximation Model – SAM*. Retrieved 24 May 2020 from <https://www.alleninteractions.com/sam-process>.

- Cahyaningrum, A. (2020). Pengembangan Media CAI (Computer Assisted Instruction) Materi Sistem Pencernaan Manusia Pada Mata Pelajaran Biologi Kelas VIII Mts Maskumambang Gresik. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan*. 10(0.29).
- Dangwal, K. L. (2017). Blended learning: An innovative approach. *Universal Journal of Educational Research*, 5(1), 129-136.
- Purwani, F. (2016). “Perancangan Perangkat Lunak Media Pembelajaran Menggunakan Computer Assisted Instruction (CAI) untuk Pembelajaran Ilmu Tajwid Berbasis Web”. *Intizar*, 19(2), 287-300.

การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ตามแนวทฤษฎี Constructivism ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Developing Electronic Learning (E-Learning) Lessons in accordance with Constructivism Theory for Teaching Computer Science: Basic C Language.

ณัฐรี ชื่นนอก¹ ณัฐชา ภูติลิต¹ สุธาทิพย์ นิติลิธิ¹ พรนภา มีเค้า¹ และสาวิตรี พิพิธกุล¹
Natnaree Chuennok¹, Natthacha Phusitlit¹, Suthatip Nitisit¹, Pronnapha Meekao¹
and Sawitree Pipitgool¹

¹สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมืองอำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000

¹Department of Computer Education, Nakhon Ratchasima Rajabhat University 340 Suranarai Rd.

TumBon Nai Mueang District Nakhon Ratchasima 30000

*Corresponding author E-mail : sawitre"e.p@nrru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อสร้างและพัฒนานวัตกรรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70 3) เพื่อศึกษาผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ นวัตกรรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้นวัตกรรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) นวัตกรรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้นวัตกรรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบสมมติฐาน t-test แบบ dependent

ผลการวิจัย พบว่า 1) ได้นวัตกรรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) นวัตกรรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เท่ากับ 70.39/73.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 70/70 3) ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 4.26 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 7.87 ตามลำดับ 4) ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้นวัตกรรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

4 โดยรวมอยู่ในระดับดี (\bar{X} = 3.75, S.D. = 0.55) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า นวัตกรรมบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยส่งเสริมทักษะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดีขึ้นอีกด้วย

คำสำคัญ : บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning), ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ , ภาษาซีเบื้องต้น

Abstract

This research aimed to: 1) Create and develop e-learning innovations in basic C-language lessons for 4th-year high school students. 2) Determine the effectiveness of the e-learning innovations in basic C-language lessons for these students based on a 70/70 efficiency criterion. 3) Evaluate the learning outcomes of these students before and after using e-learning innovations. 4) Assess the satisfaction levels of 4th-grade elementary students regarding the usage of e-learning innovations in basic C-language lessons.

The research tools used included: 1) E-learning innovations in basic C-language lessons. 2) Pre- and post-learning assessments in basic C-language for 4th-year high school students. 3) Surveys evaluating student satisfaction with the e-learning innovations. Data analysis utilized mean (\bar{x}), standard deviation (S.D.), and dependent t-test hypothesis statistics.

The research findings concluded that: 1) The e-learning innovations were successfully implemented for 4th-year high school students. 2) The effectiveness ratio of the e-learning innovations was 80.29/82.06, surpassing the set criterion of 70/70. 3) The post-learning test scores of the students significantly increased compared to pre-learning, with average scores of 4.26 and 7.87 respectively. 4) Overall, students' satisfaction with the e-learning innovations was notably high, indicating that these innovations effectively contributed to improving students' learning outcomes.

Keywords: E-learning, Constructivist Theory, Basic C-language.

บทนำ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มุ่งเน้นการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสามารถคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นส่วนหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มุ่งเน้นการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสามารถคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) โดยเนื้อหารายละเอียดเกี่ยวกับอธิบายความรู้เบื้องต้น ก่อนจะเข้าเรียนภาษาซีระดับที่สูงขึ้น ได้แก่ ความสำคัญของภาษาซี โครงสร้างพื้นฐานของภาษาซี องค์ประกอบของภาษาซีเบื้องต้น คำสั่งและการทำงานแบบวนรอบ (Iteration) เช่น คำสั่ง for, do while, while เป็นต้น การตัดสินใจในการทำงาน (condition) เช่น

if, if-else, else if, switch case เป็นต้น ภาษาซีสามารถนำไปใช้งานได้กับทุกระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ เช่น Intel PC, Windows version ต่าง ๆ, Linux, Macintosh เป็นต้น เนื่องจากมี compiler ของภาษาซีอยู่ทั่วไป

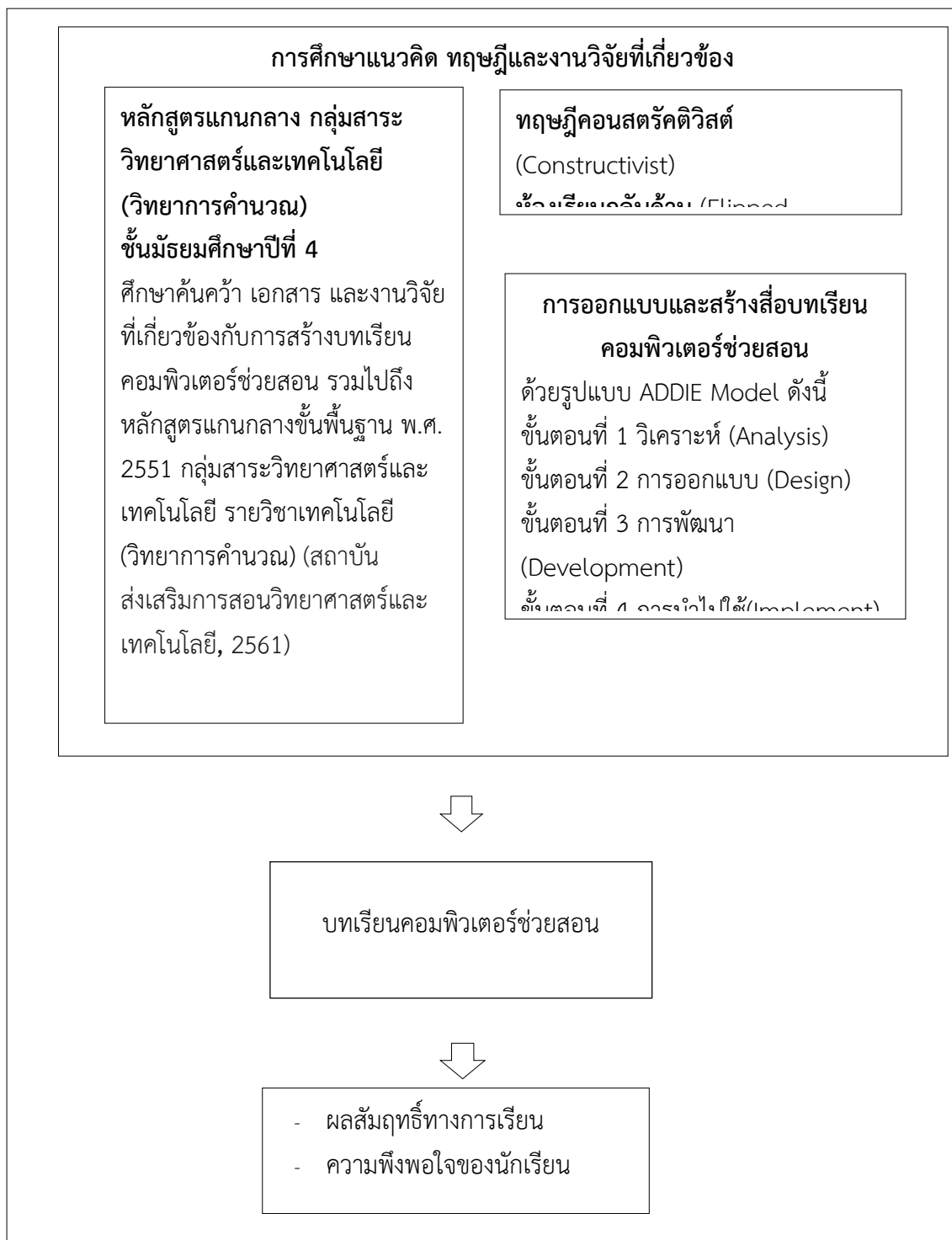
การนำเทคโนโลยีเข้ามาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาซี สามารถช่วยพัฒนาทักษะและความเข้าใจ ของผู้เรียนได้ดีขึ้น

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบที่เป็นที่นิยมอย่างระบบ E-Learning นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ในทางการศึกษาเรียกว่าสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aided Instruction: CAI) เป็นการศึกษาเรียนรู้ผ่าน เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต หรืออินทราเน็ต เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถ และความสนใจของตนเอง โดยเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ และมัลติมีเดียอื่นๆ รวมถึงการวัดผลด้วยแบบทดสอบ ที่เป็นระบบการเรียนที่ให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาวิชาได้ผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และฝึกความรับผิดชอบได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาการเรียน ได้ทุกที่ทุกเวลา ไม่จำเป็นต้องอยู่ในห้องเรียน ทั้งนี้การเรียนการสอนจะมีประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับครูเป็นผู้พัฒนา สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aided Instruction: CAI) ให้เข้ากับเนื้อหาวิชา (Shen, X., 2016) ร่วมกับ เทคโนโลยีอย่างการพัฒนาเว็บไซต์การเรียนรู้ ที่สามารถพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เช่น สื่อการสอน แบบฝึกหัด หรือ แบบทดสอบ เป็นต้น (Dharma, B. A., & Septiana, A., 2023) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนา ผ่านแพลตฟอร์ม WIX (www.wix.com) ผสานแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เป็นการจัดการเรียนรู้แบบ “พลิกกลับ” ตามแนวคิดของ Jonatan and Aaron ที่มีคำนิยามว่า “การเรียนที่บ้าน ทำการบ้านที่โรงเรียน” ให้การเรียนการสอนมีลักษณะการเรียนรู้ในรูปแบบค้นคว้าด้วยตนเอง การปฏิสัมพันธ์บนระบบออนไลน์ และเรียนรู้ผ่านการ ปฏิบัติกิจกรรม และสอดคล้องกับ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) ของ Jean Piaget การสร้าง ความรู้ กระบวนการคิด (Cognitive processes) ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และความรู้เดิมมีส่วน เกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของผู้เรียน

จากการสัมภาษณ์ครูจากกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านมา พบว่า 1) จำนวนเวลาที่ใช้ในการเรียน ไม่ เพียงพอ ส่งผลกระทบต่อเวลาเรียน 2) ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล 3) ผู้เรียนส่วนใหญ่พื้นฐานความรู้ความรู้ เดิมเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง 4) สภาพรายวิชาที่มีเนื้อหาที่ซับซ้อนและจะต้องคิด วิเคราะห์และวางแผนเป็นขั้นตอน 5) สื่อที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องภาษาซีเบื้องต้นยังมีน้อย จากที่ กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ตามแนวทฤษฎี Constructivism ในการจัดการเรียน การสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ร่วมกับการเรียนการ สอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (flipped classroom) เป็นการจัดจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างจากวิธีการสอนใน ห้องเรียน โดยให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยตัวเอง เมื่ออยู่นอกห้องเรียน และจัดกิจกรรมที่เป็นการฝึก ปฏิบัติเมื่ออยู่ในห้องเรียน การออกแบบการเรียนรู้มาใช้ในการเรียนรู้บนห้องเรียนกลับด้าน ครูนำกลยุทธ์ เทคนิควิธีสอน ต่างๆ รวมไปถึงหลังการเรียนรู้จะต้องมีการประเมินผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ครูต้องสร้างสรรค์กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใหม่ และน่าสนใจอยู่เสมอส่งเสริมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered) และเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ตลอดการสอน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

สามารถลดปัญหาที่กล่าวถึงข้างต้นได้ เพื่อให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและเพื่อปรับปรุงการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ อีกทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ให้สูงขึ้น

กรอบแนวคิดงานวิจัย



วัตถุประสงค์วิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ตามแนวทฤษฎี Constructivism เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์การประสิทธิภาพ 70/70 ในรายวิชาการคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาล 4 (เพาะชำ) จังหวัดนครราชสีมา
- 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น
- 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาล 4 (เพาะชำ) จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 120 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาล 4 (เพาะชำ) จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 39 คน ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มอย่างง่ายแบบจับฉลากโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. แบบทดสอบหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ตามแนวทฤษฎี Constructivism ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการคำนวณ เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินตามขั้นตอนของ ADDIE Model (Allen, 2017) มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

ศึกษาค้นคว้า เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมไปถึงหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) อีกทั้งยังศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและการประเมินผลความสามารถด้านการเรียนรวมถึงการตรวจสอบให้คะแนนในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) และกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการออกแบบ (Design)

ออกแบบวัตถุประสงค์การเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ โครงสร้างบทเรียนและเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการพัฒนา (Development)

การสร้างบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เลือกโปรแกรมที่เหมาะสม และทำการเตรียมเนื้อหาบทเรียนรูปภาพ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อสำรวจความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไข สร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. พัฒนบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านแพลตฟอร์ม WIX (www.wix.com) จำนวน 1 หน่วย ประกอบด้วย ภาษาคอมพิวเตอร์
2. สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่องภาษาซีเบื้องต้น แบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ แบ่งออกเป็นด้านเนื้อหา ด้านภาษา และด้านภาพประกอบ/สื่อ นำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ
3. สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องภาษาซีเบื้องต้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการนำไปใช้ (Implement)

นำบทเรียนออนไลน์นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 10 ข้อ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น
2. ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (flipped classroom) โดยให้นักเรียนศึกษาผ่าน <https://nutzzles2003.wixsite.com/my-site-4> ก่อนเข้าห้องเรียนและทำแบบฝึกหัดเมื่ออยู่ในห้องเรียน
3. เมื่อนักเรียนบทเรียนแล้ว ภายใน 2 สัปดาห์ ทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น หลังเรียน (Post-test 10 ข้อ)

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation)

นำข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยมาวิเคราะห์ ได้แก่

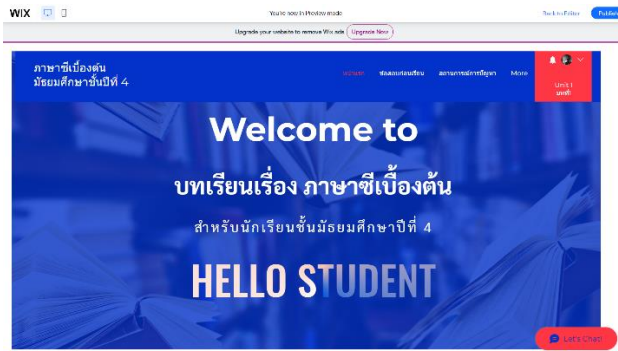
1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่องภาษาซีเบื้องต้น คะแนนทดสอบก่อนเรียน (p-test) และหลังเรียน (post-test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนผ่าน บทเรียนออนไลน์ เรื่องเบื้องต้น มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่า t-test dependent
2. ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้นวัตกรรมบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

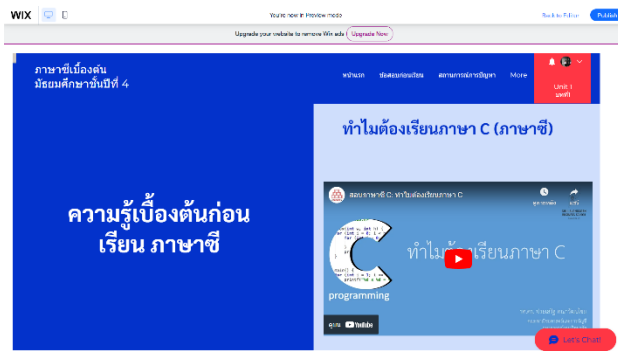
1. วิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น โดยใช้สถิติทดสอบสมมติฐาน t-test dependence ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
2. วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้นวัตกรรมบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการประเมินผลข้อมูลด้วยเกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยแบบประมาณค่า (Rating Scale)

ผลการวิจัย

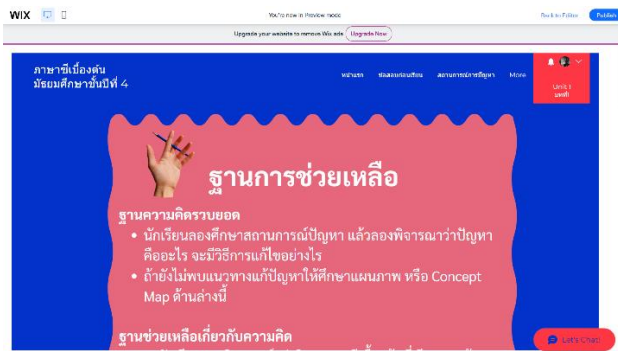
1. ผลการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ตามแนวทฤษฎี Constructivism เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์การประสิทธิภาพ 70/70 ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาล 4 (เพาะชำ) จังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วยรูปภาพ ดังนี้



ภาพที่ 1 หน้าหลัก

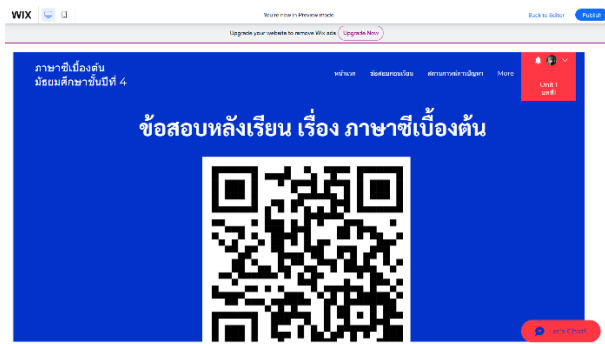


ภาพที่ 2 หน้าบทเรียน



ภาพที่ 3 หน้าฐานการช่วยเหลือ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 4 หน้าแบบทดสอบ

2. ผลการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 1 ผลประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น

การทดลอง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละของคะแนน เฉลี่ย E_1/E_2
คะแนนระหว่างเรียน	39	70.39	70.39/73.78
คะแนนหลังเรียน		73.78	

ตารางที่ 2 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning)
เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น

การทดสอบ	n	\bar{x}	S.D.	df	t	Sig.
ทดสอบก่อนเรียน	39	4.26	0.54	38	38.59*	.00*
ทดสอบหลังเรียน		7.87	1.12			

ตารางที่ 3 ผลศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น

ด้านการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา	3.59	0.50	ดี
ด้านการจัดการเรียนรู้	3.90	0.50	ดี
ด้านสื่อมัลติมีเดีย	3.70	0.70	ดี
รวม	3.73	0.55	ดี

จากตารางที่ 3 นำผลที่ได้จากแบบศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x} = 3.73$, S.D.= 0.55) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ด้านเนื้อหา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดี ($\bar{x} = 3.59$, S.D.=0.50) ด้านภาษา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดี ($\bar{x} = 3.90$, S.D.=0.50) ด้านภาพประกอบ / สื่อ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดี ($\bar{x} = 3.73$, S.D.=0.70) เนื่องจาก บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) ที่สร้างขึ้นผู้พัฒนาได้จัดทำโดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับวัย รูปแบบ และเนื้อหาตามตัวชี้วัดที่กำหนดทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น

อภิปรายผล

1) บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบไปด้วย 1) หน้าแรก 2) หน้าหลัก 3) หน้าแนะนำการใช้งาน 4) หน้าแบบทดสอบก่อนเรียน 5) หน้าจุดประสงค์การเรียนรู้ 6) หน้าเนื้อหาบทเรียน 7) หน้าแบบทดสอบหลังเรียนเรียน 8) หน้าผู้จัดทำ 9) ฐานการช่วยเหลือเป็นนวัตกรรม การเรียนการสอนที่หน้าจอบทเรียนมีสีสันสวยงาม ขนาดตัวอักษร ภาพ เสียง และปุ่มเมนูต่างๆ มีความชัดเจน และผลการศึกษาหาประสิทธิภาพนวัตกรรมบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2 มีค่าเท่ากับ 70.39/73.78 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไผท คงศรีลาและอัจฉริย์ พิมพิบูล (2560) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐานภาษาซี กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าเท่ากับ 85.03/83.37 สรุปได้ว่า บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเรียนด้วยบทเรียนที่มีการออกแบบที่ดีมีกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง เสียง ภาพประกอบที่สอดคล้องกับเนื้อหา มีตัวอักษร ที่มีขนาดเหมาะสม

2) ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาล 4 (เพาะชำ) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 จากแบบทดสอบทั้งหมด 10 ข้อพบว่าก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 และคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.87 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดแบบ

ห้องเรียนกลับด้านให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง โดยเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีฐานการช่วยเหลือ
ในระหว่างที่เรียนและได้ลงมือทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนที่มีครูคอยดูแล

3) ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ นักเรียน
มีความพึงพอใจบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น อยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 3.73$, S.D.= 0.55)
ลำดับแรก ได้แก่ ด้านภาษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญญญาณ์ สมหวัง และอลิสสา ทรงศรีวิทยา (2562)
ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน วิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ใน
ระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ทั้งนี้เป็นผลมาจากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
(E-Learning) มีความน่าสนใจ การจัดวางองค์ประกอบของสื่อสามารถเข้าถึงได้ง่าย

สรุปได้ว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เรื่อง ภาษาซีเบื้องต้น ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน
เนื่องจาก มีบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ที่มีองค์ประกอบในการเรียนรู้เหมาะสมและลงตัว

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ชี้แจงวิธีการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมิน

1.2 เนื่องจากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่แตกต่าง ระหว่างบุคคล ผู้วิจัยจึงเสนอแนวความคิดว่าควรมีการ
พูดคุยและอธิบายการใช้งานอย่างละเอียด ก่อนเริ่มใช้นวัตกรรมบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning)

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ก่อนการนำนวัตกรรมบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ไปใช้กับนักเรียนควรมีการศึกษานักเรียนว่ามี
ทักษะในการใช้งานคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงใด ซึ่งนักเรียนควรเรียนรู้ขั้นตอนและวิธีการใช้อย่างถูกต้อง เพื่อลด
ปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านต่าง ๆ กับการเรียนการสอน

เอกสารอ้างอิง

1) การอ้างอิงวารสาร (journal)

ธัญญญาณ์ สมหวัง และอลิสสา ทรงศรีวิทยา. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน วิชา
คอมพิวเตอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม 18(2) เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม.

ไผท คงศรีลาและอัจฉริย์ พิมพิบูล. 2560. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
พื้นฐานภาษาซี กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สัก
ทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สทวท.). 4(2) กรกฎาคม – ธันวาคม.

สุรกิจ ภูงามทอง (2548) การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศกลุ่มสาระการเรียนรู้การงาน
อาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษา ระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนตามปกติ
วิทยานิพนธ์

Bergmann Jonathan and Aaron Sams. 2012. Flip your classroom: Reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education.

2) ตำรา(textbook) หรือหนังสือ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Dharma, B. A., & Septiana, A. (2023, May). The Use of WIX as a Learning Media to Support Self-regulated Learning and Learning Activity. In BISTIC Business Innovation Sustainability and Technology International Conference (BISTIC 2022) (pp. 347-356). Atlantis Press.

3) สื่อวิชาการ website ควรเลือกที่เป็นข้อมูลจากหน่วยงานรัฐหรือหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับในวงการวิชาการ

Allen, M. (2017). Designing Online Asynchronous Information Literacy Instruction Using the ADDIE Model. In T. Maddison, & M. Kumaran (Eds.), Distributed Learning (pp. 69-91). Chandos Publishing: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100598-9.00004-0>.

Piaget, J. (1973). Psychology and Epistemology: Towards a Theory of Knowledge. Record: Rio de Janeiro.

Shen, X. (2016). A web-based e-learning portal for integrated electronics.

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

The Development of Online Lesson on Using the Python Language for Basic Coding for Students of Mathayom Suksa 3

จักรินทร์ สมหวัง^{1*} จิรัญญ์ แก้วมะลิ่ง¹ เพชรรัตน์ วุชัยภูมิ¹
สิทธิศักดิ์ แจ้จตุม¹ และอภัสรา ไชยจิตร์¹

Chakkarin Somwang^{1*}, Chirat Kaeomalang¹, Phetcharat Wuchaiyaphum¹,
Sittisak Jangudom¹ and Apasara Chaiyajit¹

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

Department of Computer Education Nakhon Ratchasima Rajabhat University 340 Suranarai Rd. TumBon Nai Mueang
Mueang District Nakhon Ratchasima 30000

*Corresponding author E-mail:: chakkarin.sek@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 370 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/11 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 37 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน T-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่นำเสนอเนื้อหาด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์ และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดบทเรียน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.09$, S.D. = 0.71)

คำสำคัญ บทเรียนออนไลน์, ภาษา Python, การเขียนโค้ดเบื้องต้น

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop an online lesson on the use of Python language in basic coding for students of Mathayom Suksa 3 at Bunlua Wittayanusorn School, 2) to compare learning achievement before and after learning with an online lesson on the use

of Python language in basic coding, 3) to study the satisfaction of students of Mathayom Suksa 3 towards the online lesson on the use of Python language in basic coding. The population used in this research was 370 from Students of Mathayom Suksa 3, Bunlua Wittayanusorn School in semester 2 of academic year 2023, and the sample group was 37 in classroom 3/11, Bunlua Wittayanusorn School, mueang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima Province in semester 2 of academic year 2023 by simple random sampling by random method. Research tools consist of 1) an online lesson on the use of Python language in basic coding, 2) an achievement test on Using Python in basic coding 3) questionnaire of learners' satisfaction with online lessons using Python in basic coding The results of the research were 1) an online lesson on the use of Python language in basic coding for students of Mathayom Suksa 3 that presented content with text, still images, animations, sounds, videos, and interaction with students throughout the lesson. The overall use of Python in basic coding is very high. ($\bar{x} = 4.09$, S.D. = 0.71).

Keywords: Online Lessons, Python language, Basic coding

บทนำ

ด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่เป็นไปอย่างรวดเร็วในปัจจุบันและได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อวิถีการดำเนินชีวิตเป็นอย่างมาก จนอาจกล่าวได้ว่าแทบทุกศาสตร์ทุกแขนงได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาใช้ แม้กระทั่งทางด้านการศึกษาก็ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในหลากหลายรูปแบบหลายลักษณะเนื่องมาจากความแหล่งความรู้ที่มีอยู่อย่างมากมายและเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดข้อจำกัดในการเรียนการสอนให้น้อยลง ปรับปรุงให้มีความยืดหยุ่นสำหรับการเรียน ผู้เรียนสามารถจะเรียนที่ไหน เวลาใดก็ได้ อิสระตามความต้องการ ทำให้เกิดความคล่องตัว ทำให้ผู้เรียนได้รับรู้เนื้อหาในรูปแบบมัลติมีเดีย ช่วยลดระยะเวลาการเรียน อีกทั้งยังช่วยในเรื่องค่าใช้จ่ายในการเรียนอีกด้วย จากทั้งหมดตามที่ได้กล่าวมาจึงได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาปรับปรุงในการเรียนการสอน ทำให้รูปแบบการเรียนการสอนปัจจุบันได้ถูกพัฒนาและมีความเปลี่ยนแปลงจากเดิมเป็นอย่างมาก

บทเรียนออนไลน์เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างในการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา นับได้ว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าถึงแหล่งความรู้ได้ง่ายและรวดเร็ว อีกทั้งในด้านผู้สอนก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนได้มากขึ้น

บทเรียนออนไลน์โดยทั่วไปจะครอบคลุมความหมายที่กว้างมาก กล่าวคือ จะหมายถึง การเรียนในลักษณะใดก็ได้ ซึ่งใช้การถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ เครือข่าย อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต เอกซ์ทราเน็ต หรือ ทางสัญญาณโทรศัพท์ หรือ สัญญาณดาวเทียม (Satellite) ก็ได้ ซึ่งเนื้อหาสารสนเทศอาจอยู่ในรูปแบบการเรียนที่เราคุ้นเคยกันมาพอสมควร เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) การเรียนออนไลน์ (On-line Learning) การเรียนทางไกลผ่านดาวเทียม หรือ อาจอยู่ในลักษณะที่ยังไม่ค่อยเป็นที่แพร่หลายนัก เช่น การเรียนจากวีดิทัศน์ ตามอรรถาศัย (Video On-Demand)

อย่างไรก็ดี ในปัจจุบัน คนส่วนใหญ่เมื่อกล่าวถึง บทเรียนออนไลน์จะหมายถึงการเรียนเนื้อหาหรือสารสนเทศ ซึ่งออกแบบมาสำหรับการสอนหรือการอบรม ซึ่งใช้เทคโนโลยีของเว็บ (Web Technology) ในการ

ถ่ายทอดเนื้อหา และเทคโนโลยีระบบการจัดการคอร์ส (Course Management System) ในการบริหารจัดการงานสอนด้านต่างๆ โดยผู้เรียนที่เรียนจาก e-Learning นี้สามารถศึกษาเนื้อหาในลักษณะออนไลน์ และ/หรือ จากแผ่นซีดี-รอม ก็ได้ นอกจากนี้ เนื้อหาสารสนเทศของ e-Learning สามารถนำเสนอโดยอาศัยเทคโนโลยีมัลติมีเดีย (Multimedia Technology) และเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบ (Interactive Technology)

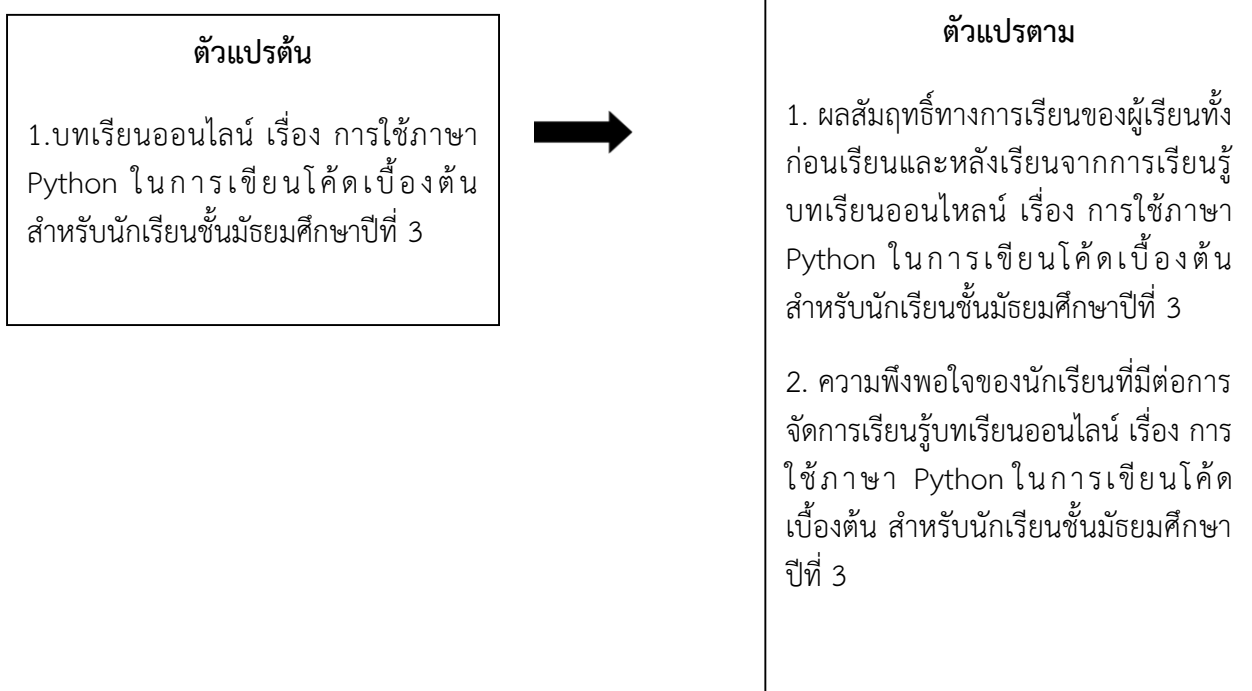
จากที่กล่าวมาการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์เป็นวิธีการหนึ่งที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนสามารถใช้เวลาใดก็ได้ สถานที่ใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของนักเรียน โดยไม่จำกัดการปฏิสัมพันธ์ไว้แต่เพียงในห้องเรียน ผู้สอนสามารถให้ผลย้อนกลับแก่นักเรียนได้ทันที โดยไม่ต้องรอกำลังเวลาเรียน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันได้นำสำเร็จรูป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ เพื่อใช้เป็นสื่อส่งเสริมประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน มีความรู้ความสามารถเข้าใจเรื่องการใช้งานการเขียนภาษา Python เบื้องต้น และยังได้เรียนรู้เกี่ยวกับคำสั่งต่างๆ ของภาษา Python แล้วยังให้ผู้เรียนส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ โดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วิธีดำเนินการและขอบเขตในการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ทำการวิจัยในเนื้อหา เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เนื้อหา เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น มีเนื้อหาดังนี้

- 1.1 การใช้งานภาษา Python
- 1.2 การเข้าใช้งานเว็บไซต์ ในการเรียนออนไลน์
- 1.3 ใช้งานคำสั่งภาษา Python

2. ขั้นตอนการดำเนินวิจัย

- 2.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.2 ศึกษารวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อดูแนวทางการวิจัยและนำมาประยุกต์ใช้ พร้อมทั้งศึกษาถึงสาเหตุของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นรวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหา
 - 2.3 ศึกษาวิธีการเขียนภาษา Python ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและคำนวณหาข้อมูลต่างๆ
 - การเขียนภาษา Python เพื่อคำนวณหาเกรดนักเรียน
 - การเขียนภาษา Python เพื่อหาพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า
 - การเขียนภาษา Python เพื่อเก็บคะแนน
 - 2.4 รวบรวมฐานข้อมูลและทดสอบการเขียนภาษา Python
 - เขียนภาษา Python ออกมาเป็นรูปแบบต่างๆ
 - ทดสอบรันภาษา Python และบันทึกผล รวมถึงการหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น
 - 2.5 ทดสอบภาษา Python ที่เขียน
- เพื่อให้แน่ใจว่าเขียนภาษา Python ที่ถูกต้อง รวมทั้งการแก้ไขปัญหาสามารถลดความผิดพลาดได้ จึงต้องมีการทดสอบเขียนภาษา Python ว่าสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่

3. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 3.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 370 คน
- 3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/11 จำนวน 37 คนโดยการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. เตรียมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ
2. แนะนำวิธีการเรียน บอกจุดประสงค์การเรียนรู้และอธิบายขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์
3. ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน
4. นักเรียนทำการศึกษาเนื้อหาภายในบทเรียนออนไลน์
5. เมื่อเรียนครบทุกหน่วยนักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
6. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น

6. ระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

บทเรียนออนไลน์ หมายถึง บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์

Python หมายถึง ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูงโดยถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่าย โดยตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของการแปลงชุดคำสั่งที่เราเขียนให้เป็นภาษาเครื่อง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 10 ข้อ

ความพึงพอใจเกี่ยวกับบทเรียนออนไลน์ หมายถึง ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกระบวนการเรียนรู้ ด้านสื่อมัลติมีเดีย และด้านการวัดและประเมินผล

การจัดการเรียนการสอนผ่านออนไลน์ หมายถึง การรวมคุณสมบัติของสื่อหลายมิติ กับคุณลักษณะของอินเทอร์เน็ตและเวิร์ลด์ไวด์เว็บ โดยรวมคุณสมบัติเด่นของแต่ละส่วนออกมาเป็นเว็บเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอน สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา โดยมีลักษณะที่ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กันโดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงถึงกัน

นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/11 โปเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ จำนวน 37 คนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ที่เรียนโดยมีบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

8.1 ได้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

8.2 ได้แนวทางการพัฒนาและใช้งานบทเรียนออนไลน์

8.3 ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเรียนรู้คำสั่งต่าง ๆ ของภาษา Python และการใช้งานของคำสั่งนั้น ๆ

วิธีการ

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 10 ข้อ
2. นำสื่อนวัตกรรมบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นไปให้นักเรียนใช้ในการเรียน
3. หลังจากให้นักเรียนเรียนบทเรียนออนไลน์แล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

4. ให้นักศึกษาทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนออนไลน์
5. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ
6. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้มีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน เรื่อง การใช้ภาษา Python เบื้องต้น และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตัวอย่างภาพของบทเรียนออนไลน์ ต่อไปนี้



ภาพที่ 1 หน้าเมนูเข้าสู่บทเรียนต่างๆ

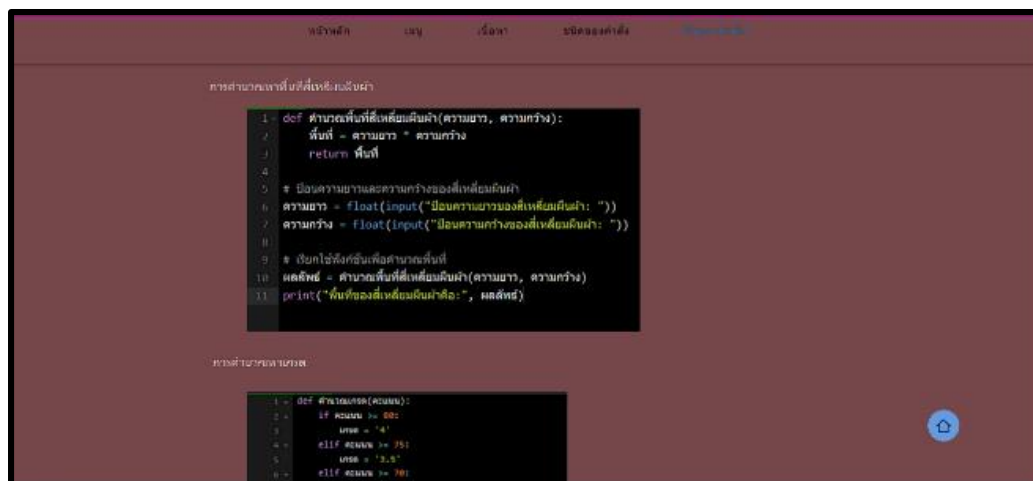


ภาพที่ 2 หน้าเนื้อหาความหมายของภาษา Python

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



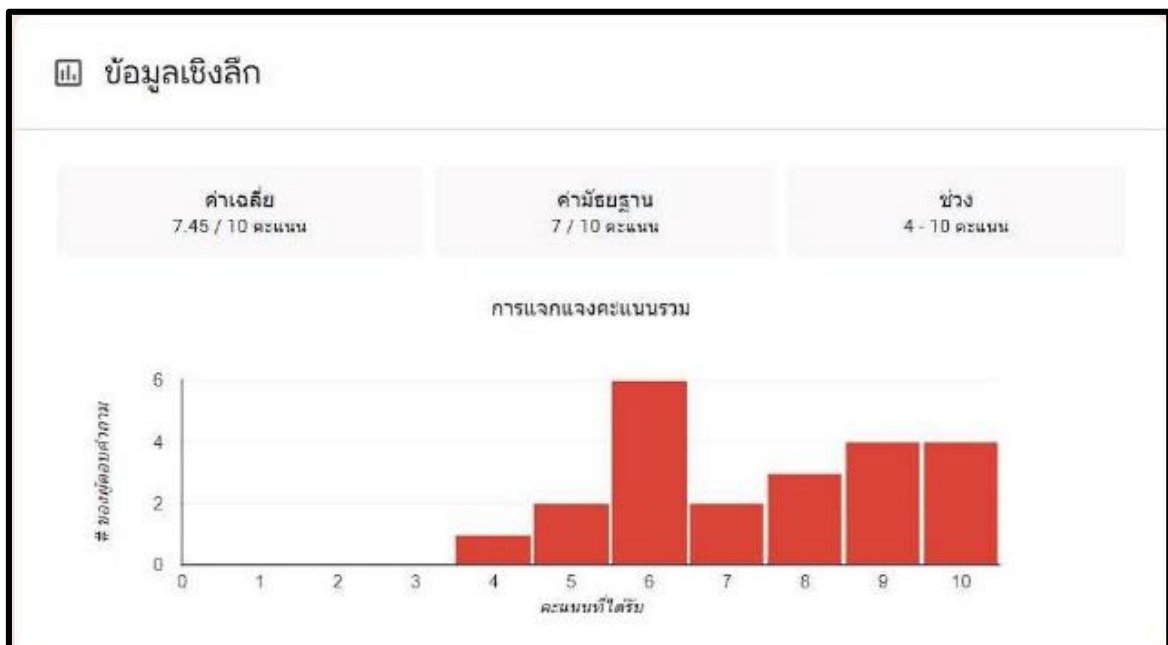
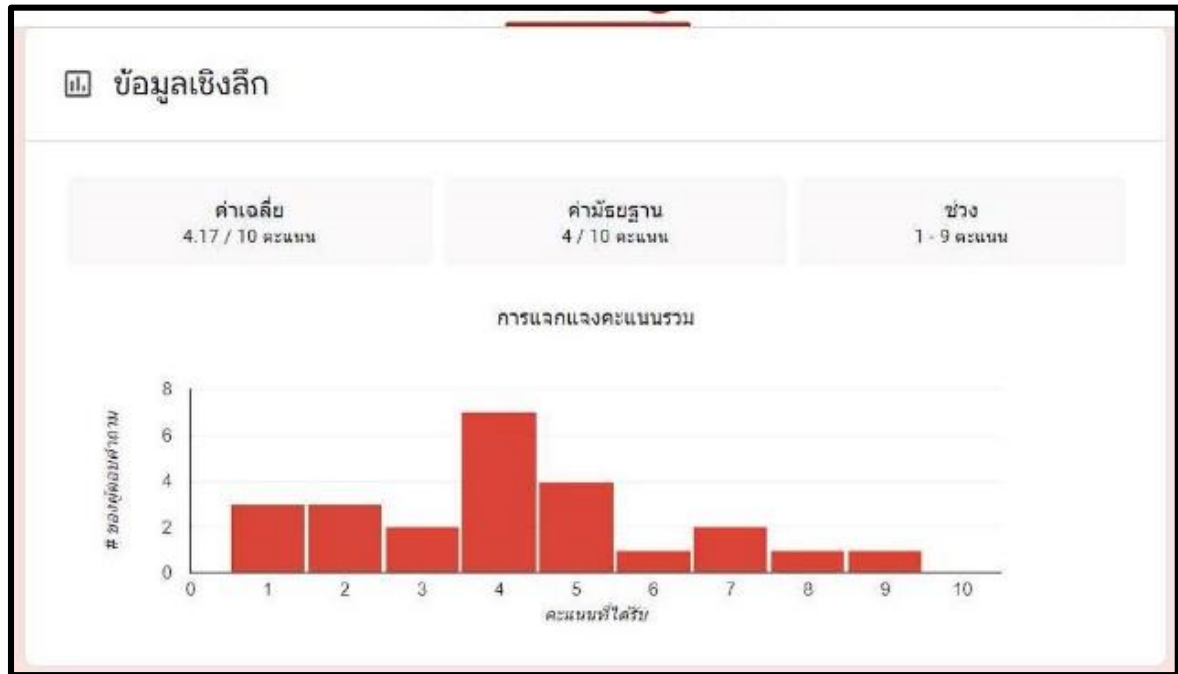
ภาพที่ 3 หน้าคำสั่งต่างๆ ของภาษา Python



ภาพที่ 4 หน้าตัวอย่างการใช้คำสั่งในการคำนวณหาค่าต่างๆ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน การใช้ภาษา Python ใน
การเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์

รายการ	(\bar{x})	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. บทเรียนมีความน่าสนใจ และดึงดูดใจ	4.17	0.70	มาก
2. การแบ่งหัวข้อของเนื้อหาชัดเจนไม่สับสน	4.04	0.69	มาก
3. ปริมาณของเนื้อหากำลึงดี ไม่มาก ไม่น้อยเกินไป	4.04	0.86	มาก
4. สีสีนของบทเรียน และความสวยงามบนหน้าจอ	4.13	0.68	มาก
5. ตัวอักษรชัดเจนอ่านได้ง่าย	4.21	0.72	มาก
6. ภาพประกอบมีความสวยงามคมชัด	4.25	0.61	มาก
7. การใช้งานบทเรียน ง่าย และสะดวก ไม่มีข้อติดขัด	4.13	0.74	มาก
8. แบบทดสอบใช้ง่าย	3.83	0.76	มาก
9. ระยะเวลาในการศึกษาบทเรียน	3.96	0.62	มาก
10. ท่านได้ความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากศึกษาบทเรียนออนไลน์เรื่องนี้	4.13	0.68	มาก
ผลสรุปโดยรวม	4.09	0.71	มาก

วิจารณ์ผล

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์นั้นสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 บทเรียนออนไลน์เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างในการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาประยุกต์ใช้ ในด้านการศึกษา นับได้ว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพและมีประโยชน์มากในปัจจุบัน ด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่นำเสนอเนื้อหาด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์ และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดบทเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 4.17 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 7.45 มีความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การใช้ภาษา Python ในการเขียนโค้ดเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.09$, S.D. = 0.71)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับ ผู้บริหาร ครูผู้สอนประจำวิชา และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และให้ความร่วมมือในการ

ทดลองการวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงเจ้าของเอกสารอ้างอิง ผลงานทางวิชาการ เอกสารตำรา งานวิจัย แหล่งค้นคว้าทุก
ที่ คำแนะนำของอาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา คณะผู้วิจัย
ขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ ที่สนับสนุนงานวิจัยจนสำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ปณิตา วรรณพิรุณ. (2551). การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสาน โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย/กรุงเทพฯ.
ทองชัย ภูตะลุน. (2552). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 5. การศึกษาค้นคว้าอิสระ ค.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
ณัฐกร สงคราม. (2543). อิทธิพลแบบการคิดและโครงสร้างของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของนิสิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
พิริยะ ตระกูล (2550). การพัฒนาบทเรียน e-Learning สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏ
พิบูลสงคราม.

การพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม

Developing an application for booking haircut appointments

ณัฐภัทร อุปวรรณ¹ วีรพงศ์ ทวีรัตน์¹ และศุภชัย คนเที่ยง¹

Natthapat Aupprawana¹, Weeraphong Thaweerat¹ and Supachai Konthiang¹

¹หลักสูตรสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 65000

¹Information Technology Program Faculty of Science and Technology Pibulsongkram Rajabhat University 65000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม 2) ประเมิน คุณภาพของแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม 3) ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประชาชนทั่วไป จำนวน 50 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ทฤษฎีวงจรการ พัฒนาระบบ (System Development Life Cycle SDLC) และแนวคิดการทำงานแบบบอจิล (Agile Methodology) มาใช้ในการพัฒนาระบบแอปพลิเคชัน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินคุณภาพที่มีต่อแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($X = 4.25$, $S.D. = 0.74$) และ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน ค้นหาห้องพักใกล้มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($X = 4.04$, $S.D. = 0.72$) จากผลประเมินดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงว่าแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม มีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้งานได้ จริง

คำสำคัญ : เทคโนโลยีสารสนเทศ แอปพลิเคชันจองคิวการพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม

Abstract

The objectives of this research are to 1) develop a barbershop queue booking application 2) evaluate the quality of the barbershop queue booking application 3) study satisfaction with the barbershop queue booking application. barber shop The sample group was 50 students from Pibulsongkram Rajabhat University using a simple random sampling method. Statistics used in data analysis include: Arithmetic mean and standard deviation, System Development Life Cycle SDLC, and Agile Methodology. used in developing application systems The results of the research found that: 1) Quality assessment results on the application for searching for dormitories near Rajabhat University. Phattphibulsongkhram The overall picture is at a high level ($X = 4.25$, $S.D. = 0.74$) and 2) the results of the evaluation of satisfaction with the application Find dormitories near Pibulsongkram Rajabhat University The overall picture is at a high level ($X = 4.04$, $S.D. = 0.72$) from the said evaluation results. Demonstrates that the barber shop reservation application It is appropriate and can actually be used.

Keywords : Information Technology Barber shop booking application

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีก้าวไปอย่างไม่หยุดนิ่ง มนุษย์ เราได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่หลากหลายในการนำมาใช้ประโยชน์ต่างๆ ในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะเทคโนโลยีสมาร์ทโฟนที่ นอกเหนือจากการโทรและรับสายแล้ว ยังมีแอปพลิเคชันต่างๆ ให้ใช้งานมากมาย สมาร์ทโฟนรุ่นใหม่นิยมผลิตสมาร์ทโฟนที่มี หน้าจอร์บบสัมผัส ออกแบบดีไซน์ให้สวยงามทันสมัย มีแอปพลิเคชันที่น่าสนใจมาก โดยที่ไม่เสียเวลาในการไปนั่งรอคิวร้านตัดผม ในทุกๆปีนั้นจะมีนักศึกษาใหม่เข้ามาศึกษาที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทุกปี ซึ่งนักศึกษาต้องไปรอคิวที่ร้านตัดผมเป็นเวลานาน จึงทำให้สามารถจองคิวที่ร้านตัดผมได้ และสามารถลดเวลาในการจองได้ จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาแอปสำหรับการจองคิวร้านตัดผม เพื่อความสะดวกสบาย ไม่จำเป็นต้องไปนั่งรอคิวนาน และมีเวลาไปทำอย่างอื่นได้

วัตถุประสงค์และวิธีการ

ใช้ App gilde ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน วิธีการทำงานของแอปพลิเคชัน แสแกน QRcode เพื่อเข้าจองคิวในร้านตัดผม เลือกวันที่/เวลา เพื่อเข้าใช้บริการ

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแอปพลิเคชันค้นหาห้องพักใกล้มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นการพัฒนาซึ่งทางผู้จัดทำได้กำหนด ขั้นตอนในการดำเนินการโดยมีวิธีดำเนินการดังนี้ ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ นักศึกษาหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำนวน 50 คน และ ประชาชนทั่วไป 50 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม ผู้วิจัยได้ยึดหลักการพัฒนาตามทฤษฎีวงจร พัฒนา ระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) โดยมีขั้นตอนและวิธีดำเนินการ ดังนี้

1) การวางแผน (Planning)

1.1) ศึกษาซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบเป็นขั้นตอนในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเลือกซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาคือ Glide App

1.2) กำหนดรูปแบบของตัวซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยผู้จัดทำได้เลือกใช้ Glide App ในการพัฒนาตัว แอปพลิเคชัน

1.3) กำหนดระยะเวลาในการพัฒนา โดยผู้จัดทำได้กำหนดระยะเวลาในการจัดทำไว้ที่ระยะเวลา 3 เดือน

2) การวิเคราะห์ความต้องการ (Analysis)

2.1) วิเคราะห์ถึงฟังก์ชันการทำงานต่างๆของระบบ โดยที่ฟังก์ชันของระบบจะต้องครอบคลุมการใช้งาน

2.2) วิเคราะห์ถึงโครงสร้างการทำงานของตัวแอปพลิเคชัน

2.3) วิเคราะห์ถึงกระบวนการทำงานของตัวแอปพลิเคชัน

3) รวบรวมข้อมูลต่างๆ โดยการสืบค้นตามร้านตัดผม โดยจะมีข้อมูล เช่น ร้านแถวมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และ ร้านตัดผมในตัวเมือง อำเภอพิชัยโลก เป็นต้น

4) การออกแบบ (Design)

4.1) ออกแบบแผนการทำงานต่างๆของแอปพลิเคชัน โดยมีขอบเขตของเนื้อหา ดังนี้

4.1.1) ผู้ดูแลระบบ

(1) เพิ่ม, ลบ, แก้ไข ข้อมูล โดยใช้ Google Sheets

(3) เพิ่ม, ลบ, แก้ไข โดยใช้ Google Sheets ทำงานร่วมกับ Glide Apps เพื่อใช้ในส่วน ของเมนู

(4) เพิ่ม, ลบ, แก้ไข การจองคิว โดยใช้ Google Sheets ทำงานร่วมกับ Glide Apps เพื่อใช้ ในส่วนของเมนูแอปพลิเคชัน

(5) สร้างระบบจองคิว โดยใช้เงื่อนไขของ if else บนระบบของ Glide Apps

5) การพัฒนาแอปพลิเคชันและทดสอบ

5.1) ดำเนินการสร้างแอปพลิเคชันตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้โดยใช้ Glide App ทำงานร่วมกับ Google Sheets

5.2) ทดสอบระบบ โดยผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของทุกฟังก์ชัน

5.3) แก้ไขข้อผิดพลาดที่พบ

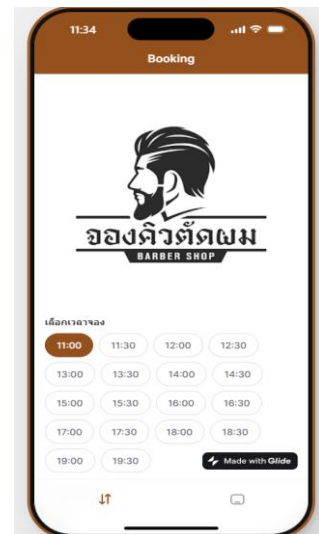
6) นำแอปพลิเคชันที่ทำการพัฒนาขึ้นมาไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และนำมาปรับปรุงแก้ไขระบบ จากคำแนะนำ

7) นำแอปพลิเคชันที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้ที่มาจองคิวจำนวน 50 คน และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม และทำเอกสารรายงานเพื่อสรุปเป็นขั้นสุดท้าย

แผนภาพการใช้งาน



ภาพที่ 1 Qr code แสแกนเข้าจองคิวร้านตัดผม



ภาพที่ 2 เลือกเวลาจองคิว

ภาพที่ 3 เลือกเวลาการจอง ใส่ชื่อผู้จอง เบอร์โทรศัพท์

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล การพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ของการวิจัยดังต่อไปนี้ 1. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม ประกอบไปด้วยส่วนของผู้ใช้ คือ หน้าจอ แสดงข้อมูลเวลาจอง, หน้าจอแสดงตัวเลือกตัวกรองสำหรับการจองคิวตัดผม, โดยผู้วิจัยได้ ดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันตามขั้นตอน และผู้ใช้งานสามารถใช้แอปพลิเคชันได้ตามการออกแบบดังส่วนต่างๆ ทำให้แอปพลิเคชันมีการทำงานได้ดี

วิจารณ์ผล

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม

หัวข้อประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการประมวลผลของระบบมีความรวดเร็ว	4.50	0.57	มาก
2. ด้านความสามารถการทำงานได้ตามหน้าที่	4.40	0.63	มาก
3. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง	3.86	1.02	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.25	0.74	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม โดย ผู้คนมาจองคิวตัดผม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($X = 4.25$, $S.D. = 0.74$) โดยการประเมินคุณภาพของ แอปพลิเคชันมีการแบ่งหัวข้อออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการประมวลผลของระบบมีความรวดเร็ว ($X = 4.50$, $S.D. = 0.57$) ด้านความสามารถการทำงานได้ตามหน้าที่ ($X = 4.40$, $S.D. = 0.63$) และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ($X = 3.86$, $S.D. = 1.02$) อยู่ในระดับมาก เนื่องจากผู้วิจัยได้นำหลักการพัฒนาตามทฤษฎีวงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle SDLC) ที่ ประกอบไปด้วยการตรวจสอบความถูกต้อง การประเมินคุณภาพของระบบ และปรับปรุงแก้ไข มาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม

3. ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม

ตารางที่ 2 แสดงผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม

หัวข้อประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	4.68	0.55	มากที่สุด
2. ด้านความสวยงามและ ความน่าสนใจ	3.40	0.89	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม	4.04	0.72	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม โดย ผู้คนมาใช้บริการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($X = 4.04$, S.D. = 0.72) โดยการประเมินความพึง พ้อใจของแอปพลิเคชัน มีการแบ่งหัวข้อออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ($X = 4.68$, S.D. = 0.55) อยู่ใน ระดับมากที่สุด รองลงมาคือด้านความสวยงามและ ความน่าสนใจ ($X = 3.40$, S.D. = 0.89) อยู่ในระดับปานกลาง ตามลำดับ จาก ผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมา มีความเหมาะสมใช้งานง่าย และสามารถนำไปใช้งานได้จริง เนื่องจากผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการทำงานแบบอไจล์ (Agile Methodology) ที่เป็นกระบวนการให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสื่อสาร กับผู้ที่เกี่ยวข้องและมีการปรับปรุงอยู่ตลอดเพื่อให้ตรงต่อ ความต้องการของผู้ใช้มาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม

สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม จากนั้นจึงได้ทำการทดลองฟังก์ชันของ ระบบ ได้แก่ QrCode หน้าจอการจอง วันที่และเวลา เมื่อทดสอบระบบเสร็จสิ้นแล้ว จึงได้นำแอปพลิเคชันจองคิวร้านตัดผม ไปทำการ ทดสอบคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้โดยใช้แบบสอบถามจากผู้ใช้งานจำนวน 50 คน ที่เป็นผู้มา ใช้บริการ การจองคิวร้านตัดผม พบว่าผู้ใช้งานมีการประเมินคุณภาพในการใช้งานแอปพลิเคชันโดยในภาพรวมอยู่ใน ระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันโดยในภาพ รวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 หมายความว่าแอปพลิเคชันนั้นสามารถตอบโจทย์การใช้งานของผู้ ใช้ได้เป็นอย่างดีและเมื่อพิจารณารายชื่อเฉลี่ยสูงสุดพบว่า หัวข้อ ของด้านการใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน โดยมี ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.68 อยู่ในระดับมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฐานเศรษฐกิจดิจิทัล. (2564). โควิด-19 ดันคนไทยใช้เน็ต ทูบสถิติวันละ 12 ชั่วโมง Gen Z ใช้เน็ต สูงสุดปีแรก. เข้าถึงได้จาก <http://www.thansettakit.com/tech/506786>
- [2] สรินทร มังกรงาม. (2560). เฮลป์ คาร์ : แอปพลิเคชันสำหรับการค้นหาผู้ให้บริการซ่อมบำรุงรถยนต์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต]. ฐานข้อมูลงานวิจัย (ThaiLis).
- [3] ทศพล ต้นสมบัติ. (2560). ระบบปฏิบัติการ ANDROID. https://beerkung.wordpress.com/ระบบปฏิบัติการ_รุ่นล่าสุด/ระบบปฏิบัติการ-android/
- [4] สหรัฐ หวานสูงเนิน, จิราภรณ์ มงคลมะไฟ, รัตนา กะสิเจริญ และคณะ. (2563). การศึกษาและ พัฒนาระบบจองคิวร้านเสริม สวย. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

- [5] อริส ไทยประธาน, ธนนท์ เหมทอง และนุชนาฏ สัตยาภาวี. (2558). ระบบแจ้งเตือนการจองคิวร้านอาหาร บนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์. คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- [6] Kadek Dharma Krisna Putra, Nyoman Piarsa and Made Sukarsa. (2020). Geographic Information System for Booking Beauty Salon and Barber Shop with an Android-Based ECRM Approach. Scientific Journal of Informatics, 7(1), 52-65.
- [7] จักรีย์ ทำมาน และมานิตย์ อาษานอก. (2561). ผลการศึกษาองค์ประกอบของระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริม การวิจัยและบริการ วิชาการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. วารสารวิชาการ การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและ นวัตกรรม, 5(1), 122-132.
<http://it.rmu.ac.th/itm-journal/assets/uploads/formidable/6/5-1-11-122-132.pdf>
- [8] ศิวพร เพชรวิไล และนันทนา ศรีพรหมทอง. (2561). ระบบการจองคิวและจัดการร้านทำผม ออนไลน์ แอร์หูสไตล์. คณะ วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสยาม.
- [9] ดวงใจ หนูเล็ก, กิตติศักดิ์ มุ่งหมาย และกฤษฎา บุตยาพงษ์ . (2563). ระบบจองคิวบริการร้านทำผม และการเริ่มใช้บริการด้วย คิวอาร์โค้ด กรณีศึกษาร้านโสภณบิวตี้บาร์บูเบอร์[รายงานการประชุม]. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 4 (หน้า 333 - 343). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา, พระนครศรีอยุธยา, ประเทศไทย.

การพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย

Development of recording income and expenses application

ชญาดา ยิ้มไทย^{1*} อรุณวรรณ คงคา¹ ภวัต ฉิมเล็ก¹ ศุภชัย คนเที่ยง¹

พงษ์พิชญ์ เลิศเจริญวุฒา¹ ธงรบ อักษร¹ และไพฑูริย์ จิวทั้ง¹

Chayada Yimthai^{1*}, Aroonwan Kongka¹, Pawat Chimlek¹, Suphachai Khonthiang¹

Phongphit Loescharoenwutha¹, Thongrob Auxsorn¹ and Paitoon Ngewtung¹

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เลขที่ 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹ Pibulsongkram Rajabhat University Number 156 Village No. 5, Plai Chumphon Subdistrict,
Mueang District, Phitsanulok Province 65000

*Corresponding author E-mail: aroonwan.ko@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย จากการที่คนไทยบางส่วนไม่ได้ทำบัญชีรายรับรายจ่าย ทำให้ตนเองไม่รู้ว่าตอนต้นใช้จ่ายไปเท่าไร ประเมินค่าใช้จ่ายต่อเดือนของตนเองไม่ได้ว่าใช้จ่ายไปมากน้อยแค่ไหน จึงวางแผนการใช้จ่ายเงินในแต่ละเดือนไม่ได้ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย เพื่อให้ผู้ใช้งานทำบัญชีรายรับรายจ่ายได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น ในการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย จะใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการประเมิน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นประชากรนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม นักศึกษา 20 คนต่อคณะ โดยเลือกจากการสุ่ม ผลการประเมินคุณภาพที่มีต่อแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย ภาพรวมอยู่ในระดับมาก และ ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย ภาพรวมอยู่ในระดับมาก จากผลประเมินดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงว่าแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

คำสำคัญ : การพัฒนา, แอปพลิเคชัน, บัญชีรายรับรายจ่าย

Abstract

The purpose of this research is to analyze and develop an income-expense recording application. Evaluate the satisfaction of users of the income-expense recording application. from the fact that some Thai people do not have an income and expenses account make themselves not know how much they spend Can't estimate your monthly expenses, how much you spend therefore unable to plan the use of money each month Therefore, there is an idea to develop an income-expense recording application to make it more convenient for users to account for income and expenses. To evaluate the satisfaction of users with the income-expense recording application, the researchers used a questionnaire as the evaluation tool. The sample group consisted of students from Pibulsongkram Rajabhat University, with 20 students randomly selected from each faculty. The results of the quality assessment towards the income-expense recording application were generally at a high level and the satisfaction assessment results towards the recording application. The overall income - expenditure is at a high level

Demonstrates that the income-expense recording application is appropriate and can be used in practice.

Keywords : development, applications, income and expenses account

บทนำ

จากการค้นหาข้อมูลคนไทยบางส่วนมักจะทำบัญชีรายรับรายจ่ายโดยการบันทึกบัญชีลงในโปรแกรมบันทึกรายรับรายจ่าย บันทึกลงในคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน โดยจัดทำบัญชีรายรับรายจ่ายเพื่ออยากจะทราบรายรับรายจ่ายของตนเอง วางแผนการออมเงินและการใช้เงินในอนาคต แต่การจัดทำบัญชีรายรับรายจ่ายนั้นไม่เป็นที่นิยมในหมู่คนทั่วไป โดยคนส่วนใหญ่มักจะไม่มีเวลา เห็นว่ามีความยุ่งยากในการจัดทำ และเห็นว่าไม่มีความจำเป็นในการทำ

คนไทยบางส่วนที่ไม่ได้ทำบัญชีรายรับรายจ่าย ทำให้ตนเองไม่รู้ว่าตอนตนใช้จ่ายไปเท่าไร ประเมินค่าใช้จ่ายต่อเดือนของตนเองไม่ได้ว่าใช้จ่ายไปมากน้อยแค่ไหน จึงวางแผนการใช้เงินในแต่ละเดือนไม่ได้ ในส่วนประโยชน์ของการทำบัญชีรายรับรายจ่ายนั้น เพื่อที่ตนเองจะสามารถวางแผนการใช้เงินในแต่ละเดือนได้ มีเงินออมและการใช้เงินในอนาคตอีกด้วย

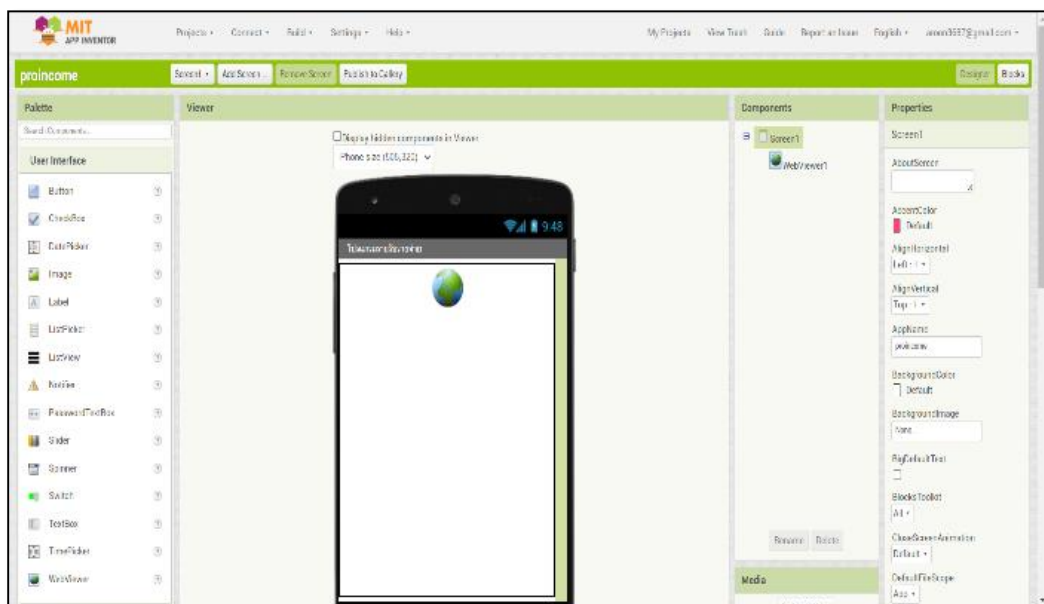
ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย เพื่อให้ผู้ใช้งานทำบัญชีรายรับรายจ่ายได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น สามารถบันทึกรายจ่ายที่ใช้ในแต่ละวันได้ โปรแกรมสามารถตรวจสอบและคำนวณรายจ่ายได้อย่างแม่นยำ จะทำให้ผู้ใช้สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการดำเนินการวิจัย

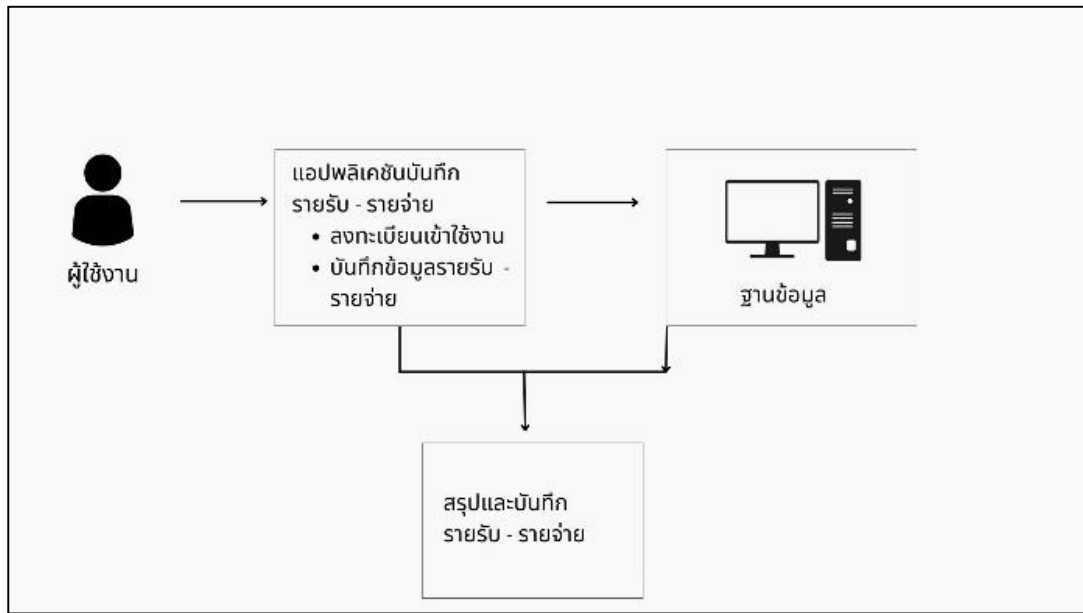
ขั้นตอนที่ 1: ศึกษาข้อมูลการดำเนินงานของระบบเดิมและดำเนินการวิจัยเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพัฒนา

ขั้นตอนที่ 2: นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์มาออกแบบส่วนประกอบและรูปแบบการใช้งาน

ขั้นตอนที่ 3: ใช้แบบจำลองที่ออกแบบไว้มาพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่ายเพื่อประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 1 : รูปแบบการใช้งาน



ภาพที่ 2 : โปรแกรมแอปพลิเคชัน MIT App Inventor



ภาพที่ 3 : หน้าแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย

ขั้นตอนที่ 4 : ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อบันทึกการสมัคร

ขั้นตอนที่ 5 : คำนวณผลการทดลองทางสถิติและสรุปผลพร้อมรายงานผลการศึกษา

ขั้นตอนที่ 6 : สรุปผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน รายรับ - รายจ่าย และสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

โดยการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย จะใช้รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Static) ประกอบด้วย ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) โดยสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ คือ ค่าผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{x - x^2}{n - 1}}$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x คือ ข้อมูล

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1: แสดงผลการประเมินคุณภาพของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1) ด้านการประมวลผลมีความรวดเร็ว	4.64	0.52	มาก
2) ด้านสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง	4.65	0.57	มาก
รวม	4.65	0.55	มาก

ตารางที่ 2: แสดงผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ
3) ด้านความเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	4.6	0.58	มาก
4) ด้านความสะดวกในการใช้งาน	4.8	0.40	มาก
5) แอปพลิเคชันมีความน่าสนใจ	4.72	0.55	มาก
รวม	4.71	0.51	มาก

สรุปผล

จากการพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย ได้ทำการทดลองระบบ เมื่อทดสอบระบบเสร็จสิ้นแล้ว จึงได้นำแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่าย ไปทำการทดสอบคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยใช้แบบสอบถามจากผู้ใช้งานที่เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ทั้ง 5 คณะ คณะละ 20 คน พบว่าผู้ใช้งานมีการประเมินคุณภาพในการใช้งานแอปพลิเคชันโดยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันโดยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยแอปพลิเคชันบันทึกรายรับ - รายจ่ายประสบความสำเร็จไปด้วยดี เป็นเพราะได้รับการชี้แนะในเรื่องต่าง ๆ อันเป็นความรู้และแนวทางในการทำงาน ตลอดจนความเอาใจใส่ และการให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพฑูรย์ จิวทั้ง ที่ได้ให้คำปรึกษาและสนับสนุน รวมทั้งอาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่คอยให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณ ภาควิชาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ใจเดียว โกมลเพ็ชร. 2554. พฤติกรรมการออมเงินของบุคลากรในวิทยาลัยนครราชสีมา. การค้นคว้าแบบอิสระ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- ชลธิชา วิริยะจงเจริญ. 2563. พฤติกรรมการทำบัญชีรายรับรายจ่ายเพื่อการวางแผนการเงินส่วนบุคคลของประชาชนในเขตฝั่งธนบุรี.
- เนติภูมิ เกตุสิงห์. 2553. ความสำคัญของการทำบัญชีรายรับ-รายจ่าย.
- ประหยัด แลสันกลาง. 2554. พฤติกรรมการใช้จ่ายและการบริโภคของประชาชนในเขตเทศบาล. ตำบลปางย่างคัก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สาขาวิชา เศรษฐศาสตร์การเมือง, 60-62.
- ภัทรา เรื่องสินภิญญา. 2552. พฤติกรรมการบันทึกบัญชีรายได้และรายจ่ายส่วนบุคคลของนักศึกษาและบุคลากรของ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. วารสารวิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, 1, 69-74.
- สุพรรณษา อนันต์. 2556. แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมรายรับรายจ่าย.มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเว็บคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ.สำนักงานสถิติแห่งชาติ สสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนไทย ปี พ.ศ. 2564.

การพัฒนาสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์
ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp
กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
The Development of learning animation media For the subject
of computer product design Using the Google SketchUp program,
a case study of Takuk Tai Suksa School, Wiphawadi District,
Surat Thani Province.

อรรถพล กล่อมรักษ์^{1*} ศุภมาศ สิทธิชู¹ และสุภาภรณ์ จันปาน¹

Attaphol Klomrak^{1*}, Supamas Sittichu¹ and Supaporn Janpan¹

¹ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

¹ Bachelor of Business Computer, Faculty of Science and Technology, Tapee University, Surat Thani Province, 84000

*Corresponding author E-mail : 6531220007@student.tapee.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp 2) เพื่อเปรียบเทียบทางการเรียนด้วยสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 59 คน ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์เพื่อหาความต้องการของผู้ใช้ (แบบสัมภาษณ์เบื้องต้น) 2) แบบทดสอบก่อน – หลังเรียน 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบประเมินคุณภาพความเที่ยงตรง (IOC) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติ t-test

ผลวิจัยพบว่า 1) สื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยโดยรวมจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า \bar{X} = 22.80 และค่า S.D. = 7.75 และก่อนเรียน มีค่า \bar{X} = 16.8 และค่า S.D. = 6.74 ค่าที่ใช้ในการพิจารณา คือ ใช้ค่า t - distribution ซึ่งมีค่า = 16.40 ซึ่งมีนัยสำคัญอยู่ที่ .05 2) สื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 6 หน่วยการเรียนรู้ มีคุณภาพด้านเนื้อหา และการดำเนินเรื่อง, ด้านการจัดการบทเรียน, ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ เมื่อรวมกันทั้ง 3 ด้าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.35 นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ใน ระดับมาก

คำสำคัญ : สื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ , วิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ , โปรแกรม Google SketchUp , โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา

Abstract

The Development of learning animation media For the subject of computer product design Using the Google SketchUp program, a case study of Takuk Tai Suksa School, Wiphawadi District, Surat Thani Province. The objectives of this research are: 1) to create learning animation media For the subject of computer product design Using the Google SketchUp program design Using the Google SketchUp program. 3) To study student satisfaction with learning animation media. For the subject of computer product design Using the Google SketchUp program, the sample used in the research was middle school students. Takuk Tai Suksa School, Wiphawadi District, Surat Thani Province, totaling 59 students, used the purposive sampling method. The tools used in the research include: 1) an interview to find out the needs of users. (Preliminary interview) 2) Pre-post test 3) Satisfaction questionnaire Statistics used in the research include: Quality assessment of accuracy (IOC), percentage (Percentage), mean (" \bar{x} "), standard deviation (S.D.), and t-test statistics.

The research found that 1) learning animation media For the subject of computer product design By using the Google SketchUp program, students had more academic achievement after studying than before. Received the overall average score from the academic achievement measurement with the value (" \bar{x} ") = 22.80 and S.D. = 7.75, and before studying, the value was (" \bar{x} ") = 16.8 and S.D. = 6.74. The value used for consideration is using the t - distribution value. which has a value = 16.40, which is significant at .05 2) Animation learning media For the subject of computer product design Using the Google SketchUp program, consisting of 6 learning units. There is quality in content and story execution. Lesson management and images, characters, language, and presentation techniques When all three aspects are combined, the mean is equal to 4.86 and the standard deviation is equal to 0.35 Students are overall satisfied at a high level.

Keywords : Animation learning media, computer product design course , Google SketchUp Program , Takuk Tai Suksa School

บทนำ

โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา ตั้งอยู่ที่ เลขที่ 111 หมู่ที่ 4 บ้านไร่ยาว ตำบลตะกุกใต้ อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปัจจุบัน ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 266 คน ซึ่งแบ่งออกเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 166 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 100 คน ซึ่งถือว่าเป็นโรงเรียนขนาดกลาง โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา ได้มีการจัดให้มีการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี รายวิชา การออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยคุณครูผู้สอนในรายวิชานี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Google SketchUp ซึ่งถือว่าเป็นโปรแกรม Google SketchUp เป็นโปรแกรมที่ใหม่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อีกทั้งยังไม่มีหนังสือเรียนเฉพาะรายวิชา สื่อต่างๆ ที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อหาแนวทฤษฎี หลังเรียนจบนักเรียนส่วนใหญ่จะลืมเนื้อหาการเรียน เนื่องจากสื่อที่มีอยู่นั้นไม่มีสิ่งจูงใจในการเรียน ทำให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์แผนการเรียนที่ตั้งไว้

ดังนั้น จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษา และทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยได้ทำการศึกษาค้นคว้า และเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาประกอบในการทำวิจัย ทำให้เกิดเป็นสื่อการเรียนรู้ แอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp เพื่อเป็นสื่อในการสอนสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนใช้เวลาศึกษาได้อย่างรวดเร็ว และง่ายต่อการทำความเข้าใจ อีกทั้งยังสามารถทบทวนบทเรียนย้อนหลังได้ เพราะสื่อการเรียนรู้ดังกล่าว ได้ถูกพัฒนาออกมาเป็นเว็บไซต์ที่รวบรวม สื่อแอนิเมชันมีเนื้อหาบทเรียน บทที่ 1-6 ซึ่งนักเรียนสามารถสแกนผ่าน QR code เข้าสู่เว็บไซต์การเรียนรู้ ทางโทรศัพท์มือถือ และสามารถเก็บเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ไว้ดูย้อนหลังได้ เพื่อทบทวน และทำความเข้าใจในภายหลังได้ ทำให้นักเรียนมีความสนุกเพลิดเพลินในการเรียน และกระตือรือร้นในการทบทวนบทเรียน สามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนให้ง่ายต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถลดปัญหาต่างๆ ที่มีต่อการเรียนได้ อีกทั้ง นักเรียนสามารถเข้าไปศึกษา และทำความเข้าใจได้ง่าย ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ให้สูงขึ้นได้ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีประสิทธิภาพ และได้มาตรฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบทางการเรียนด้วยสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. วิเคราะห์ระบบ

1.1 วิเคราะห์ระบบงานเดิม

ในปัจจุบันการเรียนรายวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม Google SketchUp ทางโรงเรียนได้ใช้การสอนแบบทางทฤษฎี และปฏิบัติ แต่ในปัจจุบันรายวิชานี้ยังไม่มีหนังสือเรียนเฉพาะรายวิชา และยังขาดสื่อการเรียนการเรียนรู้ที่มีความทันสมัย และมีความน่าสนใจ ทำให้เมื่อเรียนจบในคาบนักเรียนจะต้องศึกษา และค้นคว้าด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนบางคนลืม หรือไม่เข้าใจในส่วนเนื้อหาของรายวิชาทางผู้วิจัย เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จึงได้ทำการวิเคราะห์ระบบงานเดิม และสอบถามปัญหาที่เกิดขึ้นกับคุณครูผู้สอน เพื่อนำประกอบกับการนำมาวิเคราะห์ความต้องการในขั้นต่อไป

1.2 วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้

การศึกษาความต้องการของผู้ใช้เป็นเรื่องที่สำคัญมาก เพราะการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน นั้นต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้เป็นสำคัญ หากไม่มีการสอบถามความต้องการของผู้ใช้ให้ชัดเจน สื่อแอนิเมชันก็ไม่สามารถเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ได้

จากการตอบแบบสัมภาษณ์เบื้องต้นของคุณครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชา ออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ของโรงเรียนตะกุกใต้ ต้องการให้สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน สามารถใช้งานได้ ดังนี้

1. ต้องการให้สื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน มีเนื้อหาเกี่ยวกับโปรแกรม Google SketchUp
2. สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการทำแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน
3. รูปแบบของสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน มีความง่ายต่อการใช้งาน

2. การพัฒนาระบบ

2.1 การออกแบบระบบ



ภาพที่ 1 แสดงคิวอาร์โค้ดเพื่อเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ 2 แสดงหน้าหลักของสื่อการเรียนรู้ รายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3 แสดงสื่อแอนิเมชันรายวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์บทที่ 1-4



ภาพที่ 4 แสดงสื่อแอนิเมชันรายวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์บทที่ 5-6

<p>WELCOME TO</p> <p>แบบทดสอบก่อนเรียน</p> <p>COURSE : COMPUTERIZED PRODUCT DESIGN</p>	<p>WELCOME TO</p> <p>แบบทดสอบหลังเรียน</p> <p>COURSE : COMPUTERIZED PRODUCT DESIGN</p>
<p>แบบทดสอบก่อนเรียนรายวิชา การออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์</p> <p>คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด</p> <p>6531220007@student.tapee.ac.th สลับบัญชี</p> <p>* ระบุว่าเป็นคำถามที่จำเป็น</p>	<p>แบบทดสอบหลังเรียนรายวิชา การออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์</p> <p>คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด</p> <p>6531220007@student.tapee.ac.th สลับบัญชี</p> <p>* ระบุว่าเป็นคำถามที่จำเป็น</p>
<p>อีเมล *</p> <p><input type="checkbox"/> บันทึก 6531220007@student.tapee.ac.th เป็นอีเมลที่จะรวมกับคำตอบของฉัน</p>	<p>อีเมล *</p> <p><input type="checkbox"/> บันทึก 6531220007@student.tapee.ac.th เป็นอีเมลที่จะรวมกับคำตอบของฉัน</p>
<p>ชื่อ - นามสกุล *</p> <p>คำตอบของคุณ</p>	<p>ชื่อ - นามสกุล *</p> <p>คำตอบของคุณ</p>
<p>ระดับชั้น *</p> <p><input type="checkbox"/> มัธยมศึกษาปีที่ 1</p> <p><input type="checkbox"/> มัธยมศึกษาปีที่ 2</p> <p><input type="checkbox"/> มัธยมศึกษาปีที่ 3</p>	<p>ชั้น *</p> <p><input type="radio"/> มัธยมศึกษาปีที่ 1</p> <p><input type="radio"/> มัธยมศึกษาปีที่ 2</p> <p><input type="radio"/> มัธยมศึกษาปีที่ 3</p>

ภาพที่ 5 แสดงแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างหน้าเนื้อหาบทเรียน



ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ห้องเรียนเสมือนจริง

2.2 การสร้างและพัฒนาระบบ

เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเสนอสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน เพื่อนำมาใช้ในการสอนเสริมในชั้นเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น และทำให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนานเพลิดเพลินในการเรียน ทำให้มีความน่าสนใจมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถรู้และเข้าใจเกี่ยวกับโปรแกรม Google SketchUp มากขึ้น สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp ทัศนศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์

3. การประเมินผลระบบ

ประเมินประสิทธิภาพทางการทำงานระบบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. การประเมินผลสัมฤทธิ์ ของสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้วยคอมพิวเตอร์ ใช้แบบทดสอบก่อน – หลังเรียน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพโดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp
2. การประเมินความพึงพอใจ ของสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการใช้แบบสอบถาม วัดจากการตอบแบบสอบถามจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการออกแบบและดำเนินการพัฒนา โดยมีการดำเนินงาน ซึ่งแสดงเป็นลำดับ ดังนี้

1. ผลการประเมินระบบ

ผลการทดสอบระบบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือวิจัย ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างขอบเขตการทำงานที่ออกแบบกับการทำงานจริงของระบบที่พัฒนาเสร็จสิ้นแล้ว ได้ค่า (IOC) เท่ากับ 0.91 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทำงานของระบบที่พัฒนา มีความสอดคล้องกับขอบเขตกับงานที่ออกแบบไว้สามารถนำไปใช้งานได้

ผลการทดสอบระบบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างขอบเขตการทำงานที่ออกแบบกับการทำงานจริงของระบบที่พัฒนาเสร็จสิ้นแล้ว ได้ค่า (IOC) เท่ากับ 0.91 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทำงานของระบบที่พัฒนา มีความสอดคล้องกับขอบเขตกับงานที่ออกแบบไว้สามารถนำไปใช้งานได้

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 1 การพัฒนาและเปรียบเทียบก่อนเรียน – หลังเรียน การพัฒนาสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	59	16.80	6.74	16.40	.000
หลังเรียน	59	22.80	7.75		

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 เปรียบเทียบก่อนเรียน – หลังเรียน การพัฒนาสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญอยู่ที่ระดับ .05

3. ผลการเฝ้าความพึงพอใจ

ด้วยวิธีการทางสถิติตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ไว้ 3 ส่วน ดังต่อไปนี้
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วย เพศ , ระดับชั้น , ห้องเรียน
วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติความถี่ และร้อยละ

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบ
ผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา
อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหา และการดำเนินเรื่อง 2) ด้านรูปภาพ ตัวอักษร
ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ 3) ด้านการจัดการบทเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติความถี่ และร้อยละระดับ
ความคิดเห็น แบ่งออกเป็นระดับคะแนนดังนี้

ระดับคะแนน : ระดับ 5 คะแนนตั้งแต่ หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับ 4 คะแนนตั้งแต่ หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยมาก
ระดับ 3 คะแนนตั้งแต่ หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยปานกลาง
ระดับ 2 คะแนนตั้งแต่ หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยน้อย
ระดับ 1 คะแนนตั้งแต่ หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยน้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วย เพศ , ระดับชั้น , ห้องเรียน วิเคราะห์ข้อมูล
โดยใช้สถิติความถี่และร้อยละ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม
ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละปัจจัยส่วนบุคคลของความคิดเห็นของนักเรียนจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	29	49.2
หญิง	30	50.8
รวม	59	100

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 50.8
และเพศชาย จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 49.2 รวมทั้งสิ้นจำนวน 59 คน

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและร้อยละปัจจัยส่วนบุคคลของความคิดเห็นของนักเรียน จำแนกตามระดับการศึกษา

ระดับชั้น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	10	16.9
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	10	16.9
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	39	66.2
รวม	59	100

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา มีจำนวน
นักเรียนทั้งหมด 59 คน ระดับชั้นที่มีนักเรียนมากที่สุด คือ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อย
ละ 66.2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 16.9 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 16.9 รวมทั้งสิ้นจำนวน 59 คน

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและร้อยละปัจจัยส่วนบุคคลของความคิดเห็นของนักเรียน จำแนกตามห้องเรียน

ห้องเรียน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ห้องเรียนที่ 1	30	50.8
ห้องเรียนที่ 2	29	49.2
รวม	59	100

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 50.8 และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 29 คนคิดเป็นร้อยละ 49.2 รวมทั้งสิ้น จำนวน 59 คน

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง 2) ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษาและเทคนิคการนำเสนอ 3) ด้านการจัดบทเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติความถี่และร้อยละระดับความคิดเห็น

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	กลุ่มตัวอย่าง N = 59		ระดับความพึงพอใจ ของผู้เรียน
		\bar{X}	S.D.	
1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง				
1.1	เนื้อหามีความเหมาะสม และเข้าใจง่าย	4.81	0.39	มากที่สุด
1.2	บทเรียน และแบบทดสอบมีความสอดคล้องกัน	4.75	0.47	มากที่สุด
1.3	เนื้อหาบทเรียน และการดำเนินเรื่องมีความน่าสนใจ	4.80	0.40	มากที่สุด
1.4	การใช้เสียงบรรยาย มีความชัดเจน และเข้าใจง่าย	4.92	0.28	มากที่สุด
รวม		4.82	0.39	มากที่สุด
2. ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ				
2.1	ความสวยงามของรูปภาพที่ใช้ประกอบสื่อ	4.92	0.28	มากที่สุด
2.2	ขนาดตัวอักษรมีความชัดเจน	4.80	0.44	มากที่สุด
2.3	รูปแบบเทคนิคการนำเสนอมีความหลากหลาย น่าสนใจ	4.92	0.28	มากที่สุด
2.4	ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งต่างๆ ของสื่อ	4.76	0.46	มากที่สุด
2.5	สื่อมีรูปแบบที่มีความน่าสนใจ และมีสีสันสวยงาม สะดุดตาผู้เรียน	4.93	0.25	มากที่สุด
2.6	สีของตัวอักษรในแต่ละหัวข้อมีความเหมาะสม	4.85	0.36	มากที่สุด
รวม		4.86	0.35	มากที่สุด
3. ด้านการจัดบทเรียน				
3.1	การเข้าใจด้วยสื่อการเรียนการสอนช่วยให้เกิด ความรู้ความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.92	0.33	มากที่สุด

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	กลุ่มตัวอย่าง N = 59		ระดับความพึงพอใจ ของผู้เรียน
		\bar{X}	S.D.	
3.2	เสียงที่ใช้ในการประกอบเนื้อหา มีความเหมาะสม น่าฟัง	4.97	0.18	มากที่สุด
3.3	สื่อทเรียนช่วยสอนตรงกับจุดประสงค์ของราย วิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์	4.85	0.36	มากที่สุด
3.4	แบบทดสอบมีความถูกต้อง และเหมาะสมกับระดับ การศึกษา	4.81	0.50	มากที่สุด
3.5	สื่อแอนิเมชัน ทำให้เข้าใจ และเพลิดเพลินไปกับการ เรียนมากยิ่งขึ้น	4.95	0.22	มากที่สุด
รวม		4.90	0.32	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.86	0.35	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนมีจำนวนทั้งสิ้น 59 คน สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.86 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.35 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปในแต่ละด้านได้ดังนี้ ด้านการจัดบทเรียน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.90 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.32 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา ด้านรูปภาพตัวอักษร ภาษาและเทคนิคการนำเสนอ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.86 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.35 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.82 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- อยากให้เพิ่มการสอนในส่วนของการออกแบบตัวชิ้นงานในโปรแกรม Google Sketchup เพิ่มขึ้น
- อยากให้มีการเพิ่มเกมการเรียนรู้เกี่ยวกับบทเรียนเพิ่มลงไปเพื่อช่วยในการผ่อนคลายจากการเรียนในส่วนของเนื้อหาการเรียนรู้

วิจารณ์ผล

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลประเมินความพึงพอใจทั้งหมด 59 คนพบว่า หลังจากได้ใช้สื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp เข้ามาใช้กับนักเรียนโรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา ผลปรากฏว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยโดยรวมจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า $\bar{X} = 22.80$ และค่า S.D. = 7.75 และก่อนเรียน มีค่า $\bar{X} = 16.8$ และค่า S.D. = 6.74 ค่าที่ใช้ในการพิจารณา คือ ใช้ค่า t - distribution ซึ่งมีค่า = 16.40 ซึ่งมีนัยสำคัญอยู่ที่ .05 การเรียนรู้ด้วยสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในระดับดีมาก โดยมีการประเมินความสนใจในประสิทธิภาพการทำงาน ด้วยแบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ประกอบด้วยการประเมิน 3 ด้าน สรุปผลออกมาได้

ดังนั้น ค่า \bar{X} เมื่อรวมกันทั้ง 3 ด้าน จะมีค่า $\bar{X} = 4.86$ และค่า S.D. = 0.35 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปในแต่ละด้านได้ดังนี้ ด้านการจัดบทเรียน มีค่า \bar{X} สูงสุด = 4.90 และค่า S.D. = 0.32 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษาและเทคนิคการนำเสนอ มีค่า $\bar{X} = 4.86$ และค่า S.D. = 0.35 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง มีค่า $\bar{X} = 4.82$ และค่า S.D. = 0.39 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

สรุปผล

ผลการวิจัยการพัฒนาสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาตามขอบเขตได้อย่างครบถ้วน และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกด้าน เมื่อพิจารณาแล้วงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี และสามารถเพิ่มศักยภาพและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้กับนักเรียนโรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา เพื่อใช้เป็นสื่อในการพัฒนาผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน และเข้าใจเนื้อหาเพิ่มมากยิ่งขึ้น เป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนใช้เวลาศึกษาได้อย่างรวดเร็ว และง่ายต่อการทำความเข้าใจในการทำงานของเครื่องมือในโปรแกรม Google SketchUp อีกทั้ง ทำให้นักเรียนมีความสุขเพลิดเพลินในการเรียน สามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งแนวทางในการพัฒนาในอนาคต คือ มีการอัปเดตข้อมูลเนื้อหาการเรียนรู้ให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ มีการอัปเดตและเพิ่มลูกเล่นให้เข้ากับยุคสมัย พัฒนาสื่อ ให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นนำข้อเสนอที่ได้รับจากการทำวิจัย นำไปพัฒนาต่อยอดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อสื่อมีความเสถียรแล้วในอนาคตอาจจะมีการนำสื่อไปใช้ให้กับโรงเรียนอื่นๆ ในจังหวัด สุราษฎร์ธานี และพื้นที่ใกล้เคียงต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อแอนิเมชันการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp กรณีศึกษา โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยตาปี จนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณาดังกล่าว และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียน โรงเรียนตะกุกใต้ศึกษา หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ เลิศสุวรรณ , วราภรณ์ ไทยมา. 2565. การพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย สำหรับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก วิชาการสนทนาภาษาไทย สำหรับนักศึกษาชาวจีน. ปริญญาณิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม. กรุงเทพฯ.
ชัชวาล สุขสะอาด , อังคณา เพชรสวาด. 2560. การพัฒนาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสื่อบทเรียน ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่องพญชณะภาษาอังกฤษหมวดสัตว์ของ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนในตำบลลิเล็ด อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ปริญญาณิพนธ์ มหาวิทยาลัยตาปี สุราษฎร์ธานี.

- ดร.ณนภา นาชัยฤทธิ. 2562. การพัฒนาการเรียนการสอนบนบทเรียนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบ
กรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของนักศึกษาครู. ปรินญาณิพนธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม. มหาสารคาม.
- อภิสิทธิ์ พรหมเสน , มนต์สินใจดี 2562. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสร้างโมเดล 3D ด้วยโปรแกรม
Google Sketchup ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางลี่วิทยา. ปรินญาณิพนธ์ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏนครปฐม. นครปฐม.
- อนุชา แสนราช. 2562. การพัฒนาชุดฝึกมัลติมีเดียการออกแบบโมเดล 3 มิติ ด้วยวิธีการสอน แบบ Google
SketchUp ร่วมกับการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และเทคนิค TGT ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการ
ใช้เทคโนโลยี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์มหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. สกลนคร.
- Wanyembi. 2016. The development of information and communication technology management
in Kenya public universities, management perspective and technology adoption
Information and communication used in public universities, University of Kenya.

การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเรื่อง มาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก Development of Multimedia on The Standard Installation of Steel Scaffolding.

เจษฎาพร ศรีภักดี^{1*} ณัฐวรา ภูพานิชเจริญกุล¹ ธัญญารัตน์ ชันนาแล¹ และปิยธิดา ทาสีดำ¹
Jedsadaporn Sreepakdee^{1*}, Nutwara Pupanitcharoenkul¹, Thanyarat Kannalae¹
and Piyathida Thasidam¹

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 128 ถ. ห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

¹ Faculty of Engineering ,Rajamangala University of Technology Lanna , 128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

*Corresponding author E-mail: jedsadaporn@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อประกอบการสอน เรื่องมาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้ทั้งเอกสารประกอบการสอนและสื่อประกอบการสอน กับผู้เรียนที่ใช้เฉพาะเอกสารประกอบการสอน เรื่องมาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก ประชากรในการศึกษาคือนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษาที่ 2565 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา (5ปี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จำนวน 24 คน โดยพบว่าผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ได้ผลดังนี้กลุ่มควบคุมมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 10.67 คะแนนร้อยละ 42.68 กลุ่มควบคุมมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 18.58 คะแนน ร้อยละ 74.32 และกลุ่มทดลองมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 10.67 คะแนน ร้อยละ 42.68 กลุ่มทดลอง มีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 23.75 คะแนน ร้อยละ 95 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้เฉพาะเอกสารประกอบการสอนเท่ากับร้อยละ 31.64 และนักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ทั้งเอกสารประกอบการสอนและสื่อประกอบการสอนเท่ากับร้อยละ 52.32 กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมร้อยละ 20.68 และผลประสิทธิภาพของสื่อประกอบการสอนเท่ากับ 2.23 มีประสิทธิภาพสูง ความพึงพอใจ ด้านสื่อการสอนมีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 คะแนน

คำสำคัญ : สื่อประกอบการสอน, สื่อมัลติมีเดีย, นั่งร้านเหล็ก

Abstract

The research focuses on the development of teaching aids, specifically the standardization of installing iron seats. The objective is to enhance the learning efficiency of students using both teaching documents and teaching aids compared to those using only teaching documents. The study population consists of third-year undergraduate students in the 2022 academic year, majoring in Industrial Education - Civil Engineering (5 years) at Rajamangala University of Technology Lanna, totaling 24 participants. The comparison of learning efficiency between the control group and the experimental group yielded the following results: The control group had an average pre-test score of 10.67 points, representing 42.68%. After the intervention, the average post-test score increased to 18.58 points, or 74.32%. On the other hand, the

experimental group had an initial average score of 10.67 points (42.68%) and a post-test average of 23.75 points (95%). The learning efficiency of the experimental group was found to be 20.68% higher than that of the control group. Furthermore, the study revealed that students in the control group, who relied solely on teaching documents, achieved a learning efficiency of 31.64%, while students in the experimental group, utilizing both teaching documents and teaching aids, attained a learning efficiency of 52.32%. The experimental group exhibited a 20.68% higher learning efficiency compared to the control group. The effectiveness of teaching aids was measured at 2.23, indicating high efficiency. In terms of satisfaction with teaching media, the average satisfaction score was 4.24, signifying a high level of satisfaction.

Keywords : Teaching Materials, Multimedia, Steel Scaffolding

บทนำ

ปัจจุบันงานก่อสร้างในประเทศไทยเป็นงานที่ขาดความปลอดภัยในการทำงาน มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานบนที่สูง ในการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งมีผลกระทบที่รุนแรงส่วนใหญ่มีการเสียชีวิตจากการตกจากที่สูง ระบบการรักษาความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างเกิดช่องโหว่ในการทำงานก่อให้เกิดการฝ่าฝืนและสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายต่อการทำงานในหน่วยงานก่อสร้าง ความปลอดภัยในสถานที่ทำงานจึงเป็นกระบวนการสองขั้นตอนซึ่งเกี่ยวข้องกัน ขั้นแรกการสนับสนุนทางเทคนิคจากเครื่องมือที่สามารถป้องกันในสถานการณ์ที่อาจก่อให้เกิดอันตราย และขั้นที่สองการสนับสนุนจากนายจ้างในรูปแบบของการฝึกอบรมความปลอดภัยคำแนะนำ และแนวทางที่ครอบคลุมการลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างหน่วยงานต้องจัดให้มีวิศวกรหรือช่างที่มีความชำนาญดูแลอย่างใกล้ชิด เพราะคนงานขาดความรู้ในขั้นตอนการติดตั้งนั่งร้านเหล็กอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยและได้มาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ อันตรายที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในการใช้นั่งร้าน ได้แก่ การพังของนั่งร้านเป็นสาเหตุที่ทำให้คนงานได้รับอันตรายอย่างมาก การพังของนั่งร้านมีสาเหตุอย่างมาก เช่น รับน้ำหนักการบรรทุกมากเกินไปเป็นเพราะคนงานขึ้นไปมากเกินไปหรือกองวัสดุไว้มากเกินความจำเป็น, วัสดุนำมาใช้ไม่สมบูรณ์ เช่น เหล็กที่นำมาใช้งานเหล็กที่ดองอเป็นสนิม, การประกอบหรือติดตั้งไม่ถูกต้องหากเป็นนั่งร้านไม่มีการยึดด้วยตะปูน้อยหรือไม่ถูกวิธี หรือนั่งร้านเหล็กที่ใช้ส่วนประกอบไม่ครบหรือไม่ได้มาตรฐาน, ฐานของนั่งร้านเหล็กไม่แข็งแรงมั่นคงวางบนดินอ่อน บนเศษไม้หรือวัสดุที่ไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักได้ การป้องกันอุบัติเหตุในงานก่อสร้างเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นสถานที่ใด เพื่อจะป้องกันการเกิดผลกระทบที่ตามมาในหลายๆด้านเมื่อเราทราบปัญหาสาเหตุในการเกิดอุบัติเหตุของงานก่อสร้าง สามารถหาวิธีป้องกันหรือลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากนั่งร้าน หน่วยงานก่อสร้างให้ความสนใจต่อคนงานโดยจัดให้มีการฝึกอบรมการปฏิบัติงานที่ถูกต้องหรือชี้แจงเรื่องความปลอดภัยในการทำงานแก่คนงานใน การติดตั้งอุปกรณ์นั่งร้าน มาตรฐานของนั่งร้านคนงานสามารถทำงานได้อย่างรอบคอบ ซึ่งจะเป็นการป้องกันละเป็นแนวทางไม่ให้เกิดอุบัติเหตุที่มาจาก อุปกรณ์ก่อสร้างนั่งร้าน ขึ้นซ้ำได้ (จิตรลดา โพธิ์จิตร, 2562) ผู้วิจัยจึงนำปัญหาที่มักเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานในการใช้นั่งร้านมาศึกษาเพิ่มเติมเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ก่อสร้าง การติดตั้งนั่งร้านเหล็กตามมาตรฐานการติดตั้งและตรวจสอบโครงสร้างนั่งร้าน มยพ.1571-62 โดยจัดทำเป็นสื่อการสอนเรื่องมาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก โดยพัฒนาเป็นสื่อมัลติมีเดีย เพราะการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนเชิงมัลติมีเดียมี แนวโน้มที่จะได้รับการประยุกต์ใช้มากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากมัลติมีเดียเป็นสื่อที่มีการรวมกันระหว่างภาพ และเสียงสามารถทำให้ผู้เรียนใช้ประโยชน์จากการรับสื่อได้หลายทางในเวลาเดียวกันทำให้ผู้เรียน

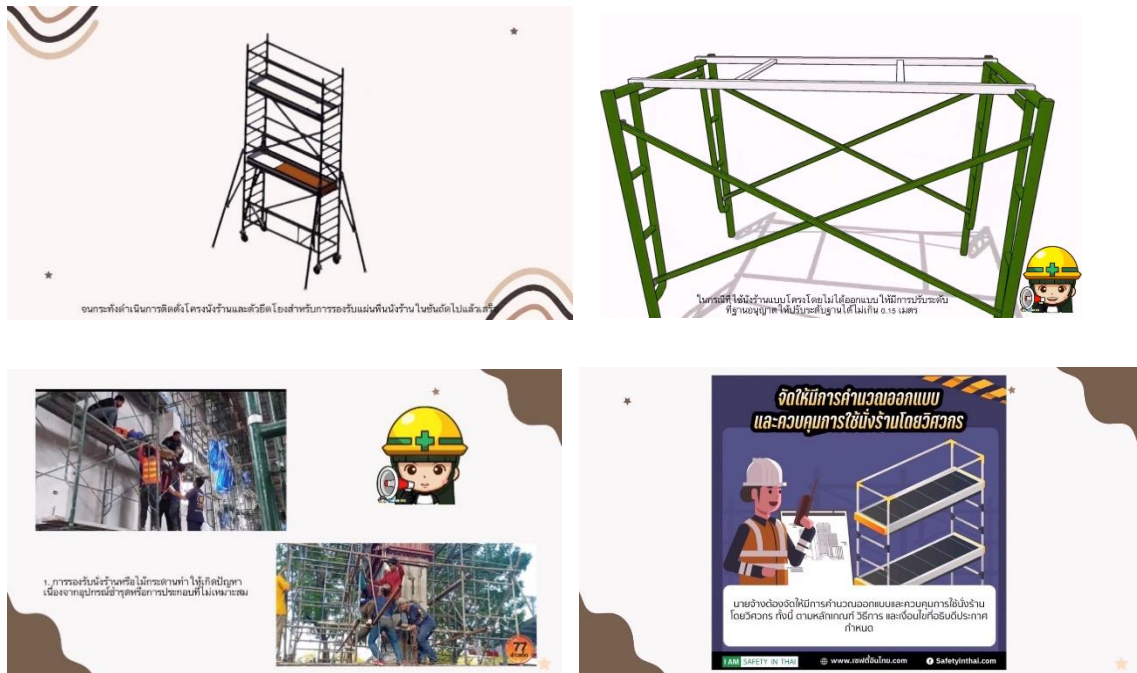
สามารถทราบและจดจำสาระสำคัญ ได้สูงกว่าการเรียนรู้ที่ไม่มีการดึงความสนใจการเรียนรู้ไว้ว่า ความสุขในการเรียนรู้ คือ ความรู้สึกที่แสดงออกถึงความพึงพอใจต่อการเรียน และมีการตอบสนองการเรียน และได้รับประสบการณ์ต่างๆ ในการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ที่จะดำรงชีวิตอย่างมีความสุข ดำรงชีวิตอย่างคนที่มีประสิทธิภาพและมีความคิดสร้างสรรค์ อันนำไปสู่การเชื่อมโยงและพัฒนาสิ่งต่างๆรอบตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล(นิเวศน์ วงศ์ประทุม,2558) และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย กรณีศึกษารายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารพบว่าผลคะแนน เฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนแตกต่างกันและความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้สื่อมัลติมีเดียอยู่ที่ ระดับ 4.40 คือ ระดับมาก(กุลยา เจริญมงคล วิไล,2560) สื่อมัลติมีเดียเรื่องระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าสื่อมัลติมีเดียมีประสิทธิภาพ 82.43/84.80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้80/80 ผลการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับมาก(จักรวาล รักสกุลใหม่,2559) คุณภาพสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์เรื่องการใช้งานโปรแกรม Adobe Audition พบว่าประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียเท่ากับ2.17 ตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์มากกว่า 2.00 แสดงว่าสื่อมีประสิทธิภาพสูง(ปวีณา เหมะรุฉิน,2551) แสดงความสำคัญของปัญหาการตรวจเอกสาร และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเรื่อง มาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก ในการสร้างสื่อประกอบการสอนมีรายละเอียดตั้งแต่การจัดทำเอกสารประกอบการสอน จัดทำสื่อการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ ประสิทธิภาพสื่อ และความพึงพอใจของสื่อ

1. การจัดทำเอกสารประกอบการสอน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา การติดตั้งนั่งร้านเหล็กตามมาตรฐานการติดตั้งและตรวจสอบโครงสร้างนั่งร้าน มยผ.1571-62 โดยพิจารณาเฉพาะส่วนนั่งร้านเหล็ก จากนั้นนำเอกสารประกอบการสอนดังกล่าว ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน โดยมีการเสนอแนะให้เพิ่มเนื้อหาและรูปภาพเพื่อให้เนื้อหา มีความสมบูรณ์และครอบคลุมวัตถุประสงค์ และทำการปรับแก้เนื้อหาตามข้อเสนอแนะ ทำให้ได้เอกสารประกอบการสอนทั้งหมด 8 หน้า กำหนดเวลา สอน 60 นาที

2. การจัดทำสื่อมัลติมีเดียประกอบการสอน เป็นการนำเนื้อหาที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว มาจัดทำเป็นสื่อมัลติมีเดีย โดยสื่อจะแสดงถึงรายละเอียดมาตรฐานของนั่งร้านเหล็กยาว 6 นาที 48 วินาที โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อจำนวน 3 ท่าน โดยมีข้อเสนอแนะเรื่องการใช้เสียงและคำบรรยายของสื่อ จากนั้นจึงทำการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อทำให้ได้ตัวอย่างสื่อประกอบการสอนดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างของสื่อประกอบการสอน

3. การจัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์นั้นคือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยต้องครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของเอกสารประกอบการสอนโดยการประเมินจะใช้วิธีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามและวัตถุประสงค์(IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยผลทดสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามและวัตถุประสงค์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ +1 ในทุกคำถาม ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.50 (สุรพงษ์ คงสัตย์ และธีรชาติ ธรรมวงศ์ ,2551) แสดงว่าทุกคำถามในแบบทดสอบสามารถนำไปใช้ได้ ทำให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ จำนวน 25 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

4. กลุ่มประชากร คือนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตวิศวกรรมโยธา (5 ปี) สาขาครุศาสตรบัณฑิตวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ชั้นปีที่ จำนวน 24 คน โดยจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม ให้เรียนโดยใช้เฉพาะเอกสารประกอบการสอนเพียงอย่างเดียว และ กลุ่มทดลอง ให้เรียนโดยใช้ทั้งเอกสารประกอบการสอนและสื่อประกอบการสอน ในการแบ่งกลุ่มมีการทดสอบก่อนเรียน เพื่อนำคะแนนมาแบ่งเป็น 2 กลุ่มโดยพิจารณาจากค่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียน โดยให้คะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มใกล้เคียงกัน

ผลการวิจัย

1. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การทดสอบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยเอกสารประกอบการสอนเพียงอย่างเดียวและกลุ่มทดลองที่เรียนทั้งเอกสารประกอบการสอนและสื่อประกอบการสอน ได้ผลทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน						
แบบทดสอบ	กลุ่มควบคุม			กลุ่มทดลอง		
	μ	σ	P	μ	σ	P
ผลทดสอบก่อนเรียน	10.67	2.46	42.68	10.67	2.46	42.68
ผลทดสอบหลังเรียน	18.58	1.38	74.32	23.75	1.42	95
ผลต่าง			<u>31.64</u>			<u>52.32</u>

จากตารางที่ 1 พบว่าในการทดสอบก่อนเรียนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา (5 ปี) คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเชียงใหม่ โดยกลุ่มควบคุมก่อนเรียนค่าเฉลี่ย 10.67 คะแนน ร้อยละ 42.68 และทดสอบหลังเรียนค่าเฉลี่ย 18.58 คะแนน ร้อยละ 74.32 และกลุ่มทดลองก่อนเรียนค่าเฉลี่ย 10.67 คะแนน ร้อยละ 42.68 และการทดสอบหลังเรียนค่าเฉลี่ย 23.75 คะแนน ร้อยละ 95 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับร้อยละ 31.64 และกลุ่มทดลองเท่ากับร้อยละ 52.32 ซึ่งกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.68

2. ประสิทธิภาพของสื่อประกอบประกอบการสอน เป็นการวัดความสามารถในการใช้ปัจจัยการผลิต ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้เทียบกับปัจจัยที่ในการผลิตจริง โดยใช้สูตรการคำนวณตามแนวคิดของเมกุยแกนส์ โดยได้ผลการวิจัยประสิทธิภาพของสื่อดังตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของสื่อประกอบการสอน ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 2.23 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ 2.00 แสดงว่าสื่อประกอบการสอนมีค่าประสิทธิภาพสูง (มนต์ชัย เทียนทอง ,2554)

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพสื่อ

แบบทดสอบ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย (μ)	ประสิทธิภาพของสื่อ
ก่อนเรียน	12	10.67	2.23
หลังเรียน	12	23.75	

จากตารางที่ 2 พบว่านักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 12 คน ที่ใช้ทั้งเอกสารประกอบการสอนและสื่อประกอบการสอนได้ทดสอบก่อนเรียน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.67 คะแนน ทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.75 คะแนน ประสิทธิภาพของสื่อประกอบการสอนเท่ากับ 2.23 นี้ ซึ่งค่าที่ได้เกิน 2.00 แสดงว่าสื่อมีประสิทธิภาพสูง

3. ผลการประเมินความพอใจ เรื่องการสร้างสื่อประกอบการสอนเรื่องมาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	μ	σ	แปลผล
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.42	2.65	มาก
1.2 เนื้อหา มีความสมบูรณ์ ถูกต้อง และครบถ้วนกับหัวข้อที่สอน	4.50	3.00	มาก
1.3 เนื้อหา มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.17	2.00	มาก
1.4 การจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาที่เหมาะสม เข้าใจง่าย	4.08	1.00	มาก
ภาพรวมด้านเนื้อหา	4.29	2.16	มาก
2. ด้านภาษา			
2.1 ภาษาที่ใช้สื่อความหมายและเข้าใจได้ง่าย	4.08	1.00	มาก
2.2 ภาษา มีความเหมาะสมกับวัยหรือระดับชั้นของผู้เรียน	3.92	2.65	มาก
2.3 ภาษาที่ใช้ถูกต้อง ชัดเจน ทั้งคำศัพท์และไวยากรณ์	4.25	1.73	มาก
ภาพรวมด้านภาษา	4.08	1.79	มาก
3. ด้านภาพประกอบ/สื่อ			
3.1 รูปภาพ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	3.67	2.65	มาก
3.2 รูปภาพ มีความน่าสนใจ และดึงดูดผู้เรียน	4.25	4.24	มาก
3.3 รูปภาพ มีความเหมาะสมกับวัยหรือระดับชั้นของผู้เรียน	4.33	2	มาก
3.4 รูปภาพ และตัวหนังสือ ชัดเจน สามารถอ่านได้ง่าย	4.33	2.83	มาก
ภาพรวมด้านภาพประกอบ/สื่อ	4.15	2.93	มาก
4. ด้านประสิทธิภาพ			
4.1 กระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.42	2.65	มาก
4.2 มีความสะดวก และง่ายต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	4.58	1.41	มากที่สุด
4.3 มีความทันสมัย แปลกใหม่	4.33	2.83	มาก
4.4 มีความคงทนสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก	4.20	3.00	มาก

ภาพรวมด้านประสิทธิภาพ	4.38	2.47	มาก
ภาพรวมทั้งหมด	4.24	2.34	มาก

ตารางที่ 3 พบว่าการแบบประเมินความพึงพอใจด้านสื่อการสอนในกลุ่มทดลองจำนวน 12 คน มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\mu = 4.24$) เมื่อพิจารณาเป็นด้านพบว่าด้านเนื้อหา ($\mu = 4.29$) ด้านภาษา ($\mu = 4.08$) ด้านภาพประกอบ/สื่อ ($\mu = 4.15$) และด้านประสิทธิภาพ ($\mu = 4.38$) เมื่อพิจารณารายประเด็นพบว่า ประเด็นที่มีความพึงพอใจมากที่สุด 3 อันดับ คือมีความสะดวกและง่ายต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ($\mu = 4.58$) รองลงมาเนื้อหามีความสมบูรณ์ ถูกต้อง และครบถ้วนกับหัวข้อที่สอน ($\mu = 4.50$) และคือเนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ($\mu = 4.42$) และประเด็นที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดอยู่ในระดับมากคือรูปภาพมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ($\mu = 3.67$)

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ทั้งสื่อประกอบการสอนและเอกสารประกอบการสอนกับผู้เรียนที่เรียนโดยใช้เฉพาะเอกสารเพียงอย่างเดียว เรื่องมาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก พบว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้เฉพาะเอกสารประกอบการสอนเท่ากับร้อยละ 31.64 และนักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ทั้งเอกสารประกอบการสอนและสื่อประกอบการสอนเท่ากับร้อยละ 52.32 กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมร้อยละ 20.68 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจักรวาล รักสกุลใหม่ (2559) ได้ศึกษาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองเรื่อง ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียเรื่องระบบคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า สื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองเรื่อง ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการเรียนรู้ด้วยตนเองเรื่อง ระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประสิทธิภาพของสื่อประกอบการสอนมัลติมีเดีย เรื่องมาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก พบว่านักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 12 คน ที่ใช้ทั้งเอกสารประกอบการสอนและสื่อประกอบการสอนได้ทดสอบก่อนเรียนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.67 คะแนน ทดสอบหลังเรียนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.75 คะแนน ประสิทธิภาพของสื่อประกอบการสอนเท่ากับ 2.23 ซึ่งค่าที่ได้เกิน 2.00 แสดงว่าสื่อมีประสิทธิภาพสูง สอดคล้องกับงานวิจัย ปวีณา เหมะรุลิน (2551) ศึกษาการผลิตสื่อมัลติมีเดียงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความประสิทธิภาพของผู้เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การใช้งานโปรแกรม Adobe Audition ขั้นพื้นฐานโดยกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 30 คน พบว่าประสิทธิภาพของผู้เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การใช้งานโปรแกรม Adobe Audition ขั้นพื้นฐาน โดยกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คนเท่ากับ 2.17 ตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์

ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อประกอบการสอนเรื่องมาตรฐานการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อประกอบการสอน พบว่าการแบบประเมินความพึงพอใจด้านสื่อการสอนในกลุ่มทดลองจำนวน 12 คน มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\mu = 4.24$) สอดคล้องงานวิจัย อติพร ปานพุ่มและวงกต ศรีอุไร (2557) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่องการทดลองวิทยาศาสตร์บนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้สื่อ

มัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์พบว่าสื่อผู้ใช้สื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่องการทดลองวิทยาศาสตร์บนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ มีความพึงพอใจต่อสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นในระดับมาก

เอกสารอ้างอิง

- กุลยา เจริญมงคลวิไล . (2560). การศึกษารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้สื่อมัลติมีเดียกรณีศึกษารายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรมครั้งที่ 3. หน้า 258-265.
- จักรวาล รักสกุลใหม่. (2556). การวิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าความเที่ยงตรงแบบทดสอบ IOC. เข้าถึงได้จาก www.archive.lib.cmu.ac.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2565.
- จิตรลดา โพธิ์วิจิตร. (2562). ความปลอดภัยในงานก่อสร้าง: กฎหมาย แนวทางป้องกัน อุบัติเหตุ และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ. วิทยานิพนธ์นี้วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- นิเวศน์ วงศ์ประทุม. (2558). การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียประกอบการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีชาร์ป 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน. ฉบับที่ 7. หน้า 155 – 164.
- ปวีณา เหมะธูลิน. (2551) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี . มหาวิทยาลัยรามคำแหง/กรุงเทพฯ.
- สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร. (2562). มาตรฐานการติดตั้งและการตรวจสอบโครงสร้างนั้งร้าน. กรมโยธาธิการและผังเมือง.
- อติพร ปานพุ่ม และวงกต ศรีอุไร. (2557). การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่องการทดลองวิทยาศาสตร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศฯ ครั้งที่ 10.

การพัฒนาระบบการจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ ด้วยเทคโนโลยีทางการเงิน

Reimbursement System for Off-Site Work Using Financial Technology

อรจิรา ศรีสรินทร์^{1*} และสุวรรณี อัศวกุลชัย²

Onjira Srisarint^{1*} and Suwannee Adsavakulchai²

¹บัณฑิตวิทยาลัย กลุ่มวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการเงิน คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพฯ 10400

²ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการเงิน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพฯ 10400

¹Graduate School, Computer Engineering and Financial Technology Faculty of Business Administration,
University of the Thai Chamber of Commerce Bangkok 10400

²Director of the Master of Engineering Program Department of Computer Engineering and Financial
Technology Faculty of Engineering
University of the Thai Chamber of Commerce Bangkok 10400

*Corresponding author Email tibsris@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจ่ายเงินในการปฏิบัติงานนอกสถานที่ด้วยเทคโนโลยีทางการเงิน กรณีศึกษา มูลนิธิรักษาระบบราชการไทย วิธีการศึกษาตามหลักการของวงจรชีวิตในการพัฒนาซอฟต์แวร์ มีขั้นตอนตั้งแต่การศึกษาปัญหาจนถึงการบำรุงรักษาระบบ ผลการศึกษา พบว่า มูลนิธิรักษาระบบราชการไทยจัดกิจกรรมนอกสถานที่เป็นประจำ มีผู้เข้ารับการอบรม สัมมนาจำนวนมาก ทำให้เกิดปัญหาเรื่องการเบิกจ่ายเงิน เช่น เบี้ยเลี้ยง ค่าเดินทางให้กับผู้เข้าร่วมอบรม เนื่องจากการบันทึกข้อมูลในกระดาษ ทำให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวณเวลาในการเดินทาง ระยะทางในการเดินทาง ค่าเบี้ยเลี้ยง และจ่ายด้วยเงินสด ด้วยเทคโนโลยีทางการเงิน ผู้ใช้ต้องการระบบที่ใช้งานง่าย บันทึกข้อมูลในระบบโดยไม่ต้องใช้กระดาษ และโอนเงินผ่าน mobile banking ได้ การวิเคราะห์และออกแบบระบบด้วยการบูรณาการระหว่าง structure approach กับ object-oriented approach ผลการพัฒนา ระบบจะสามารถบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล พาหนะที่ใช้เดินทาง ระยะเวลาที่ผู้อบรมเดินทางจากที่ตั้งมาทำงานและออกจากงานถึงที่ตั้ง พร้อมแนบเอกสารค่าใช้จ่ายของพาหนะในการเดินทางและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เจ้าหน้าที่การเงินในส่วนกลาง สามารถตรวจสอบความถูกต้อง และแจ้งผู้มีอำนาจอนุมัติเบิกจ่าย โอนเงินผ่านระบบ K cash connect ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ของมูลนิธิรักษาระบบราชการไทยจำนวน 30 คน พบว่า คะแนนความพึงพอใจรวมเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 อยู่ในเกณฑ์ดี ประเด็นที่ได้คะแนนสูงสุด คือ แอปพลิเคชันมีการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งาน ด้วยคะแนน 4.47 โดยสรุป ต้นแบบโปรแกรมระบบการจ่ายเงินในการปฏิบัติงานนอกสถานที่ช่วยผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้การพัฒนานี้เป็นเพียงต้นแบบ จำเป็นต้องมีการศึกษาต่อยอดและพัฒนา ระบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : การจ่ายเงิน, ปฏิบัติงานนอกสถานที่, ใช้กระดาษ

Abstract

The objective of the independent study is to develop a reimbursement system for off-site operations using financial technology. Case study: Raks Thai Foundation. Method of study based on the principles of the software development life cycle. There are steps from studying the problem. until the system maintenance. The result of the study found that Raks Thai Foundation regularly organizes off-site activities. There are people receiving training. Many seminars This causes problems in disbursing money such as allowances and travel expenses to training participants. Because it is recording information on paper This causes an error in calculating travel time. Travel distance Allowance and pay in cash with financial Technology knowledge. Users want a system that is easy to use. Save information in the system without paper. and transfer money via mobile banking. System analysis and design by integrating the structure approach and object-oriented approach. The results of developing the system with Microsoft Power Apps found that it can record personal information. Vehicle used for traveling The time it takes the trainee to travel from the location to the job and leave the job to the location. Along with attaching documents of expenses of travel vehicles and others. related Central financial officer Can check accuracy and notify those with authority to approve disbursements Transfer money through the K cash connect system. The results of the evaluation of 30 officials involved in paying expenses to work outside the Raks Thai Foundation. It was found that the officials' satisfaction average score was 4.2, which is in the good range. The highest score was the application that can identify and verify the user with a score of 4.47. In summary, the prototype of the reimbursement system program is in off-site operation which helps to facilitate the users very well. However, this development is only a prototype. There is a need for further study and development of the system to be more complete.

Keywords : reimbursement system for off-site operations

บทนำ

มูลนิธิรักษไทย เป็นองค์กรสาธารณกุศลที่ไม่แสวงหาผลกำไร ดำเนินงานในประเทศไทยมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 เพื่อให้เกิดประชาคมเข้มแข็ง มีคุณภาพชีวิตที่ดี ได้รับสิทธิและความเสมอภาคโดยมุ่งเน้น ภารกิจ ด้านการส่งเสริมศักยภาพชุมชนให้เกิดทางเลือกอาชีพ การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมด้านการศึกษา การช่วยเหลือผู้ประสบภัย การป้องกันโรคเอดส์รวมถึงช่วยเหลือผู้ติดเชื้อและครอบครัว และมีองค์กรภาคีเครือข่ายจำนวนมาก โดยที่ต้องทำงานร่วมกับเครือข่ายภาคี มูลนิธิรักษไทย จึงมีการจัดประชุมอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกเดือน เพื่อติดตามประเมินผลการทำงานร่วมกัน และในการประชุมในแต่ละครั้งมูลนิธิรักษไทยจะเป็นผู้จัดการประชุมและสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการประชุม ทั้งหมดรวมถึงค่าเดินทาง ค่าเบี้ยเลี้ยง และค่าที่พักของผู้เข้าร่วมประชุม ซึ่งที่ผ่านมา การเบิกค่าใช้จ่าย ค่าเบี้ยเลี้ยง และค่าเดินทาง ผู้เข้าร่วมประชุมจะต้องกรอกแบบฟอร์มผ่านกระดาษ เช่น ข้อมูลการ

ลงทะเบียน ใบเบิกค่าเบี้ยเลี้ยงและค่าเดินทาง การที่ต้องกรอกแบบฟอร์มผ่านกระดาษนั้น ทำให้เกิดความผิดพลาดทั้งเรื่องตัวเลขและตัวอักษร เจ้าหน้าที่การเงินต้องดำเนินการตรวจสอบ การเบิกดังกล่าวให้ถูกต้องตามกฎระเบียบของมูลนิธิ และต้องสำรองเงินสดเพื่อไปจ่ายให้ผู้เข้าร่วมสัมมนาเป็นเงินจำนวนมาก ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมสัมมนาต้องการความรวดเร็วในการเบิกจ่ายเงิน แต่ในการคำนวณเวลาในการเดินทางและระยะทางในการเดินทาง และคำนวณเบี้ยเลี้ยงนั้น ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบ ทำให้มูลนิธิประเทศไทยต้องเสียเวลามากในการเบิกจ่ายเงินค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเดินทาง ประกอบด้วยมูลนิธิประเทศไทยมีจำนวนบุคลากรการเงินและบัญชีไม่เพียงพอกับปริมาณงานอยู่แล้ว แต่ด้วยภารกิจนี้ทางหน่วยงานการเงินยังต้องเสียเจ้าหน้าที่การเงินไปในการเดินทางออกนอกสถานที่เพื่อนำเงินไปจ่ายให้กับผู้เข้าร่วมประชุม/สัมมนา ซึ่งถ้าผู้สัมมนามีจำนวนมากอาจเกิดความผิดพลาดอันเกิดจากมนุษย์ (Human error) ได้ง่าย อาจส่งผลให้เกิดปัญหาในการตรวจสอบบัญชี จนอาจกระทบการบริการบริจจาคในอนาคตได้ ดังนั้น หากมีการพัฒนาจากการใช้แบบฟอร์มที่เป็นกระดาษในการเบิกค่าใช้จ่าย ค่าเบี้ยเลี้ยง และค่าเดินทาง โดยการนำเทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชันมาช่วยในการพัฒนาการเบิกค่าใช้จ่าย ค่าเบี้ยเลี้ยง และค่าเดินทาง โดยให้ผู้เข้าร่วมสัมมนา ลงทะเบียนผ่านเว็บแอปพลิเคชันและกรอกข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเบิกผ่านเว็บแอปพลิเคชัน จนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการผู้เข้าร่วมสัมมนาจะได้รับเงินโอนเข้าบัญชีธนาคารได้ในทันที

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การเก็บข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) จากการสังเกต (Observations) และการถามด้วยแบบสอบถาม (Questionnaire) เจ้าหน้าที่บัญชีและการเงิน รวมทั้งเจ้าหน้าที่โครงการของมูลนิธิประเทศไทย ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่บัญชีและการเงินซึ่งทั้งมูลนิธิประเทศไทยมีจำนวน 30 คน ซึ่งกระจายตัวอยู่ทั่วประเทศโดยแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดละ 15 คน ดังนี้

1.1 ในการสอบถามเรื่องความต้องการในการพัฒนาระบบ กลุ่มตัวอย่างจะเป็นเจ้าหน้าที่บัญชีและการเงินของมูลนิธิประเทศไทยจำนวน 15 คน และสุ่มเลือกเจ้าหน้าที่โครงการอีกจำนวน 15 คน รวมเป็น 30 คน

1.2 ในการสอบถามเรื่องความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ กลุ่มตัวอย่างจะเป็นเจ้าหน้าที่บัญชีและการเงินของมูลนิธิประเทศไทยที่เหลืออีกจำนวน 15 คน และสุ่มเลือกผู้เข้าร่วมโครงการอีกจำนวน 15 คน รวมเป็น 30 คน เพื่อศึกษาปัญหาในระบบเดิม ความต้องการในการแก้ปัญหา รวมถึงการยอมรับในการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ปัญหา

2. การเก็บข้อมูลแบบทุติยภูมิ ผู้ศึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาใช้จากการศึกษาข้อมูล ระเบียบและเอกสารรวมถึงแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. การพัฒนาระบบการจ่ายเงินค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเดินทาง นอกสถานที่ให้กับผู้กลุ่มเข้าร่วมประชุมและสัมมนาด้วยเทคโนโลยีทางการเงิน ตามหลักการของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่

3.1 การวางแผน (Planning) เป็นการวางแผนในการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยจะเป็นการวางแผนเพื่อเก็บ Requirement, Design Software และการทดสอบซอฟต์แวร์ ภายในเวลาที่จำกัด

3.2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ Requirement (Requirement gathering and analysis) เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์จากแบบสอบถามที่ได้กลับคืนมาจากกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในการ Design Software และประเมินความเสี่ยงและข้อจำกัดของซอฟต์แวร์ที่อาจเกิดขึ้น.

3.3 การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ (Design Software and Software development) จะนำ Requirement ที่ได้มาออกแบบ โดยในการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ จะพัฒนาเขียนโปรแกรมด้วย UX/UI AdobeXD

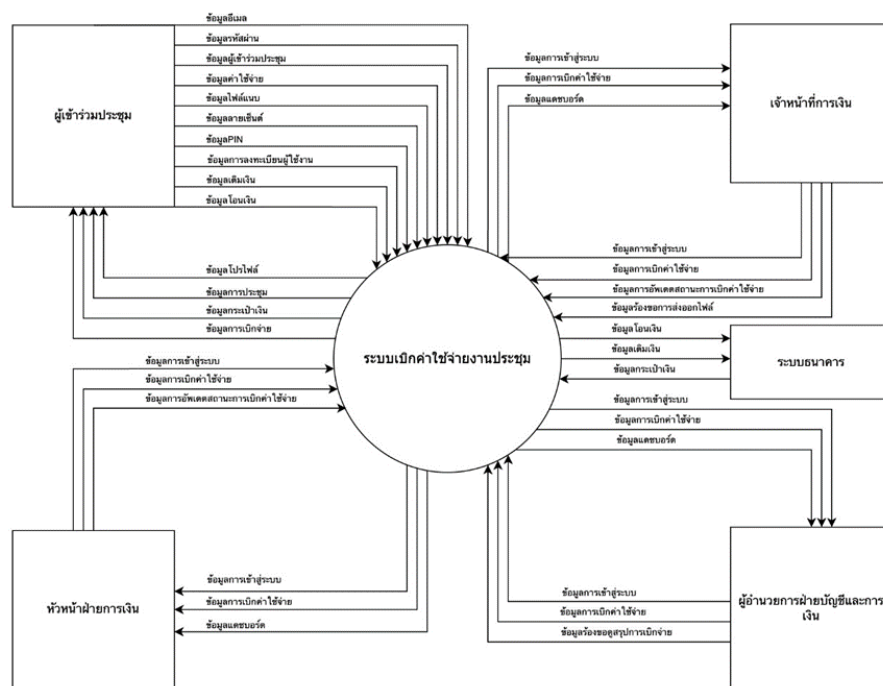
3.4 นำโปรแกรมที่พัฒนาไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการเบิกจ่ายจำนวน เพื่อประเมินความพึงพอใจระบบ

3.5 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ ตามหลัก Object-Oriented Approach ด้วย UML Model ได้แก่ Use case diagram, Class diagram , Sequence Diagram

ผลการวิจัย

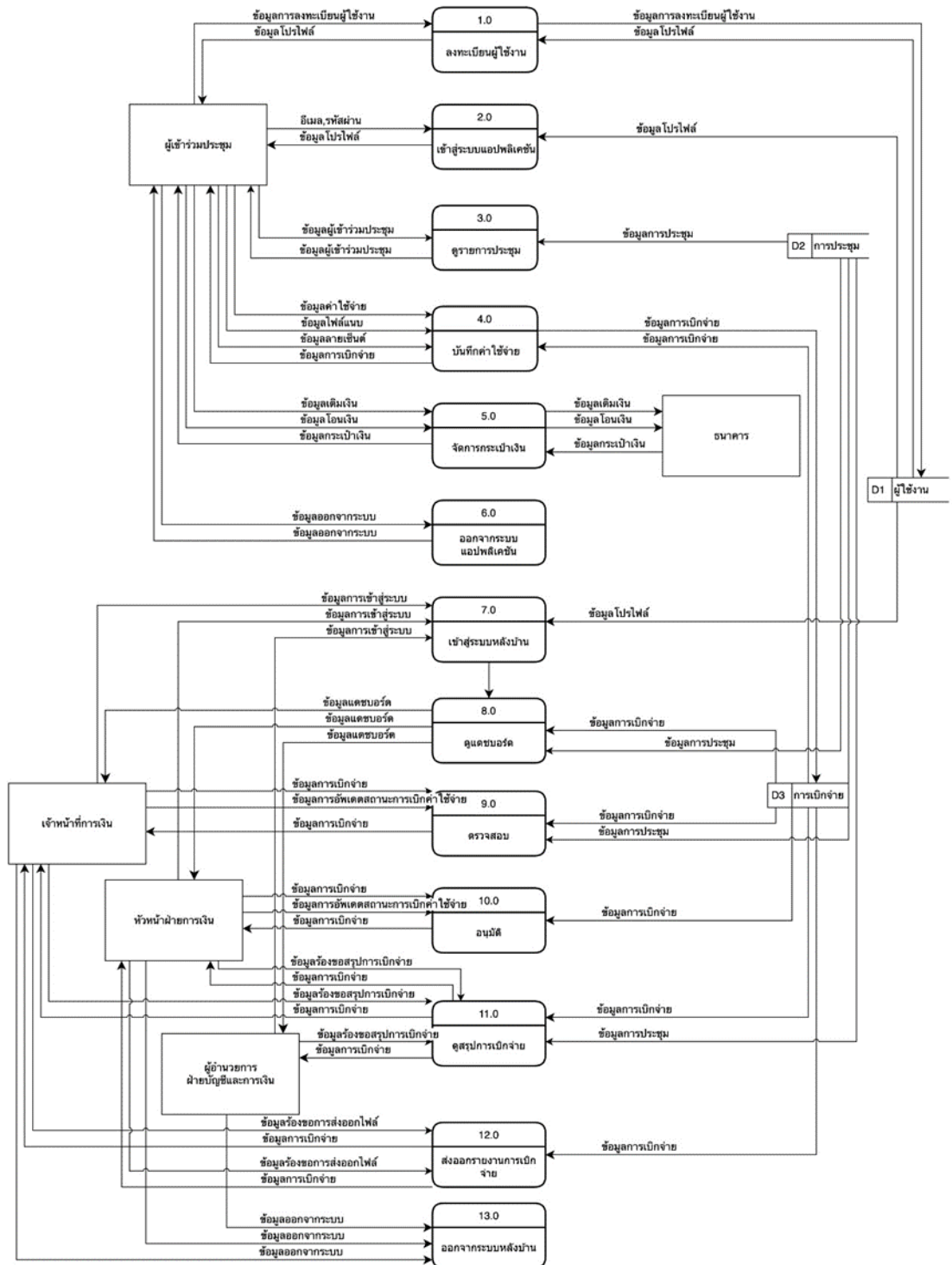
ในการศึกษาการพัฒนาระบบจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ของมูลนิธิรักษไทยครั้งนี้ ทางเลือกของเครื่องมือที่จะใช้พัฒนาระบบ โดยการพัฒนาระบบในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. Context Diagram คือ แผนผังที่แสดงการไหลของข้อมูลภาพรวมทั้งหมด โดยมีการแสดงข้อมูลจำนวนเงินที่ทำการเบิกจ่ายจากต้นทางของผู้เข้าร่วมประชุมไปจะถึงการสรุปอนุมัติการเบิกจ่ายค่าใช้จ่าย



ภาพที่ 1 Context Diagram ของระบบเบิกค่าใช้จ่ายงานประชุมของมูลนิธิรักษไทย

2. Data Flow Diagram การไหลของข้อมูลระดับที่ 1 คือ ข้อมูลที่เป็นเส้นทางกิจกรรมของผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด



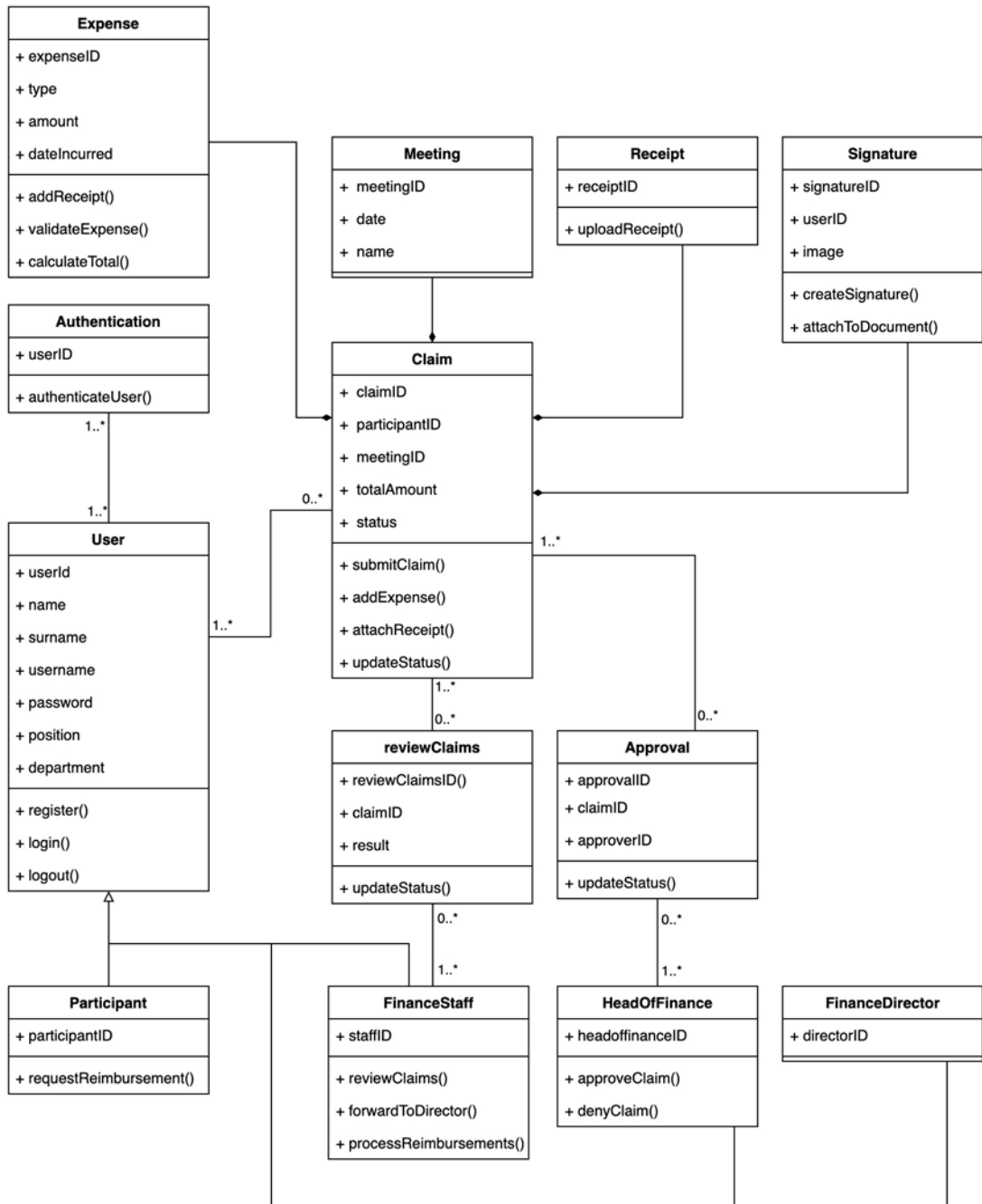
ภาพที่ 2 DFD level 1 ของระบบเบิกค่าใช้จ่ายงานประชุมของมูลนิธึรัักษ์ไทย

3. Use Case Diagram ตัวอย่าง แผนภาพหน้าที่ของระบบการเบิกจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์การปฏิบัติหน้าที่ของภาระงานรวมทั้ง workflow งานในการจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ทั้งหมด



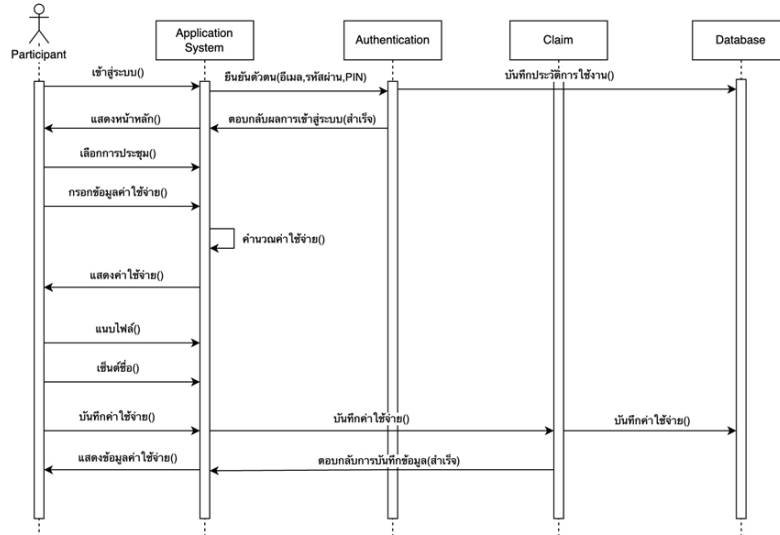
ภาพที่ 3 Use case diagram การเบิกจ่ายเงินค่าใช้จ่ายนอกสถานที่ (ระบบใหม่)

4. Class Diagram ของระบบเบิกค่าใช้จ่ายงานประชุมของมูลนิธิรึักษ์ไทย



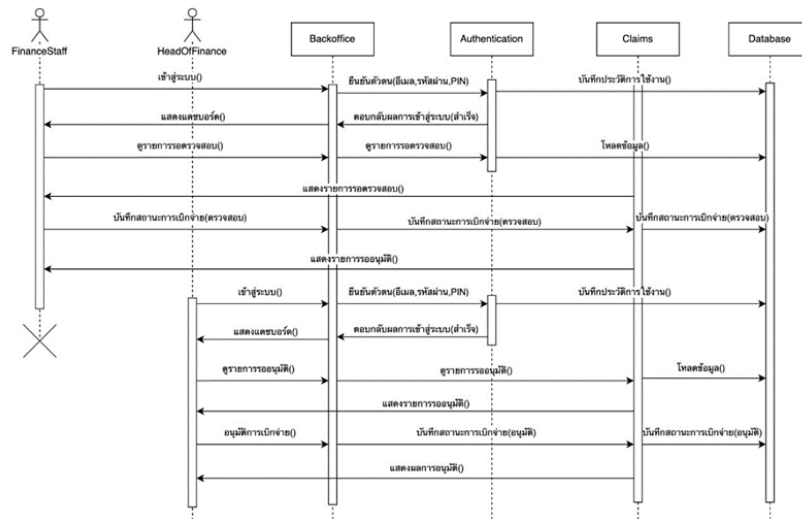
ภาพที่ 4 Class Diagram ของระบบเบิกค่าใช้จ่ายงานประชุมของมูลนิธิรึักษ์ไทย

5. Sequence Diagram คือ ขั้นตอนการทำงานของระบบซึ่งได้ทำการออกแบบไว้เป็น 5 ขั้นตอน คือ
(1) ขั้นตอนแสดงระบบบันทึกการเบิก ซึ่งจะเป็ขั้นตอนที่ผู้เข้าร่วมประชุมเป็นผู้บันทึกข้อมูลรายละเอียดของค่าใช้จ่าย คือ ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าพาหนะเดินทาง เพื่อทำการขอเบิก



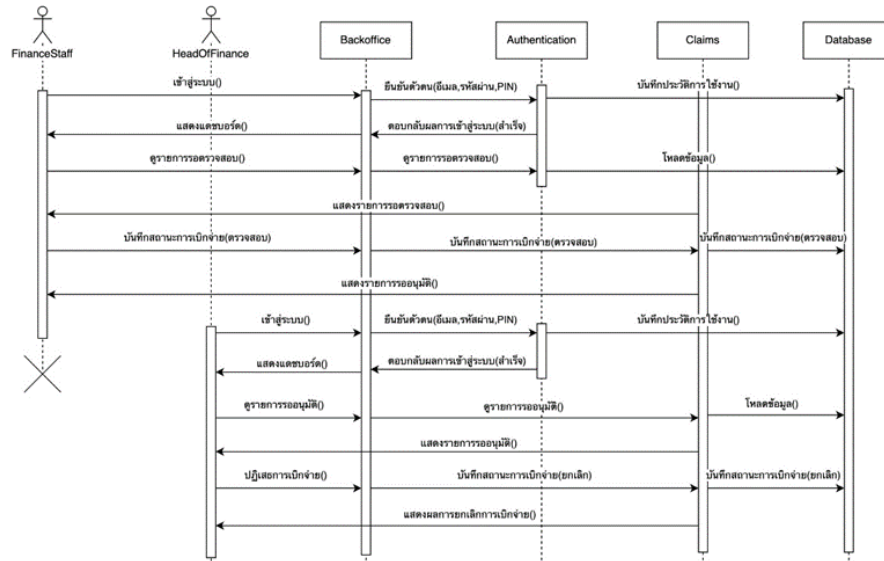
ภาพที่ 5 Sequence Diagram ระบบบันทึกการเบิก

(2) ขั้นตอนแสดงระบบอนุมัติการเบิก หรือ การขอยกเลิก เป็นขั้นตอนที่เจ้าหน้าที่การเงินและผู้อนุมัติเบิกจ่าย เป็นผู้บันทึกเพื่ออนุมัติให้ทำการเบิกเงิน หรือ ทำการขอยกเลิกการเบิกจ่ายถ้าข้อมูลหรือเอกสารไม่สมบูรณ์



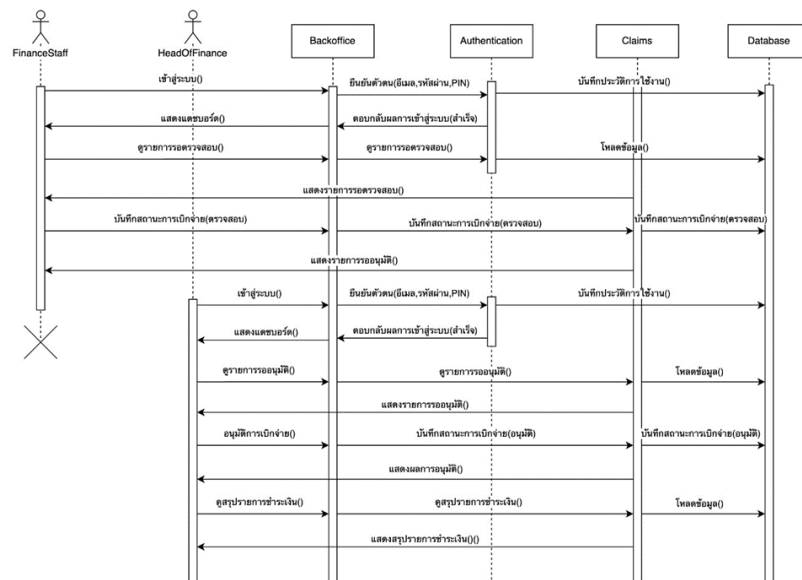
ภาพที่ 6 Sequence Diagram ระบบอนุมัติการเบิก

(3) ขั้นตอนแสดงระบบยกเลิกใบเบิก สถานะรอการอนุมัติ เป็นขั้นตอนที่เจ้าหน้าที่ด้านการเงินยกเลิกการเบิกจ่ายถ้าข้อมูลหรือเอกสารไม่สมบูรณ์ เพื่อให้สถานะการรออนุมัติสิ้นสุดลง



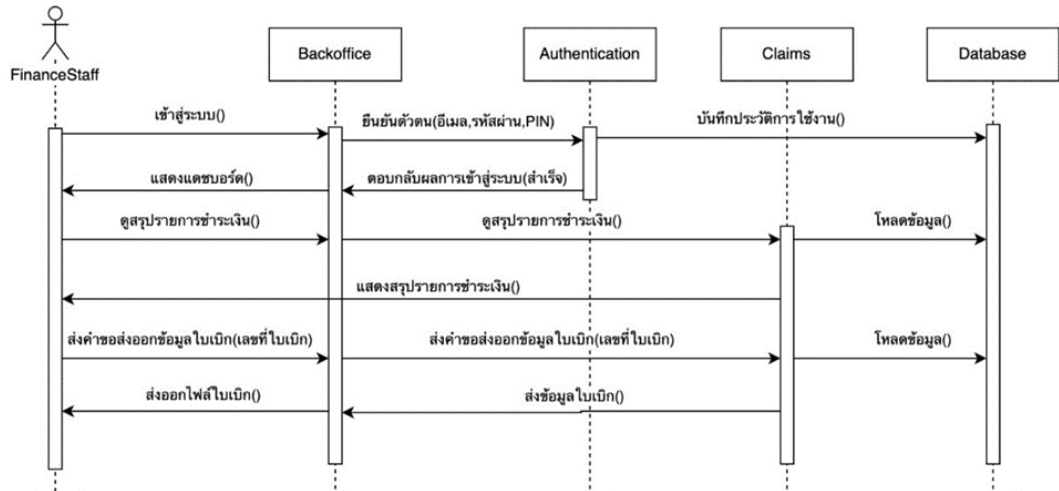
ภาพที่ 7 Sequence Diagram ระบบยกเลิกใบเบิก สถานะรอการอนุมัติ

(4) ขั้นตอนแสดงระบบรายงานสรุปข้อมูลการเบิก เป็นขั้นตอนที่เจ้าหน้าที่การเงินสรุปข้อมูลการเบิกภาพรวมทั้งหมดเพื่อเก็บเข้าฐานข้อมูลการเบิกจ่ายของมูลนิธิรักษไทย แล้วสรุปเป็นรายงานการเบิกจ่ายเงินเพื่อใช้ในการตรวจสอบบัญชีต่อไป



ภาพที่ 8 Sequence Diagram ระบบรายงานสรุปข้อมูลการเบิก

(5) ขั้นตอนแสดงระบบส่งออกใบเบิก เป็นขั้นตอนที่เจ้าหน้าที่การเงินส่งใบเบิกเงินซึ่งจะแสดงยอดที่ผู้เข้าร่วมประชุมได้รับการอนุมัติเบิกเงินค่าใช้จ่ายให้ทราบ ถ้าไม่มีข้อโต้แย้งใดทางเจ้าหน้าที่การเงินจะโอนเงินผ่านระบบ K cash connect ต่อไป

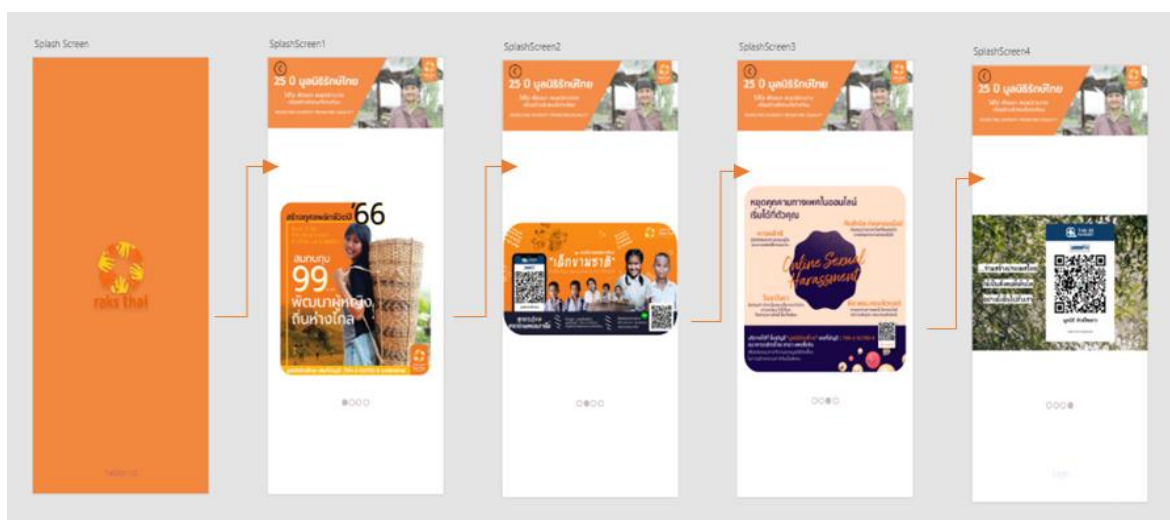


ภาพที่ 9 Sequence Diagram ระบบระบบส่งออกใบเบิก

การแสดงผลของระบบ

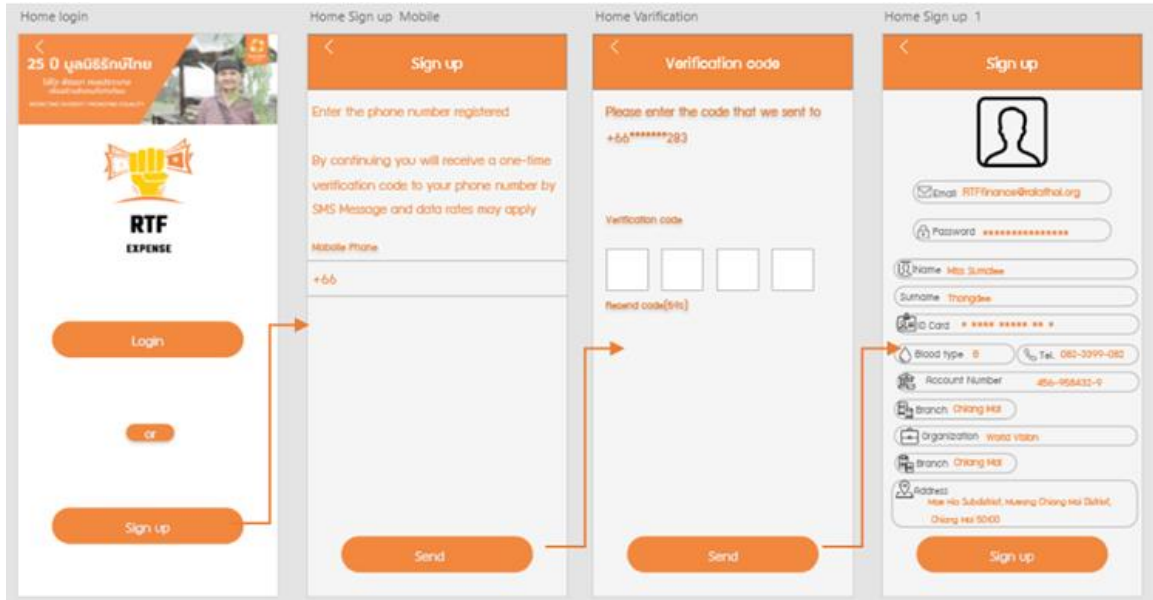
ผู้วิจัยได้นำข้อมูล Diagram ทั้งหมด มาพัฒนาระบบโดยใช้ UX/UI Adobe XD โดย ผู้วิจัยได้ตั้งชื่อระบบการเบิกจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ของมูลนิธิวิริรักษ์ไทยในการศึกษาครั้งนี้ว่า “RTF Expense” เมื่อผู้ใช้ติดตั้ง Adobe XD แล้ว ก็จะสามารถเปิดใช้งานระบบ RTF Expense โดยเจ้าของข้อมูลจะต้องสร้าง User name และ PIN Number รวมทั้งมีระบบสแกนใบหน้า ก่อนเข้าใช้งาน เพื่อให้ข้อมูลส่วนบุคคลมีความปลอดภัย ซึ่งในการเบิกจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ของมูลนิธิวิริรักษ์ไทย มีรูปแบบการทำงาน ดังนี้

1. หน้าจอก่อนการเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน สำหรับผู้เข้าร่วมประชุม จะมีการประชาสัมพันธ์โฆษณาการจัดกิจกรรมระดมทุนต่างๆ ให้ผู้ใช้งานครั้งแรกหรือ ผู้ใช้งานที่จะเข้าสู่ระบบ ได้รับรู้ข่าวสาร และสามารถบริจาคผ่านทาง QR CODE แสดงในภาพที่ 10



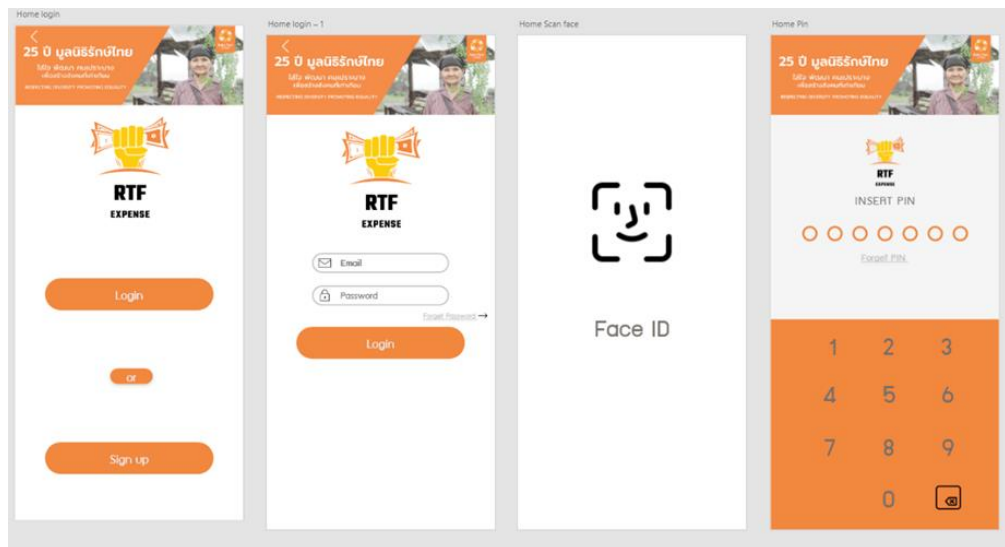
ภาพที่ 10 ภาพตัวอย่าง UX/UI การประชาสัมพันธ์แคมเปญปัจจุบันขององค์กร

2. การลงทะเบียนในแอปพลิเคชันของผู้เข้าร่วมประชุมในครั้งแรก ด้วยเบอร์โทรศัพท์ แอปพลิเคชันจะส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ ตรวจสอบเบอร์โทรศัพท์ของผู้สมัคร หากยังไม่มีข้อมูลให้ทำการสร้างในระบบเซิร์ฟเวอร์ ส่งค่าขอส่ง OTP ไปยังเบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้ ผู้เข้าร่วมประชุม กรอก OTP ในหน้าแอปพลิเคชัน และกดส่ง แอปพลิเคชัน เปลี่ยนหน้าจอเป็นกรอกข้อมูลผู้สมัคร แสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ภาพตัวอย่าง UX/UI การสมัครเข้าสู่ระบบของผู้เข้าร่วมประชุม

3. การเข้าสู่ระบบ ในแอปพลิเคชันนี้จะสามารถตั้งค่าความปลอดภัยโดยการใส่การสแกนใบหน้าและการกำหนดรหัสหลักในการเข้าสู่แอปพลิเคชันนี้ได้ โดยไม่จำเป็นต้องกรอก ชื่อผู้ใช้งาน กับรหัสผ่าน และถ้าสแกนใบหน้าไม่ผ่านหรือกรอกรหัสหลักผิด เป็นจำนวน 3 ครั้ง แอปพลิเคชันจะขึ้นหน้าจอ ให้เข้าสู่ระบบโดยใช้อีเมลและรหัสผ่าน แสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ภาพตัวอย่าง UX/UI การเข้าสู่ระบบของผู้เข้าร่วมประชุมที่เคยลงทะเบียน

4. การเข้าสู่ระบบบันทึกค่าใช้จ่ายของผู้เข้าร่วมประชุม จะขึ้นหน้าจอหลัก ในหน้าจอหลักนี้จะแสดงสถานะงานประชุมที่มีการจัดสัมมนาอยู่ แถบแสดงสถานะอนุมัติ/ไม่อนุมัติ แถบแสดงสถานะรอดำเนินการค่าใช้จ่ายที่ยื่นเบิกไปแล้วในระบบ แสดงในภาพที่ 13



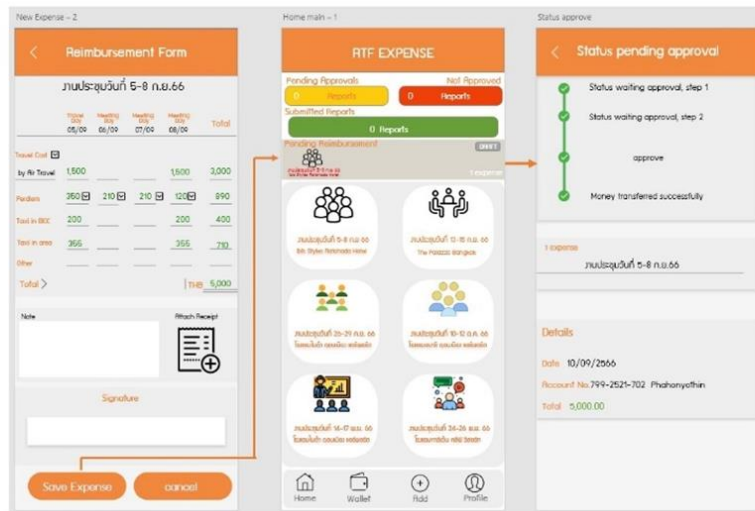
ภาพที่ 13 ภาพตัวอย่าง UX/UI หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน

5. เมื่อผู้เข้าร่วมประชุม เข้าสู่ระบบแล้ว ให้ผู้เข้าร่วมประชุมเลือกงานประชุม ที่ตนเองได้เข้าร่วมประชุม จากนั้นจะเป็นหน้าจอให้ลงข้อมูลค่าใช้จ่าย โดยจะแสดงวันเริ่มต้นและวันที่สิ้นสุดของงานประชุมจากภาพค่าเดินทางจะมีตัวเลือก (Drop down list) ให้เลือกว่าเดินทางโดยพาหนะอะไร ค่าเบี้ยเลี้ยงมีตัวเลือก (Drop down list) แสดงข้อมูลอาหารเช้า 60 บาทอาหารกลางวัน 80 บาทอาหารเย็น 120 บาทเบ็ดเตล็ด 90 บาท รวมเป็น 350 บาทต่อวัน มีช่องให้แนบใบเสร็จรับเงินและเซ็นชื่อผู้ขอเบิกค่าใช้จ่าย แสดงในภาพที่ 14



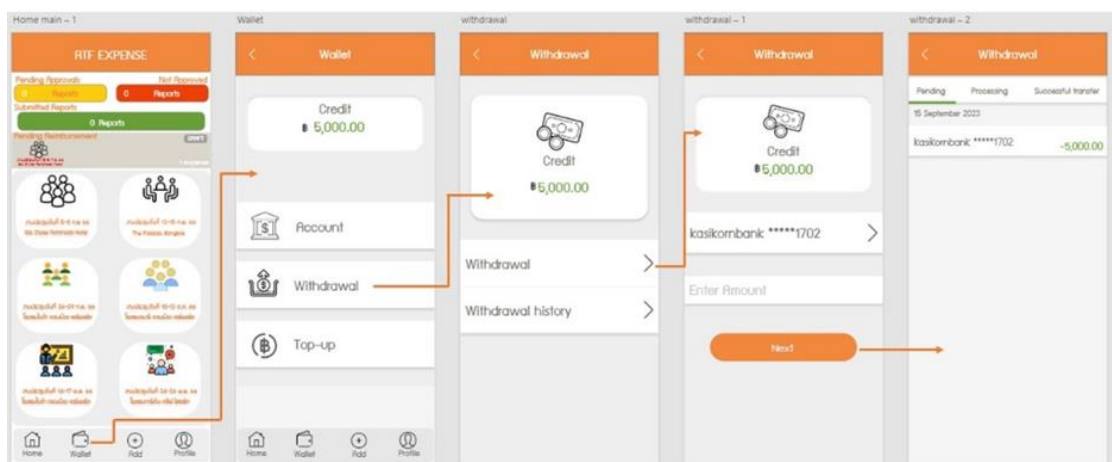
ภาพที่ 14 ภาพตัวอย่าง UX/UI การบันทึกค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเดินทาง ของผู้เข้าร่วมสัมมนา

6. หลังจากทีลงข้อมูลค่าใช้จ่ายในระบบครบแล้ว ระบบจะคำนวณยอดเงินรวมของค่าใช้จ่ายอัตโนมัติ จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมประชุมตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะเซ็นชื่อ และกดบันทึกค่าใช้จ่าย ยอดเงินรวมของค่าใช้จ่ายและใบเสร็จต่างๆถูกส่งไปยังขั้นตอนที่หนึ่ง ระบบจะส่งไปยังเจ้าหน้าที่การเงินเพื่อตรวจสอบใบเสร็จตรวจสอบความถูกต้องของค่าใช้จ่ายที่เข้ามาในระบบ เมื่อตรวจสอบผ่านแล้วจะเป็นขั้นตอนที่สอง เป็นการตรวจสอบและอนุมัติของหัวหน้าฝ่ายการเงินและส่งต่อไปยังขั้นตอนที่สามจะเป็นการอนุมัติการจ่ายเงินจากผู้อำนวยการฝ่ายแผนกบัญชีและการเงิน และขั้นตอนสุดท้ายจะแสดงสถานะการโอนเงินสำเร็จ แสดงในภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ภาพตัวอย่าง UX/UI การบันทึกค่าใช้จ่ายเลี้ยง ค่าเดินทางของผู้เข้าร่วมสัมมนาและการแสดงสถานะการอนุมัติการจ่ายเงินตามลำดับ

7. แถบเมนูกระเป๋าเงิน (Wallet) ระบบจะแสดงยอดเงินคงเหลือที่อยู่ระบบ และจำนวนเงินที่ผู้เข้าร่วมประชุมเบิกค่าใช้จ่ายที่ขึ้นสถานะโอนเงินสำเร็จ ยอดเงินก็จะถูกนำมารวมไว้ในกระเป๋าเงิน (Wallet) เช่นกัน และในแอปพลิเคชันนี้ สามารถเติมเงิน ถอนเงินเข้าบัญชีธนาคารต่างๆได้ แสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ภาพตัวอย่าง UX/UI การดูยอดเงินคงเหลือ การถอนเงินจากแอปพลิเคชัน

8. หน้าจอหลักของระบบผู้ตรวจสอบและอนุมัติ เมื่อข้อมูลจากผู้เข้ารับการอบรมที่อยู่ในงานอบรมนอกสถานที่เกี่ยวข้องกับเบิกจ่ายเงินทั้งหมด ถูกส่งมารวบรวมให้เจ้าหน้าที่ฝ่ายการเงินด้วยระบบเทคโนโลยีทางการเงิน จะทำให้เห็นข้อมูลสำคัญที่เจ้าหน้าที่การเงินและผู้มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องรวมถึงผู้อนุมัติ ดูสรุปยอดรายงานค่าใช้จ่าย ดูสรุปสถานะอนุมัติและตรวจสอบได้ในหน้าจอหลักนี้ แสดงในภาพที่ 17

Report Summary		
Star Meeting	THB 25,000 APPROVED	Submitted on 01.11.2023
PWID Meeting	THB 55,000 APPROVED	Submitted on 26.10.2023
The Global Fund Meeting	THB 55,000 DRAFT	

Report Summary		
Unsubmitted	Submitted	Awaiting Reimbursement
THB 0.00	THB 80,000	THB 55,000
0 Report	2 Report	1 Report

Total Seminar	Total participants
20 Seminar	120 Seminar

ภาพที่ 17 ภาพตัวอย่าง UX/UI ข้อมูลการเบิกจ่ายที่หน้าจอของเจ้าหน้าที่บัญชีและการเงิน

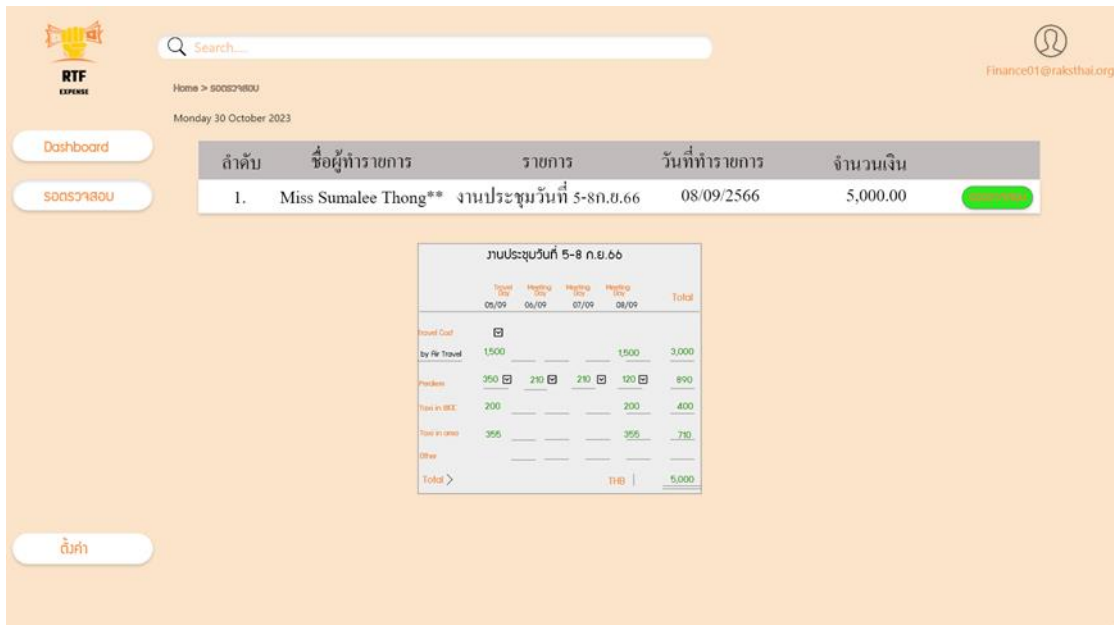
8.1 เจ้าหน้าที่บัญชีและการเงินสามารถตรวจสอบได้แบบ real time สามารถกดดูรายละเอียดการเบิกค่าใช้จ่ายแยกเป็นแต่ละบุคคล ดังนี้

ลำดับ	ชื่อผู้ทำรายการ	รายการ	วันที่ทำรายการ	จำนวนเงิน	สถานะ
1.	Miss Sumalee Thong**	งานประชุมวันที่ 5-8ก.ย.66	08/09/2566	5,000.00	APPROVED
2.	Miss Wallapa Boonm**	งานประชุมวันที่ 5-8ก.ย.66	08/09/2566	4,000.00	APPROVED
3.	Ms. Supalak Srirapa**	งานประชุมวันที่ 13-15ก.ย.66	15/09/2566	3,000.00	APPROVED
4.	Miss Jampa Wongsuk**	งานประชุมวันที่ 26-29ก.ย.66	29/09/2566	6,000.00	APPROVED

ภาพที่ 18 ภาพตัวอย่าง UX/UI เจ้าหน้าที่บัญชีและการเงินใช้ตรวจสอบ

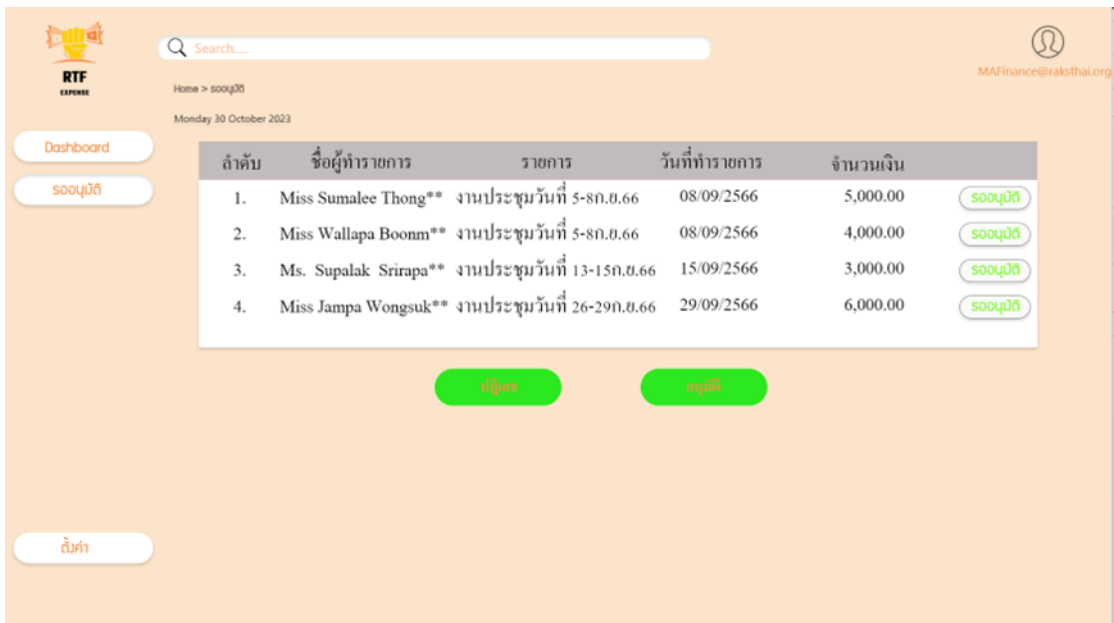
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

8.2 เจ้าหน้าที่บัญชีและการเงินสามารถตรวจสอบข้อมูลเป็นรายบุคคล ดังนี้



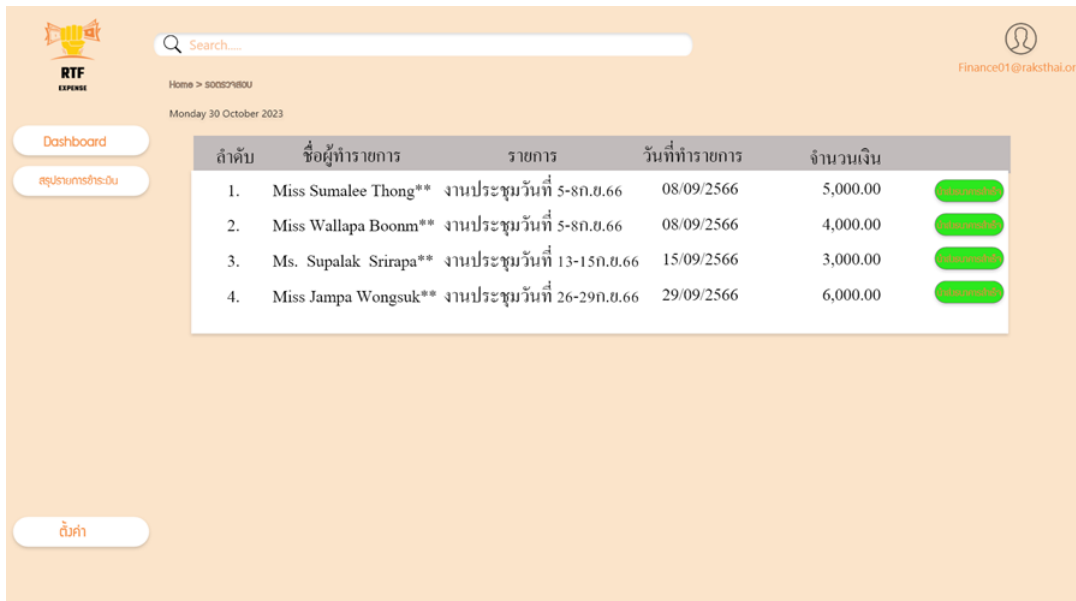
ภาพที่ 19 ภาพตัวอย่าง UX/UI เจ้าหน้าที่บัญชีและการเงินใช้ตรวจสอบรายบุคคล

8.3 ข้อมูลจะถูกส่งไปที่ผู้อำนวยการฝ่ายการเงินและบัญชีเพื่ออนุมัติ



ภาพที่ 20 ภาพตัวอย่าง UX/UI ข้อมูลรายการอนุมัติ

8.4 เมื่อข้อมูลและหลักฐานการเบิกเงินต่างๆ ได้ถูกตรวจสอบและอนุมัติ ระบบจะมีหน้าสรุป
รายงานจ่ายเงินทั้งหมด



The screenshot shows a web interface for a financial system. At the top left is the RTF EXPENSE logo. A search bar is present. The user is logged in as Finance01@raksthal.org. The date is Monday 30 October 2023. The main content is a table with the following data:

ลำดับ	ชื่อผู้ทำรายการ	รายการ	วันที่ทำรายการ	จำนวนเงิน	
1.	Miss Sumalee Thong**	งานประชุมวันที่ 5-8ก.ย.66	08/09/2566	5,000.00	อนุมัติ
2.	Miss Wallapa Boonm**	งานประชุมวันที่ 5-8ก.ย.66	08/09/2566	4,000.00	อนุมัติ
3.	Ms. Supalak Srirapa**	งานประชุมวันที่ 13-15ก.ย.66	15/09/2566	3,000.00	อนุมัติ
4.	Miss Jampa Wongsuk**	งานประชุมวันที่ 26-29ก.ย.66	29/09/2566	6,000.00	อนุมัติ

ภาพที่ 21 ภาพตัวอย่าง UX/UI รายงานสรุปการจ่ายเงิน

8.5 ผู้เข้ารับการอบรมจะได้รับเงินโอนเข้าผ่านระบบ e-Wallet ในแอปพลิเคชันเดียวกันข้อมูลส่วนบุคคลจะถูกเก็บรักษาไว้ ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) ซึ่งเจ้าของข้อมูลสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ และเมื่อมีการประชุมครั้งต่อไปและเป็นเจ้าของข้อมูลเดิม ระบบจะระบุข้อมูลเบื้องต้นให้อัตโนมัติ

วิจารณ์ผล

การพัฒนาระบบจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ของมูลนิธิรักไทย ที่ได้ทำการวิจัยในครั้งนี้ เกิดจากการที่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการเบิกจ่ายของมูลนิธิรักไทยพบกับสภาพปัญหานี้มาเป็นเวลานาน จากการศึกษาปัญหา พบว่า ปัญหาดังกล่าวเกิดจากการที่องค์กรไม่มีการจัดหาเทคโนโลยีเพื่อช่วยในการดำเนินการจ่ายเงินค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเดินทาง นอกสถานที่ให้กับผู้กลุ่มผู้เข้าร่วมประชุมและสัมมนาที่มีจำนวนมาก ซึ่งทำให้ต้องใช้เวลาในการจ่ายเงิน และเอกสารทางการเงินมีความยุ่งยาก มีการตรวจสอบหลายขั้นตอน อีกทั้งการจ่ายเงินต้องจ่ายเป็นเงินสด ทำให้เจ้าหน้าที่ต้องถือเงินสดไปจ่าย นอกจากนี้ไม่ปลอดภัยยังอาจทำให้เกิดการทุจริตได้ง่าย โดยที่ผ่านมาจากเจ้าหน้าที่ได้พยายามหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง เช่น การให้เจ้าหน้าที่การเงินเดินทางไปจ่ายเงินในที่จัดงาน ซึ่งเมื่อเจ้าหน้าที่การเงินไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ก็จะทำให้งานประจำอยู่ล่าช้า

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ คือ ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามตัวอย่างซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ของมูลนิธิรักไทย จำนวน 30 คน และข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการใช้เทคโนโลยีทางการเงินกับการพัฒนาระบบเบิกจ่ายเงินค่าใช้จ่าย ทั้งนี้ ตัวอย่างทั้งหมดเห็นว่าการจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ของมูลนิธิรักไทยเป็นปัญหาขององค์กรอย่างมีนัยสำคัญ และ

ต้องการให้องค์กรมีการพัฒนาระบบจ่ายเงินด้วยเทคโนโลยี โดยตัวอย่างได้เสนอความต้องการว่าระบบควรประกอบด้วยข้อมูลรวมถึงขั้นตอนการอนุมัติเบิกจ่ายลงในแบบสอบถาม ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลทั้งหมดมาสังเคราะห์เพื่อให้ทราบความต้องการของผู้ใช้ แล้วนำมาออกแบบระบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปของ AdobeXD โดยผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ของมูลนิธิรักษไทยจำนวน 30 คน พบว่า มีความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ย $\bar{X} = 4.2$ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และประเด็นที่มีความพึงพอใจสูงสุด ได้แก่ แอปพลิเคชันมีการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งาน ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $\bar{X} = 4.47$ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

สรุปผล

ข้อมูลรายละเอียดสำคัญที่บันทึกลงในระบบ “RTF Expense” พร้อมทั้งเอกสารแนบข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่เกิดจากการจัดการประชุม อบรม สัมมนา นอกสถานที่ ดังนั้น ไม่ว่าจะสถานที่นั้นจะเป็นที่ไหน ไกลเพียงไร ข้อมูลจะถูกบันทึกจากสถานที่นั้นและถูกส่งไปรวบรวม ที่ฐานข้อมูลส่วนสำนักงานมูลนิธิรักษไทย กรุงเทพมหานคร ซึ่งจะเป็นส่วนที่เป็นฝ่ายเบิกจ่ายตั้งอยู่ ผู้ศึกษาเชื่อว่าระบบนี้จะเป็นการลดปัญหาที่เผชิญอยู่อย่างยาวนานขององค์กรได้ ไม่ว่าจะปัญหาค่าใช้จ่ายจำนวนมากที่ใช้ในการเบิกจ่าย ปัญหาการใช้เจ้าหน้าที่ที่ไม่มีความรู้ด้านการบัญชีไปทำการเบิกจ่าย ปัญหาการส่งเจ้าหน้าที่การเงินไปช่วยในการเบิกจ่ายนอกสถานที่ที่ทำให้กระทบงานประจำของฝ่ายการเงิน นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความปลอดภัยในการถือเงินสดจำนวนมากเพื่อไปทำการเบิกจ่ายนอกสถานที่อีกด้วย

ผู้ศึกษาใช้โปรแกรมสำเร็จรูปของ AdobeXD ในการออกแบบเพื่อพัฒนาระบบการจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ เนื่องจากการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีเวลาที่จำกัด จึงต้องเลือกเครื่องมือที่สะดวกและรวดเร็ว ประกอบกับ AdobeXD เป็นโปรแกรมออกแบบระบบที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน ไม่จำเป็นต้องเป็น Programmer ก็สามารถเขียน code แบบง่ายๆ ได้ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลและ workflow ของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเบิกจ่ายทั้งหมดมาใช้กับ AdobeXD ทำให้ผู้ศึกษาได้ระบบการเบิกจ่ายมาใช้งานโดยไม่ยากจนเกินไป และระบบที่ออกแบบมานั้นสามารถใช้ได้จริง ซึ่งทางผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบการใช้งานในเบื้องต้นแล้ว

การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบจ่ายเงินค่าใช้จ่ายในการไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ของมูลนิธิรักษไทยครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษาค้นคว้าอิสระเท่านั้น จึงได้เพียงแนวคิดในการแก้ปัญหา จนได้ออกมาเป็นต้นแบบระบบ “RTF Expense” ที่สามารถใช้งานได้จริงในระบบ iOS แต่มีข้อจำกัดหลายประการ จึงเห็นควรว่าควรมีการพัฒนาต่อยอดระบบนี้ต่อไป ดังนี้

- 1) องค์กรควรต้นแบบ Application ในการศึกษาครั้งนี้ไปต่อยอดให้โปรแกรมเมอร์นำไปพัฒนาสร้างให้ใช้งานให้มีประสิทธิภาพ
- 2) ควรต่อยอดให้สามารถพัฒนาได้ในระบบ Android

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ อัครกุลชัย อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย และ รองศาสตราจารย์ ดร. วรวิญญา ปุณณวัฒน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณศุภลักษณ์ ชำกรม ผู้อำนวยการฝ่ายการเงินและบัญชี คุณจิรวรรณ ทับเนียม
เจ้าหน้าที่บัญชีอาวุโส คุณอรรัชดา ภัทรินทร์จินดา เจ้าหน้าที่บัญชีอาวุโส และคุณจิราพร ศิลารักษ์
เจ้าหน้าที่บัญชีโครงการ ของมูลนิธิรักไทย ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพ
เครื่องมือวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จนทำให้งานวิจัยนี้
สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการคลัง. (2559ก). **National e-Payment โครงสร้างพื้นฐานระบบการชำระเงินแบบ
อิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ**. เข้าถึงได้จาก[https://www1.mof.go.th/th/view/file/ f650651
f18088b50511864a42f70a4d69b921bd8a9dca176e6](https://www1.mof.go.th/th/view/file/f650651f18088b50511864a42f70a4d69b921bd8a9dca176e6)
- เกศรินทร์ กลัดกุ่ม. **Factors Influencing The Use Of 4G Mobile Network Technology In
Prachuap Khiri Khan**. วารสารวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการกิจการ กระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
- ชลภััสสรณ์ สิทธิวงค์ชัย, Relationship between Organization Change and Human Resource
Management (HRM) วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวน สุนันทา
ธนาครแห่งประเทศไทย [https://www.bot.or.th/th/research-and-publications/articles-and-
publications/articles/Article_11Jun201.html](https://www.bot.or.th/th/research-and-publications/articles-and-publications/articles/Article_11Jun201.html), สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2556
- ปิติพัฒน์ นิตยกุลพันธุ์. การเปลี่ยนแปลงทางการเงินและผลกระทบต่อประสิทธิภาพของธนาคาร
พาณิชย์ในประเทศไทย ปรชญาตฤณีบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัย
แม่โจ้, 2565
- พรชัย ชุนทจินดา, FinTech: Towards Thailand 4.0 วารสารอิเล็กทรอนิกส์การเรียนรู้ทางไกลเชิง
นวัตกรรม
- ไพศาล ดาแร่ ระบบฐานข้อมูลสำนักกิจการนักศึกษา : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- วิชชกานต์ เมธาวิริยะกุล. **e-Tax Invoice & e-Receipt**. วารสารบัญชีปริทัศน์.มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เชียงใหม่
- สุวรรณ อัครกุลชัย **วิศวกรรมซอฟต์แวร์**(หนังสือ)
- Rumbaugh, James et al. **Object-Oriented Modeling and Design**.Prentice Hall.๑๙๙๑

การพัฒนาระบบบันทึกและแจ้งเตือนตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Development of a monitoring and notification system for refrigerators with temperature control using Internet of Things (IoT) technology

ศศิพร ตั้งพรชัย^{1*} เกษศิณี แสงสว่าง¹ และนงเยาว์ มีสิทธิ์¹

Sasiporn Tungpornchai^{1*}, Kadsinee Saengsawang¹ and Nongyao Mesithi¹

¹ ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ด้านควบคุมโรค สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ชลบุรี
205 ถนนพระยาสุริยง ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง ชลบุรี 20000

¹ The Office of Disease Prevention and Control 6, Chonburi Medical Laboratory For Disease Control
205 Prayasatja Rd., Bansuan Sub-district, Muang District Chonburi Thailand 20000

*Corresponding author E-mail: littleblue_mt@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้นำเสนอการพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการด้วยระบบบันทึกและแจ้งเตือนตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยทำการสร้างระบบสำหรับติดตามอุณหภูมิและความผิดปกติของตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา คือ เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ด้านควบคุมโรคที่ 6 ชลบุรี โดยจะมีน้ำยาและสิ่งส่งตรวจที่ใช้ในการตรวจทางห้องปฏิบัติการ โดยปกติจะนำไปแช่เก็บรักษาไว้ในตู้แช่เย็น โดยมีอุณหภูมิ 2 แบบ คือ 1) ตู้เก็บน้ำยาและสิ่งส่งตรวจที่มีการควบคุมอุณหภูมิในช่วงระดับ -20 องศาเซลเซียส 2) ตู้เก็บน้ำยาและสิ่งส่งตรวจที่มีการควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 2-8 องศาเซลเซียส โดยระบบจะต้องสามารถติดตามอุณหภูมิได้ตลอดเวลาแม้ในช่วงเวลาที่เจ้าหน้าที่ไม่อยู่ประจำการ และสามารถนำข้อมูลอุณหภูมิมาแสดงผลและพล็อตเป็นกราฟแทนการจดบันทึกของเจ้าหน้าที่ จากการสร้างระบบบันทึกและแจ้งเตือนตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการด้วย IoT สำหรับวัดอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ พบว่าอุปกรณ์ต้นแบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่า error ไม่เกิน $\pm 1^\circ\text{C}$ และสามารถนำไปใช้ได้จริงในห้องปฏิบัติการที่มีตู้ควบคุมอุณหภูมิใช้งาน

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, ห้องปฏิบัติการ, ตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ, การแจ้งเตือน, การบันทึกอุณหภูมิ

Abstract

This study presents the laboratory's quality development using a monitoring and notification system for refrigerator cabinets with temperature control using Internet of Things (IoT) technology. The system monitors the temperature and abnormalities of cabinets storing reagents with temperature control in a laboratory. The target group is the laboratory staff at the Office of Disease Prevention and Control 6 in Chonburi, which stores reagents or specimens for laboratory testing with controlled temperatures of -20°C and $2-8^\circ\text{C}$. The system must be capable of continuously tracking the temperature even when staff members are not on duty, and it should present temperature data graphically for analysis. The goal is to create a logging and alert system for cabinets with temperature control in the laboratory using IoT for temperature

monitoring. The study found that the prototype device performed efficiently with an error margin of no more than ± 1 °C and can be practically applied in laboratories with temperature-controlled cabinets.

Keywords : Internet of Things (IoT), Laboratory, Refrigerators with temperature control, Notification, Temperature Recording

บทนำ

ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ด้านควบคุมโรคมีภารกิจหลากหลายที่เน้นการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคที่มีการแพร่ระบาดในประชาชน นอกจากนี้ยังต้องเตรียมความพร้อมและรับมือกับภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุขที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่รับผิดชอบ โรงพยาบาลในเขตสุขภาพจะส่งตัวอย่างมาที่ห้องปฏิบัติการเพื่อทำการทดสอบ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจทางเทคนิคอณูชีววิทยา ซึ่งในกระบวนการนี้มีการใช้น้ำยาที่มีราคาสูง และการเก็บรักษาน้ำยาต้องมีการควบคุมอุณหภูมิเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเก็บอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมทำให้เกิดความเสียหายต่อผลการทดสอบ และนอกจากนี้การทดสอบการเพาะเชื้อวัณโรคและวัณโรคคือยาที่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการบ่มเพาะเชื้อ เพื่อให้เชื้อวัณโรคเจริญอย่างเหมาะสม

ในบทบาทของห้องปฏิบัติการสาธารณสุข การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เป็นเครื่องมือในการเฝ้าระวังและเตือนภัยมีความสำคัญอย่างมาก โดยต้องพัฒนาระบบที่สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉินทางสาธารณสุขได้ทันท่วงที การที่ห้องปฏิบัติการเป็นศูนย์รับตัวอย่างจากโรงพยาบาลในเขตพื้นที่ต้องเตรียมพร้อมในการจัดเก็บและทดสอบตัวอย่างโดยมีการควบคุมที่เข้มงวด ทั้งนี้เพื่อให้ผลการทดสอบมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือในทุกรายการ ด้วยการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานของระบบป้องกันควบคุมโรคและภัยสุขภาพ การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเครื่องมือในการเฝ้าระวังและรับมือกับสถานการณ์ฉุกเฉินทางสาธารณสุขจึงมีความสำคัญในทางปฏิบัติ การควบคุมอุณหภูมิในการจัดเก็บตัวอย่างและน้ำยาที่ตรวจนั้นจะมีบทบาทสำคัญเพื่อให้ผลการทดสอบมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ เป็นต้น

การบันทึกอุณหภูมิเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการ ซึ่งทางห้องปฏิบัติการฯ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จะมีการจดบันทึกอุณหภูมิโดยเจ้าหน้าที่ วันละ 2 ช่วงเวลา คือ 09.00 น. และ 15.00 น. ลงในแบบฟอร์มที่กำหนด อย่างไรก็ตามห้องปฏิบัติการเปิดให้บริการในเวลาราชการ ทำให้นอกช่วงเวลาดังกล่าวไม่สามารถติดตามอุณหภูมิได้ นอกจากนี้การจดบันทึกด้วยคนอาจจะมีการบันทึกที่ขาดความสม่ำเสมอ ขาดช่วงและในบางครั้งที่เกิดเหตุการณ์ไฟตก ไฟดับ ตู้เย็นเสียในวันหยุดราชการ ทำให้ส่งผลกระทบต่อน้ำยาและสิ่งส่งตรวจ จากปัญหาที่พบดังกล่าว จึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างระบบบันทึกและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้แช่น้ำยาและสิ่งส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการฯ ในราคาที่ไม่แพงและประยุกต์การใช้งานที่เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการได้ มีระบบแจ้งเตือนให้เจ้าหน้าที่ทราบ ถึงแม้จะไม่มีคนมาปฏิบัติงาน และได้ดำเนินการแก้ไขได้ทันท่วงที นอกจากนี้ยังสามารถดึงข้อมูลอุณหภูมิที่วัดได้มาพล็อตเป็นกราฟแทนการจดบันทึกของเจ้าหน้าที่เป็นการลดขั้นตอนการทำงาน อีกทั้งลดการใช้กระดาษได้อีกด้วย ลดความเสี่ยงที่ทำให้เกิดความเสียหาย และลดความผิดพลาดของบุคคลในระบบงานที่ทำได้

จากงานวิจัยของสกรณ์ และคณะ (2563) เรื่องการพัฒนาระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง และงานวิจัยของวิจิตตรา และสรวง (2022) เรื่องการพัฒนาชุดอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งสำหรับติดตามอุณหภูมิและความชื้น ของการเก็บรักษา ทั้งสองงานวิจัยนี้เน้นการปรับใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการ

ทรัพยากรและสภาพแวดล้อม ทั้งทางด้านการจัดการคลังเลือดและการเก็บรักษา นอกจากนี้การนำเทคโนโลยีนี้ไปประยุกต์ใช้ยังสามารถมีประโยชน์และความสามารถในด้านอื่นๆ เพิ่มเติม ซึ่งเป็นตัวอย่างการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาในสาขาต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นในการศึกษานี้จึงนำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาช่วยในการติดตามอุณหภูมิและความผิดปกติของตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ สามารถนำมาเป็นเครื่องมือช่วยให้การจัดการและควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดมูลค่าความเสียหายของน้ำยาที่เสียที่เกิดจากตู้แช่เย็นมีปัญหาในห้องปฏิบัติการฯ รวมถึงลดขั้นตอนในการจัดบันทึกอุณหภูมิของเจ้าหน้าที่ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นและได้อุปกรณ์ที่มีมาตรฐานและราคาไม่แพง

วิธีการดำเนินการวิจัย

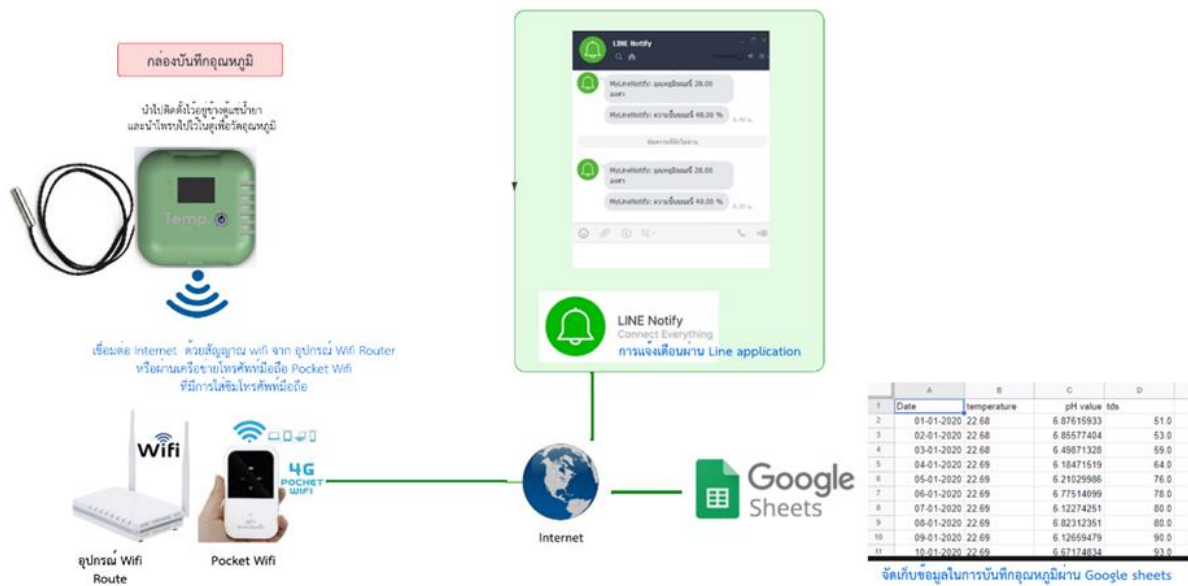
สถานที่ในการศึกษาครั้งนี้เป็นห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ด้านควบคุมโรค สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ชลบุรี โดยจะมีน้ำยาและสิ่งส่งตรวจที่ใช้ในการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่มีการแช่โดยมีอุณหภูมิ 2 แบบ คือ 1) ตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิในช่วงระดับ -20 องศาเซลเซียส 2) ตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 2-8 องศาเซลเซียส โดยจะทดสอบระบบที่สร้างจำนวน 2 ตู้ตามอุณหภูมิทั้งสองแบบ

ในการดำเนินงานได้ใช้เครื่องมือตามกระบวนการการคิดเชิงออกแบบสำหรับการค้นหาความต้องการของกลุ่มเป้าหมายเพื่อระบุปัญหา และหาแนวทางการแก้ปัญหาที่ตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการความคิดเชิงออกแบบ จะเริ่มจากขั้นตอนของการทำความเข้าใจผู้ใช้ โดยเป็นการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้เป็นเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่มีห้องปฏิบัติการและมีตู้แช่น้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิ เพื่อออกแบบระบบสำหรับติดตามอุณหภูมิและความผิดปกติของตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา คือ เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ด้านควบคุมโรคที่ 6 ชลบุรี จำนวน 12 คน การรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่ใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายจะทำให้มีทางเลือกของวิธีการแก้ปัญหาหลากหลาย จากกระบวนการในการค้นหาความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย จะใช้วิธีการสัมภาษณ์และพูดคุยเพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของห้องปฏิบัติการ และลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ มาสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์และเลือกกลุ่มเป้าหมาย และนำมาสร้างเป็น User journey map และ Empathy map ทำให้ทราบถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไขของกลุ่มเป้าหมาย ในการพัฒนาห้องปฏิบัติการในครั้งนี้คือ เมื่อตู้เสียหรือมีอุณหภูมิผิดปกติเราไม่สามารถรู้ได้ทันที จึงเป็นที่มาของฟังก์ชันที่ระบบควรมี ได้แก่

- 1) ระบบการแจ้งเตือนเมื่อตู้เสียหรือมีอุณหภูมิผิดปกติ
- 2) การบันทึกค่าอุณหภูมิของตู้ตามที่มาตรฐานกำหนด

โดยมีแนวคิดวิธีการแก้ไขปัญหา คือ การสร้างระบบบันทึกและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้แช่น้ำยาและสิ่งส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เพื่อแจ้งเตือนเจ้าหน้าที่ให้ทราบเมื่ออุณหภูมิเกินค่าที่กำหนด ถึงแม้จะอยู่นอกช่วงเวลาทำการและทำการบันทึกแบบ Real time โดยติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิที่ตู้เย็นและตู้แช่แข็ง และนำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการเขียนโปรแกรมในการอ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้ จากนั้นระบบจะทำการส่งข้อมูลอุณหภูมิที่วัดได้ไปจัดเก็บข้อมูลกับผู้ให้บริการเอกสารออนไลน์ (Google sheet) ผ่านทางอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) ที่สามารถเข้าถึงได้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น และแจ้งเตือนอุณหภูมิผ่านทางไลน์แอปพลิเคชัน (Line application) หากพบว่าอุณหภูมิไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด จะดำเนินการแก้ไขได้ทันที สำหรับภาพรวมของระบบต้นแบบ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1 จากภาพรวมจะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมมาให้ความคิดเห็นการออกแบบอุปกรณ์และสร้างเครื่องจริงขึ้นมา

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

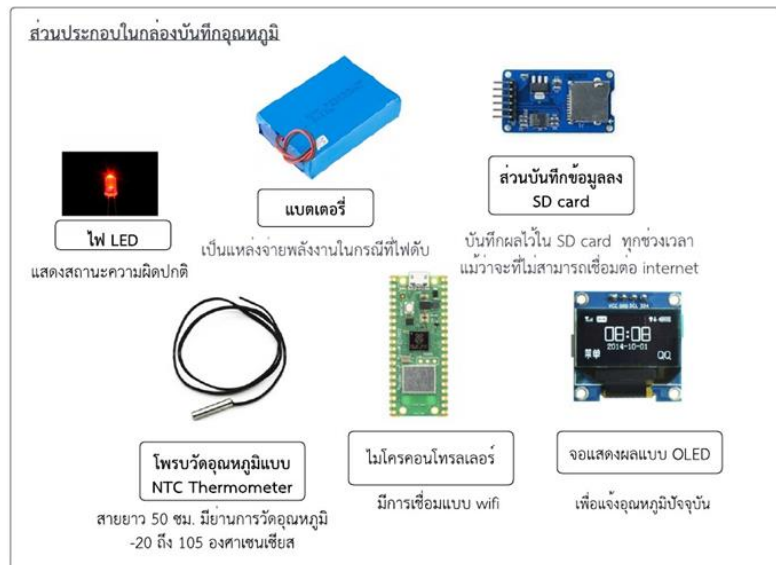


ภาพที่ 1 ภาพรวมของระบบต้นแบบ

สำหรับระบบติดตามอุณหภูมิและความผิดปกติตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง ก็คือ ความถูกต้องและความเสถียรของข้อมูลอุณหภูมิที่ระบบรายงาน โดยจะนำข้อมูลอุณหภูมิที่ได้จากระบบมาเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องและความเสถียรซึ่งดูจากความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิจะอยู่ในช่วงไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส โดยในส่วนของ การวัดอุณหภูมิจะเป็นกล่องบันทึกอุณหภูมิ โดยมีส่วนประกอบในกล่องดังภาพที่ 2 และต้นแบบกล่องบันทึกอุณหภูมิในระบบที่ได้พัฒนา ดังภาพที่ 3 และหน้า Google sheet สำหรับการบันทึกค่าอุณหภูมิของตู้ตามที่มีมาตรฐานกำหนด ดังภาพที่ 4

ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์สำหรับระบบบันทึกและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้แช่น้ำยาและสิ่งส่งตรวจ มีดังนี้

- 1) นำไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการเชื่อม Wi-Fi ในงานนี้จะใช้ raspberry pi รุ่น pico w มาเชื่อมต่อกับโปรบวัดอุณหภูมิแบบ NTC Thermistor 10K +/- 1% สายยาว 50 ซม. มีย่านการวัดอุณหภูมิ -20 ถึง 105 องศาเซลเซียส
- 2) ติดตั้งจอแสดงผลแบบ OLED เพื่อแสดงอุณหภูมิปัจจุบัน และไฟ LED เพื่อแสดงสถานะผิดปกติ
- 3) ใส่ Micro SD card ในการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ซึ่งสามารถบันทึกไว้สำรอง กรณีที่ไม่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้
- 4) เพิ่มแบตเตอรี่ใช้ในกรณีเมื่อไฟดับ



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบในกล่องบันทึกอุณหภูมิของระบบที่ได้พัฒนา

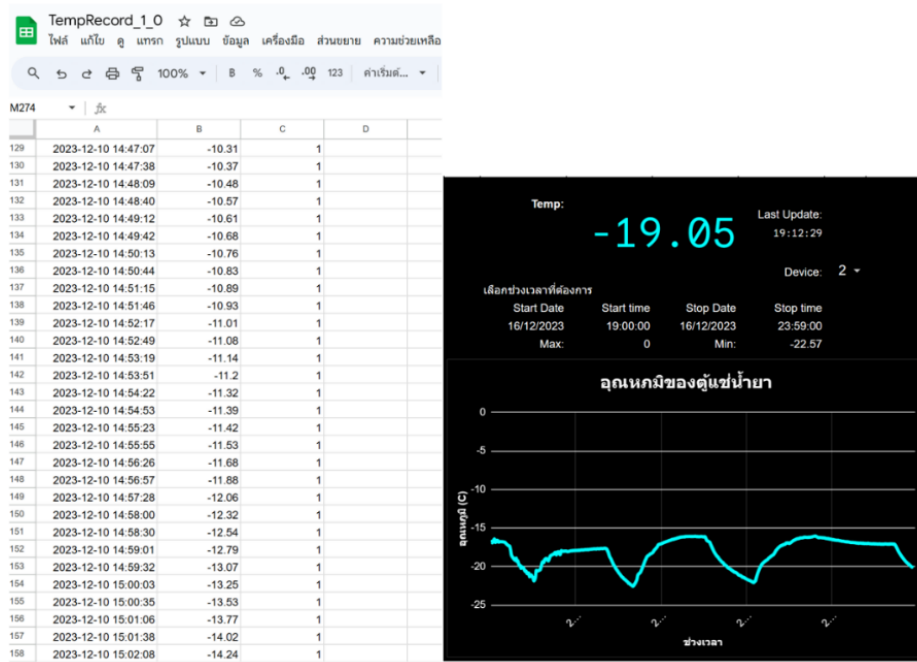
สำหรับขั้นตอนการทำงานของระบบบันทึกและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้แช่น้ำยาและสิ่งส่งตรวจ

- 1) นำกล่องบันทึกอุณหภูมิมาเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน Wi-Fi รวมถึงเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ
- 2) โพรบอ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้ทุก 10-20 วินาที และทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิแบบ Real time ลงใน micro SD card
- 3) จากนั้นจะส่งข้อมูลอุณหภูมิที่วัดได้ไปจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ Google Sheets โดยจะส่งข้อมูลประกอบด้วย ค่าอุณหภูมิ หมายเลขตัววัดอุณหภูมิ และเวลาที่วัด นอกจากนี้ยังสามารถติดตามการบันทึกอุณหภูมิได้จาก Google sheet ผ่านโทรศัพท์ โดยสามารถเลือกช่วงวันและเวลาที่ต้องการ และนำกราฟไปพิมพ์เพื่อทำรายงานประจำเดือนส่งได้ทันที
- 4) มีการแจ้งเตือนผ่านทาง Line application เมื่ออุณหภูมิเกินที่กำหนด



ภาพที่ 3 ต้นแบบกล่องบันทึกอุณหภูมิในระบบที่ได้พัฒนา

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

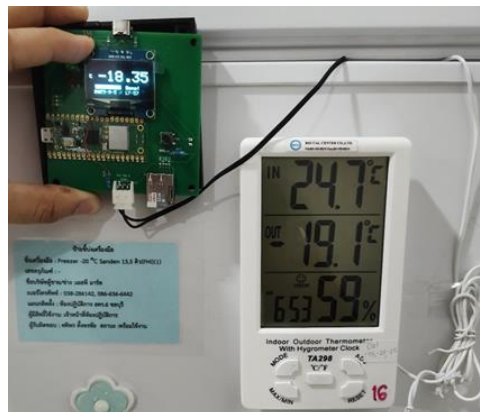


ภาพที่ 4 หน้า Google sheet สำหรับการบันทึกค่าอุณหภูมิของตู้ตามที่มาตราฐานกำหนด

ผลการวิจัย

จากนั้นนำต้นแบบกล่องบันทึกอุณหภูมิในระบบที่ได้พัฒนาไปทดสอบในห้องปฏิบัติการฯ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ชลบุรี ตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิในช่วงระดับ -20 องศาเซลเซียส และตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 2-8 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบการใช้งานนวัตกรรมต้นแบบ สามารถแสดงดังนี้

- 1) ตู้แช่น้ำยาที่ 1 เป็นตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิในช่วงระดับ -20 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบอุปกรณ์วัดอุณหภูมิหน้าตู้แช่น้ำยา พบว่า มีความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิอยู่ในช่วงไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การวัดค่าอุณหภูมิตู้แช่น้ำยาที่ 1

สำหรับในภาพที่ 6 แสดงการบันทึกค่าอุณหภูมิใน Google sheet ผ่านโทรศัพท์ โดยสามารถเลือกช่วงวัน และเวลาที่ต้องการ และนำกราฟไปพิมพ์เพื่อทำรายงานประจำเดือนส่งได้ทันที และเมื่ออุณหภูมิเกินที่กำหนดจะมีไฟแสดงและส่งแจ้งเตือนผ่าน Line application ได้



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้ของตู้แช่น้ำยาที่ 1

- 2) ตู้แช่น้ำยาที่ 2 เป็นตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 2-8 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิหน้าตู้แช่น้ำยาพบว่ามีความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิอยู่ในช่วงไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 7

สำหรับในรูปภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้ของตู้แช่น้ำยาที่ 2 นอกจากนี้ระบบที่พัฒนาบน Google sheet ยังสามารถนำข้อมูลอุณหภูมิแสดงเป็นกราฟและทำการเปรียบเทียบการพล็อตกราฟค่าอุณหภูมิแบบปัจจุบันแสดงได้ดังภาพที่ 9 ส่วนการแจ้งเตือนผ่านทาง Line application เมื่ออุณหภูมิเกินที่กำหนด สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 10 โดยเป็นการเขียน Google Apps Scripts ตรวจสอบอุณหภูมิที่ส่งมายัง Google sheet ถ้ามีอุณหภูมิเกินค่าที่กำหนด จะทำการส่งข้อความไปแจ้งเตือนทาง Line application

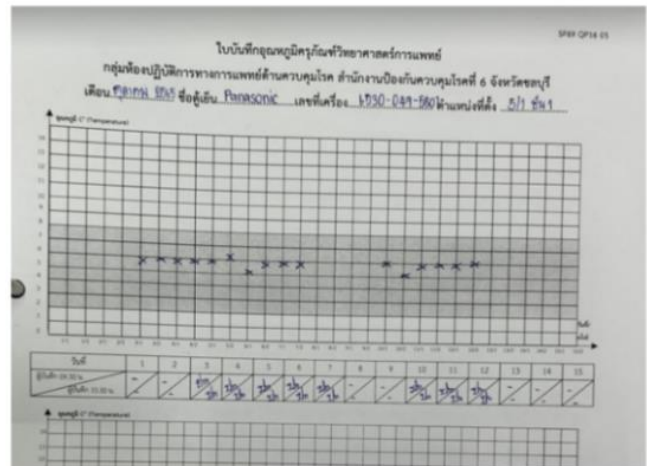
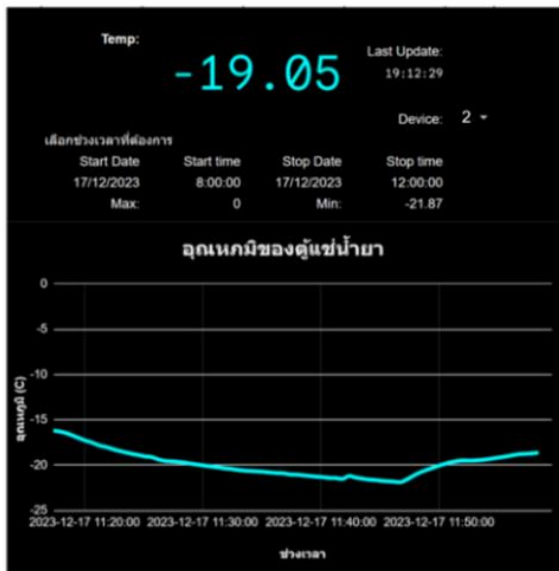


ภาพที่ 7 การวัดค่าอุณหภูมิตู้แช่น้ำยาที่ 2

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้ของตู้แช่น้ำยาที่ 2



ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบการพล็อตกราฟค่าอุณหภูมิแบบปัจจุบันกับระบบที่พัฒนา



ภาพที่ 10 การแจ้งเตือนผ่านทาง Line application และกำหนดค่าแจ้งเตือนบน Google sheet

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบบันทึกและแจ้งเตือนตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยผู้วิจัยได้ให้เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการจำนวน 12 ท่าน ทดสอบการใช้งานและทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อผลการดำเนินงาน ดังตารางที่ 1 จากตารางพบว่าแบบประเมินความพึงพอใจระบบบันทึกและแจ้งเตือนตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผลแบบประเมินในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด โดยผลการประเมินด้านออกแบบอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านประโยชน์ต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด หลังจากทำการติดตั้งใช้งานในห้องปฏิบัติการพบว่ามิตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 2 - 8 องศาเซลเซียสระบบมีการแจ้งเตือนอุณหภูมิมีค่า -2 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้เจ้าหน้าที่ทำการตรวจสอบพบว่ามอเตอร์ตู้เย็นมีเสียงดังและเกิดประกายไฟเกิดขึ้น ซึ่งช่วยทำให้สามารถลดความเสียหายของน้ำยาที่อยู่ในตู้เย็นคิดเป็นมูลค่า 1,046,800 บาท และลดความเสี่ยงที่จะเกิดไฟไหม้ หากไม่มีระบบแจ้งเตือนและเกิดในช่วงที่เป็นวันหยุดยาวอาจเกิดความเสียหายหลายสิบล้านบาท

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจ

รายการ	χ ² (ค่าเฉลี่ย)	S.D.	ความพึงพอใจ
1.ด้านการออกแบบ			
1.1 วัสดุที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์	3.83	0.39	มาก
1.2 ความเหมาะสมอุปกรณ์	4.00	0.00	มาก
1.3 ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์	4.17	0.39	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.00	0.26	มาก
2.ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ			
2.1 ระบบแจ้งเตือนรวดเร็วและทันต่อเวลา	4.50	0.52	มากที่สุด
2.2 ระบบตรวจวัดอุณหภูมิมีความถูกต้องแม่นยำ	4.33	0.49	มากที่สุด
2.3 ระบบสามารถบันทึกค่าอุณหภูมิใน Application / Google sheet / อื่นๆ	4.33	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.38	0.50	มากที่สุด
3.ด้านประโยชน์ต่อการใช้งาน			
3.1 ลดเวลาการทำงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ลดการใช้กระดาษ	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 ลดความเสียหายของน้ำยาและการทดสอบ	4.50	0.52	มากที่สุด
3.4 ลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากความเสียหายที่เกิดขึ้น	4.67	0.49	มากที่สุด
3.5 มีระบบการเตือนสามารถจัดการปัญหาที่เกิดขึ้น อย่างทันเวลา	4.67	0.49	มากที่สุด
3.6 นำข้อมูลอุณหภูมิไปใช้ในงานอื่นๆต่อไป	4.83	0.39	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.77	0.31	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.38	0.35	มากที่สุด

วิจารณ์ผล

จากการสร้างระบบบันทึกและแจ้งเตือนตัวที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการด้วย IoT สำหรับวัดอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ พบว่าอุปกรณ์ต้นแบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ นำมาเปรียบเทียบเป็นเครื่องที่ผ่านการรับรองการสอบเทียบ ISO 17025 แล้ว ซึ่งต้องมีค่า error ไม่เกิน ± 1 °C โดยการใช้งานสามารถแสดงผลข้อมูลแบบออนไลน์ที่สามารถเข้าได้จากมือถือหรือคอมพิวเตอร์ มีการแสดงผลบน Dashboard ที่ง่ายต่อการเข้าใจ รวมไปถึงยังสามารถแจ้งเตือนผ่านทางไลน์เมื่อมีค่าอุณหภูมิออกนอกช่วงที่กำหนด และสามารถจัดเก็บข้อมูลผ่าน Google sheets และส่งข้อมูลออกไปในรูปแบบกราฟ สามารถลดขั้นตอนในการจดบันทึกอุณหภูมิและลดความผิดพลาดของเจ้าหน้าที่ได้ นอกจากนี้อุปกรณ์ยังสามารถปรับค่าต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งานได้ เช่น การปรับความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล การตั้งค่าการแจ้งเตือนผ่านไลน์ ฯลฯ โดยอุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายไวไฟหรือเครือข่ายมือถือ (Pocket Wi-Fi) อีกทั้งอุปกรณ์มีแบตเตอรี่สำรองสามารถใช้งานได้ 12 ชั่วโมง หากไฟดับหรือเครือข่าย Wi-Fi ใช้งานไม่ได้ อุปกรณ์ยังคงสามารถทำงานและส่งข้อมูลได้ตามปกติ นอกจากนี้เจ้าหน้าที่สามารถดูและติดตามอุณหภูมิได้ทุกที่ ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบการใช้งานได้ดังนี้

1) ผลการทดสอบการนำระบบบันทึกและแจ้งเตือนตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการด้วย IoT ที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจริง พบว่า การใช้งานในการวัดอุณหภูมิภายในตู้มีความใกล้เคียงกับอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทำให้ระบบที่พัฒนามีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก แต่การอ่านอุณหภูมิยังช้ากว่าอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ เนื่องจากตั้งความถี่ในการอ่านอุณหภูมิและข้อจำกัดของเซนเซอร์ ซึ่งสามารถปรับการตั้งความถี่ในการอ่านให้เร็วขึ้นได้ แต่ต้องมีการปรับค่าให้เหมาะสมเนื่องจากจะต้องมีการส่งข้อมูลอุณหภูมิไปยัง Google sheet ยิ่งอ่านค่าอุณหภูมิถี่ ๆ จะทำให้จำนวนข้อมูลเพิ่มเป็นจำนวนมาก

2) ระบบแจ้งเตือนผ่าน Line application ในกรณีที่มีค่าอุณหภูมิมีมากกว่าที่กำหนดไว้ ฟังก์ชันสามารถทำได้ดี แต่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลา โครงการนี้ยังเป็นการแจ้งเตือนอย่างง่าย กล่าวคือ จะมีการแจ้งเตือนอยู่ตลอดเวลา ถ้าอุณหภูมิยังสูงกว่าที่กำหนด เมื่อเอาไปเชื่อมกับ Line กลุ่ม จะทำให้มีข้อความเตือนมากจนเกิดความรำคาญได้

3) การบันทึกค่าอุณหภูมิในระบบ Google sheet มีความสะดวกในการเข้าถึงสามารถดูจากทุกที่ทุกอุปกรณ์ สามารถเข้าถึงได้มากกว่า 1 เครื่อง และจำกัดสิทธิ์การเข้าถึงได้ และใช้งานได้ไม่ยาก เหมาะกับเจ้าหน้าที่แต่อาจจะมีหน้าตาของการใช้งานที่ไม่สวยงาม ซึ่งในอนาคตสามารถพัฒนาเป็นเว็บแอป หรือ แอปพลิเคชันบนมือถือได้

4) การบันทึกอุณหภูมิสามารถบันทึกได้เพิ่มตามช่วงที่เหมาะสม ทำให้มีการจดบันทึกอุณหภูมิได้ครอบคลุม 24 ชั่วโมง ซึ่งปกติจะต้องใช้เจ้าหน้าที่ทำการจดบันทึกอุณหภูมิวันละ 2 รอบ ทำให้ไม่สามารถติดตามอุณหภูมิช่วงเวลากลางคืนหรือในช่วงวันหยุดยาวได้

สรุปผล

ในการพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการด้วยระบบบันทึกและแจ้งเตือนตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ได้ทำการสร้างระบบสำหรับติดตามอุณหภูมิและความผิดปกติของตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา คือ เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ด้านควบคุมโรคที่ 6 ชลบุรี โดยจะมีน้ำยาที่ใช้ในการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่มีการแช่โดยมีอุณหภูมิ 2 แบบ คือ 1) ตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิในช่วงระดับ -20 องศาเซลเซียส 2) ตู้เก็บน้ำยาที่มีการควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 2-8 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการใช้งานเก็บข้อมูลอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องด้วยระบบบันทึกและแจ้งเตือนตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการด้วย IoT สำหรับวัดอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลอุณหภูมิที่บันทึกได้สามารถนำมาทำเป็นสถิติอุณหภูมิประจำเดือน โดยสามารถสร้างเป็นรายงานหรือกราฟเพื่อแสดงผลข้อมูลอุณหภูมิในรูปแบบที่ช่วยให้เข้าใจข้อมูลได้ง่ายหรือปรับให้เข้ากับรายงานตามแบบมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบข้อมูลเพื่อความถูกต้องและความสมบูรณ์ รวมทั้งจัดเก็บข้อมูลในระยะยาวในรูปแบบที่ง่ายต่อการเข้าถึงและการสืบค้น และมีการประเมินและปรับปรุงเพื่อตรวจสอบผลข้อมูลเพื่อประเมินว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้องและปรับปรุงระบบหากจำเป็น เช่น การปรับค่าสัญญาณเตือนหรือการปรับแต่งระบบควบคุมอุณหภูมิ รวมถึงการสอบเทียบของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิให้มีความแม่นยำ และเพิ่มรูปแบบการแจ้งเตือนรวมถึงการตอบสนอง ในกรณีที่มีการตรวจพบความผิดปกติของอุณหภูมิ ระบบควรแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันหรือรูปแบบแจ้งเตือนอื่นๆ ที่ได้กำหนดไว้ และควรมีการตอบสนองทันทีเมื่อมีการแจ้งเตือนโดยปรับให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย เนื่องจากระบบบันทึกและแจ้งเตือนตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการด้วย IoT สำหรับวัดอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการเป็นแค่การรายงานผลและแจ้งเตือน ดังนั้นควรมีการบริหารจัดการความเสี่ยงและรับมือกับปัญหาในกรณีที่มีความผิดปกติ เช่น อุณหภูมิในตู้แช่น้ำยาเกินค่าที่กำหนดหรือตู้แช่น้ำยาเสีย ควรมีแผนดำเนินการที่ช่วยในการรับมือและแก้ไขปัญหาเพื่อลดมูลค่าความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ชลบุรี ตลอดจนหัวหน้าห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการทุกท่านที่สนับสนุนงานวิจัยจนสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กฤตพร เอี่ยมสอั้ง. 2562. การพัฒนาระบบเซ็นเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบคุณภาพของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ IoT และ FOSS4G. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- กฤษณา แก้วผุดผ่อง, โสมรศมี พิบูลย์มณี และปิยวัฒน์ ชนวนารี. 2563. การพัฒนาระบบตรวจวัดอุณหภูมิห้องเซิร์ฟเวอร์ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง. น. 28 - 38. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ PULINET ครั้งที่ 10 : Library Transformation in a Disrupted World. 8-9 มกราคม 2563. สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยทักษิณ. สงขลา.
- ณัฐพล เจริญศิริ, ประชาสันต์ แวนไธสง และกฤษณพล เกิดทองคำ. 2020. ระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิและความชื้นสำหรับห้องควบคุมไฟฟ้าสำหรับบริษัทสงวนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด. Rattanakosin Journal of Science and Technology: RJST 2020. 2(3): 119-132.
- วิจิตตรา คุ่มวงษ์ และสรวง รุ่งประกายพรรณ. 2022. การพัฒนาชุดอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับติดตามอุณหภูมิและความชื้นของการเก็บรักษายา. Thai Bulletin of Pharmaceutical Sciences. 17(2): 101-118.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2559. อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (internet of things) กับการศึกษา. วารสารนวัตกรรมสื่อสารสังคม. 6(2): 83-92.
- สกรณ บุษบง และคณะ. 2563. การพัฒนาระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งกรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทธโสสง อำเภอฟุทโสสง จังหวัดบุรีรัมย์. วารสารวิชาการนวัตกรรมการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 7(1): 40-50.
- Rajkumar Buyya and Amir Vahid Dastjerdi. 2016. Internet of things: principles and paradigms. Amsterdam: Morgan Kaufmann.

พัฒนาเว็บแอประบบติดตามและจัดการโครงการวิจัยที่ควบคุมโดยที่ปรึกษา Develop of Consult Track Research Project Management System

ปกรณ์เกียรติ ยะสาร^{1*} พชรดนัย จันทะคุณ¹ พงษ์พิชญ์ เลิศเจริญวุฒา¹ ศุภชัย คนเที่ยง¹ ธงรบ อักษร¹
ธนพงศ์ นิตยะประภา¹ และภวัต ฉิมเล็ก¹

Pakonkiat Yasan^{1*}, Phatcharadanai Jantakoon¹, Phongphit Loescharoenwutha¹, Suphachai Khonthiang¹,
Thongrob Auxsorn¹, Thanapong Nitayapapar¹, and Parwat Chimlek¹

¹สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก
เลขที่ 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹Information Technology branch Faculty of Science and Technology Pibulsongkram Rajabhat University Phitsanulok
Province Number 156 Village No. 5, Plai Chumphon Subdistrict Mueang District, Phitsanulok Province 65000

*Corresponding author E-mail: pakonkiat.y@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์คือ การพัฒนาเว็บแอปติดตามและจัดการการทำโครงการวิจัยที่มีการควบคุมโดยที่ปรึกษา เพื่อประเมินความพึงพอใจพัฒนาเว็บแอประบบติดตามและจัดการงานวิจัยที่ควบคุมโดยที่ปรึกษา โดยจะคำนึงถึงการแสดงผลข้อมูลโครงร่างงานวิจัยของนักศึกษาและควบคุมการทำงานในแต่ละส่วนให้อยู่ในกรอบที่อาจารย์ที่ปรึกษาต้องการ พร้อมทั้งจัดการจัดเก็บและแสดงผลโครงร่างไว้เป็นตัวอย่างในการใช้ศึกษา โดยใช้ในกลุ่มตัวอย่างเป็นการใช้การสอบถามในการใช้งานเว็บแอประบบติดตามและจัดการปัญหาพิเศษที่ควบคุมโดยที่ปรึกษาของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 แบบเจาะจง ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ผลการประเมินคุณภาพของเว็บแอปนี้ ภาพรวมอยู่ในระดับมากและผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อเว็บแอป ภาพรวมอยู่ในระดับมากจากผลประเมินดังกล่าว ทำให้ภาयरรวมของการทำงานและการใช้งานของเว็บแอปนี้อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: วิจัย, ควบคุม, แสดงผล, โครงร่าง, เว็บแอป

Abstract

This research aims Develop of Consult Track Research Project Management System The evaluation of satisfaction involves the Develop of Consult Track Research Project Management System. The study considers the presentation of student research outlines and controls the workflow in each section, adhering to the desired framework outlined by the advisor. Additionally, the research focuses on organizing, storing, and showcasing outlines as study examples. The web app was utilized in a specific sample group consisting of 4-year students from the Faculty of Science and Technology, Information Technology branch, at Pibulsongkram Rajabhat University.

The assessment of the web app's quality reveals an overall high level, and the satisfaction evaluation from the sample group indicates a similarly high level. These results affirm that the overall functionality and usability of the web app are at a commendable level.

Keywords: special issue, control, display, outlines, web application

บทนำ

ในปัจจุบัน, ทุคมหาวิทยาลัย ต่างก็มีนโยบายที่กำหนดเป้าหมายก่อนจบการศึกษาหรือโครงการวิจัยจบการศึกษา เรื่องนี้มีอยู่ทั้งในแต่ละคณะ การที่นักศึกษาจะต้องจัดทำโปรเจกต์หรือวิจัยจบการศึกษานั้นเป็นการทดสอบที่จำเป็นเพื่อผ่านวิชาหรือขั้นตอนการจบการศึกษา เริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหาที่นักศึกษาจะต้องแก้ไข และการทำงานนี้ต้องผ่านกระบวนการที่ซับซ้อน โดยมีที่ปรึกษาคำแนะนำ นักศึกษาจะต้องดำเนินการต่าง ๆ เช่น การส่งงานเอกสาร, การติดตามข้อมูลจากอาจารย์ที่ปรึกษา, และการรายงานการทำงาน การทำงานทั้งหมดนี้ต้องมีการจัดการให้เป็นระบบเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพ. นอกจากนี้, การจัดการงานที่เกี่ยวข้องกับอาจารย์ที่ปรึกษาก็ต้องมีการจัดเก็บงานและข้อมูลของนักศึกษาหรือที่เกี่ยวข้อง, เนื่องจากมีการรับนักศึกษาเข้ามาทำงานวิจัยในทุกปี การสะสมงานทำให้การตรวจสอบนั้นมีความซับซ้อน และเมื่อเทียบกับการทำงานแบบกระดาษที่ต้องใช้เวลาในการส่งข้อมูลและรอการตอบ, การใช้ระยะเวลาในการรับ-ส่งเอกสาร, ทำให้เห็นถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เช่น ความล่าช้าในการสื่อสารและเสี่ยงต่อการสูญหายหรือทำลายของเอกสาร (อินทอรุ ประจักษ์และชเนตติ ชเนตติ, 2565).

เพื่อต้องการแก้ไข รับงานเอกสารโดยใช้ความรวดเร็ว สามารถจัดส่งและตรวจสอบได้ตลอดและไม่ต้องใช้เวลามากกับการทำงานเอกสารในรูปแบบกระดาษ จัดการการทำงานและลดข้อผิดพลาดและการสูญหายของข้อมูลและสามารถใช้งานได้นอนอินเทอร์เน็ตได้ จึงควรจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดส่งข้อมูลในรูปแบบไฟล์เอกสาร ซึ่งเป็นระบบ ซึ่งมีความปลอดภัยสูงกว่า ช่วยให้ทั้งนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาสะดวกในการตรวจสอบและจัดเก็บข้อมูลอีกทั้งยังสามารถแก้ไขข้อมูลได้ ลดการผิดพลาดของข้อมูล ลดต้นทุนในการจัดเก็บและจัดทำเอกสารและค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นรูปแบบการเดินทางและความรวดเร็วในการทำงานและการจัดส่ง

ดังนั้น ผู้วิจัย จึงจัดทำพัฒนาเว็บแอประบบติดตามและจัดการโครงการวิจัยที่ควบคุมโดยที่ปรึกษาที่ควบคุมโดยที่ปรึกษาเพราะระบบเทคโนโลยีนั้นได้เข้ามามีบทบาทสำคัญ ทั้งในเรื่องของการบริหารข้อมูล การติดตาม และการนำข้อมูลจากปีที่ผ่านมาขึ้นมาแสดงให้ศึกษาได้ อีกทั้งถูกต้องและแม่นยำเชื่อถือได้ มีอุปกรณ์เครื่องมือพร้อม ใ้การใช้งาน (มนพ การกล้า ,ชูศักดิ์ เอกเพชร และ นัฏจรี เจริญสุข, 2565) เว็บไซต์เป็นแพลตฟอร์มที่มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของผู้คน ไม่ว่าจะเป็นเพื่อความบันเทิง, ข่าวสาร, หรือความรู้ต่างๆ ผ่านทางคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ โดยเว็บไซต์ที่มีหลายหน้าเว็บเชื่อมกันในเว็บเดียว ถูกสร้างขึ้นด้วยภาษาทางคอมพิวเตอร์และมีหลายรูปแบบ เช่น เว็บไซต์ส่วนตัว, เว็บไซต์ธุรกิจ, เว็บไซต์องค์กรการศึกษา และอื่นๆ ทำให้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและน่าสนใจการนำเสนอในรูปแบบเว็บไซต์ช่วยลดเวลาในการจัดการเอกสารและเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งานมากขึ้น นักศึกษาสามารถส่งปัญหาที่พบเข้าสู่ระบบเพื่อให้อาจารย์ตรวจสอบและเพิ่มระบบความคืบหน้าในการส่งงาน อีกทั้ง ระบบยังช่วยให้อาจารย์สามารถตรวจสอบงานที่ผ่านมาในปีก่อนเพื่อให้ให้นักศึกษารุ่นใหม่ได้ศึกษา เพื่อเพิ่มความเข้าใจในระบบมากขึ้นการปรับระบบให้เข้ากับยุคสมัยมีความคาดหวังว่าจะช่วยลดปัญหาในการจัดการเอกสาร และเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งงาน. ระบบนี้ยังสามารถให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งานทั้งนักศึกษาและอาจารย์ นอกจากนี้การตรวจสอบงานที่ผ่านมายังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาและพัฒนาระบบให้ดียิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

- 1.1 กลุ่มที่ 1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
- 1.2 กลุ่มที่ 2 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน

2. เครื่องมือในการจัดทำ

2.1 เครื่องมือในการจำลองเว็บและการเขียนระบบ: Visual studio , Xampp

2.2 ภาษาในการใช้พัฒนาระบบ: HTML CSS JavaScript PHP Mysql

3. การพัฒนา

3.1 วิเคราะห์ปัญหาจากสิ่งที่เกิดขึ้นรอบตัวที่เกี่ยวข้องและเก็บรวบรวมข้อมูล การนำข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การแก้ไขปัญหา และความต้องการของผู้ใช้

3.2 ออกแบบและพัฒนา แบ่งเป็นส่วนของนักศึกษาและที่ปรึกษา โดยคำนึงถึงความสะดวกการใช้งาน ความรวดเร็ว ผ่านการเขียนภาษา Html และ Css ในการออกแบบหน้าเว็บ การเพิ่มลูกเล่นหรือฟังก์ชันผ่านภาษา Java Script และทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลและเพิ่มการใช้งาน เพิ่ม ลบ ข้อมูลผ่านภาษา PHP กำหนดการ จัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้, ไฟล์ผ่าน Mysql และกำหนดความคืบหน้าพร้อมแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จ

4. ทดสอบและประเมิน

4.1 นำกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้มาทดสอบการใช้งานของตัวระบบพร้อมประเมินประสิทธิภาพการทำงาน เพื่อความพร้อมในการใช้งาน พร้อมเพิ่มคำแนะนำ และแนวทางการแก้ไขในอนาคต

4.2 แบบประเมินความพึงพอใจประสิทธิภาพและความตอบสนองความต้องการใช้งานเว็บแอป จากกลุ่ม ตัวอย่างนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน วิเคราะห์โดยใช้แบบประเมิน 5 ระดับโดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) Mean $x = (w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots + w_n) / n$ ดังนี้ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.50-5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50-5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50-4.49 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50-3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50-2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

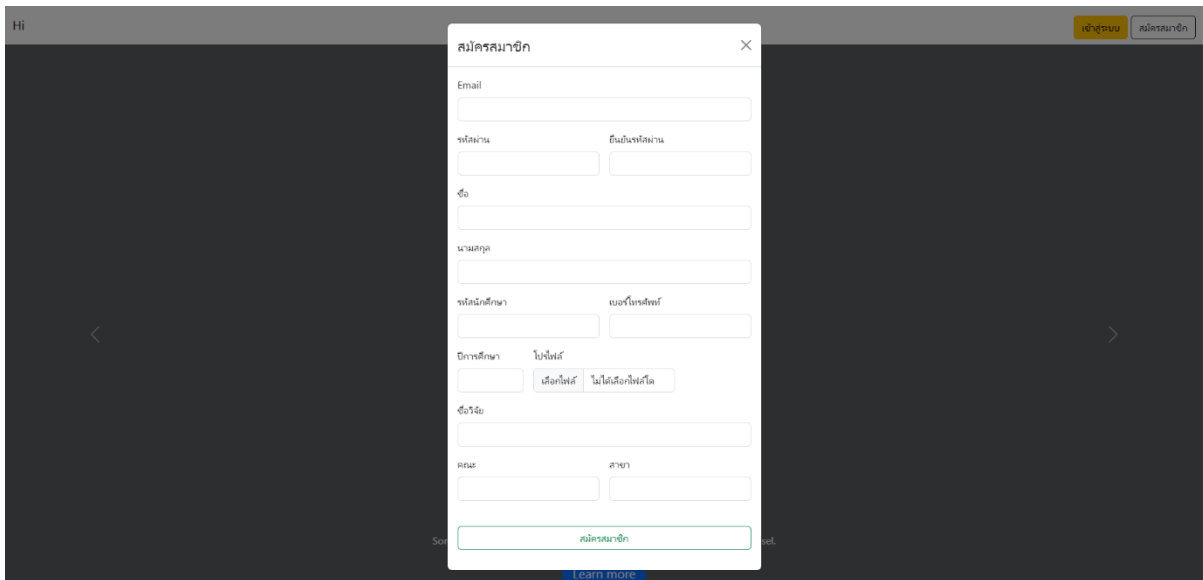
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00-1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

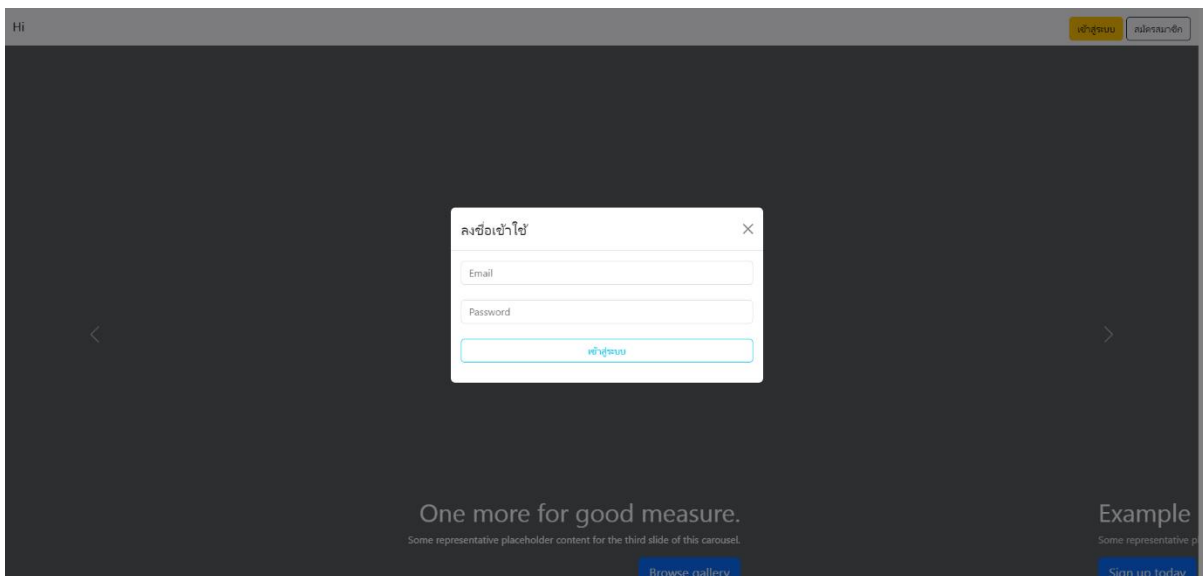
ผลการวิจัยแสดงว่าระบบโครงร่างปัญญาพิเศษที่จัดทำและแสดงผลผ่านเว็บแอปได้รับความพึงพอใจจาก นักศึกษาชั้นปีที่ 4 โดยทั่วไปมีระดับความพึงพอใจที่สูง โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุดทั้งในด้านการ ทำงานของระบบ, การใช้งานของระบบ, และประโยชน์ที่ได้รับจากระบบ

แบบประเมินความพึงพอใจประสิทธิภาพและความตอบสนองความต้องการใช้งานเว็บแอปโครงร่าง ปัญหาพิเศษ จากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน วิเคราะห์โดยใช้แบบประเมิน 5 ระดับโดย วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย(\bar{X}) Mean $x = (w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots + w_n) / n$

รูปแบบการใช้งานในส่วนของนักศึกษา



ภาพที่ 1 การสมัครสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 2 ล็อกอินเข้าสู่ระบบการใช้งาน

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ	นามสกุล
Pakonkiat	Yasan
Email	เบอร์โทรศัพท์
pakonkiatket@gmail.com	0898390719

ข้อมูลโครงงาน

รหัสนักศึกษา	ปีการศึกษา	
6312224023	2564	
ชื่อวิจัย	คณะ	สาขา
ระบบจัดการทรัพยากรมนุษย์ตรวจสอบผ่านเว็บไซต์	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เทคโนโลยีสารสนเทศ

แก้ไขข้อมูล

ภาพที่ 3 หน้าแรกและแสดงข้อมูลของ User

Upload file

เลือกไฟล์ | ไม่ได้เลือกไฟล์ใด

Upload

File Name	Upload Date	Status
ไฟล์งานโครงงานวิจัย.docx	2024-02-14 16:40:51	รอดำเนินการ
Resume-Pakonkiat Yasan (1).pdf	2024-02-14 16:40:58	รอดำเนินการ
บทคัดย่อ1.docx	2024-02-14 16:41:03	รอดำเนินการ

File Name	Upload Date
ไฟล์งานโครงงานวิจัย.docx	2024-02-14 16:40:51
Resume-Pakonkiat Yasan (1).pdf	2024-02-14 16:40:58
บทคัดย่อ1.docx	2024-02-14 16:41:03

ภาพที่ 4 เป็นการจัดส่งไฟล์หรือสิ่งที่ต้องการให้ตรวจสอบ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

ชื่อ
Pakonkiat

นามสกุล
Yasan

ปีการศึกษา
2564

โครงการ
ระบบจัดการโครงการโดยจรรยาบรรณที่ปรึกษา

เลือกไฟล์

ประวัติการส่ง

File Name	Upload Date	สถานะ
ส่งไม่ตรงเวลาที่ ขาด.pdf	2024-02-14 16:41:16	ส่งแล้ว

ภาพที่ 5 เป็นการ Upload งานวิจัยที่เสร็จแล้ว

โครงการทั้งหมด

โครงการที่แสดงผลนี้ เป็นโครงการที่ผ่านการตรวจโดยที่ปรึกษาและได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่แล้ว ซึ่งนำมาแสดงเพื่อให้นักศึกษาในปัจจุบัณ

ค้นหา

2563	2563	2564
ระบบติดตามและจัดการงานวิจัยที่ตามกลุ่มที่ปรึกษา ปัทมณีนันท์ ธีลสาร	ระบบตรวจสอบภายในมือ พัชรตโม ชิงทองคุณ	ระบบจัดการโครงการโดยจรรยาบรรณที่ปรึกษา Pakonkiat Yasan
<input type="button" value="ดูโปรเจกต์"/> <input type="button" value="จากหน้าแรก"/>	<input type="button" value="ดูโปรเจกต์"/> <input type="button" value="จากหน้าแรก"/>	<input type="button" value="ดูโปรเจกต์"/> <input type="button" value="จากหน้าแรก"/>

[Back to top](#)

ภาพที่ 6 หน้าแสดงงานวิจัยที่เสร็จสมบูรณ์ทั้งหมดของนักศึกษา

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

ติดต่อ

ชื่อ: Pakonkiat นามสกุล: Yasan

Email: pakonkiatket@gmail.com

Title: เนื้อหา

ส่ง

Social Media

Facebook: <https://www.facebook.com/>

Line: <https://line.me/tb/>

Instagram: <https://www.instagram.com/>

ภาพที่ 7 หน้าสำหรับติดต่อกับอาจารย์ที่ปรึกษา

ความคืบหน้า

10%

section 1

section 2

section 3

section 4

section 5

section 6

section 7

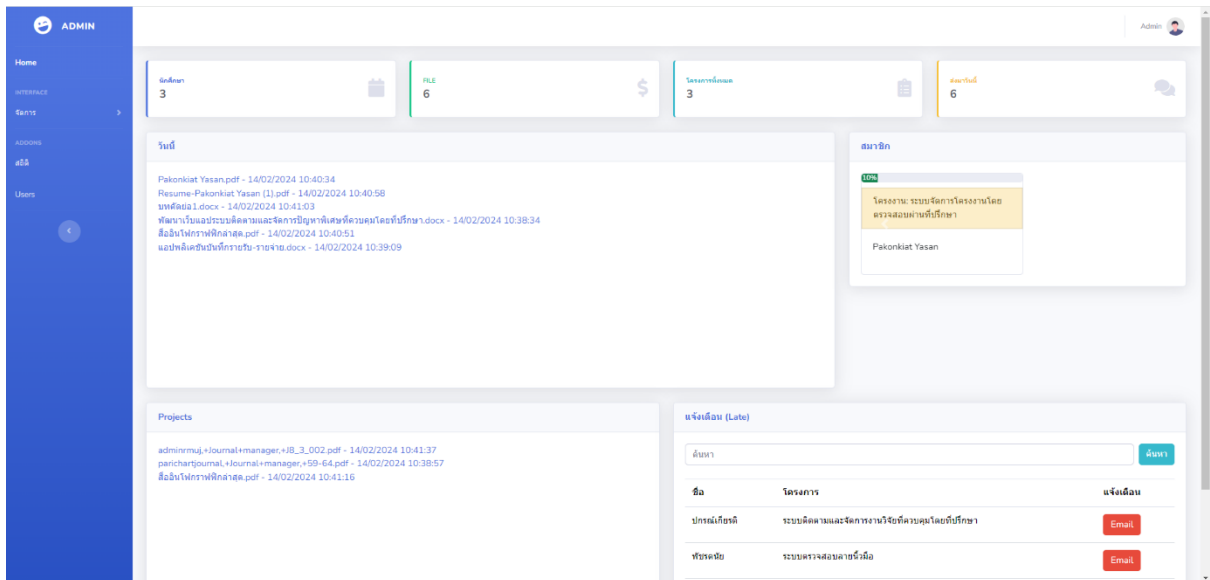
section 8

section 9

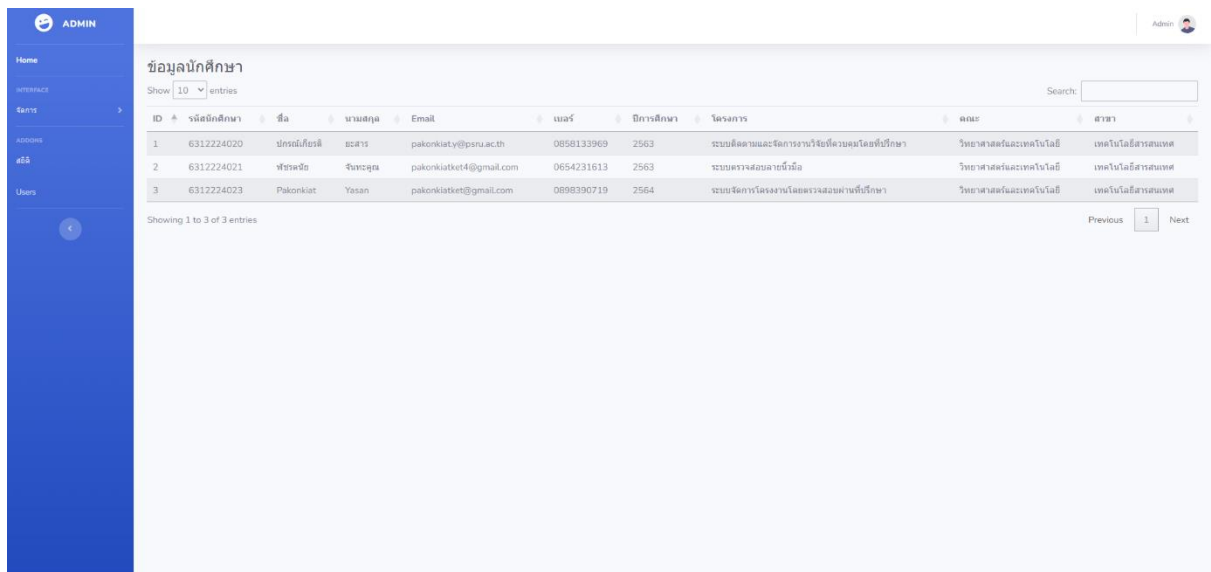
รูปที่ 8 หน้าอัปเดตความคืบหน้างานวิจัยของนักศึกษา

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

รูปแบบการใช้งานของที่ปรึกษา

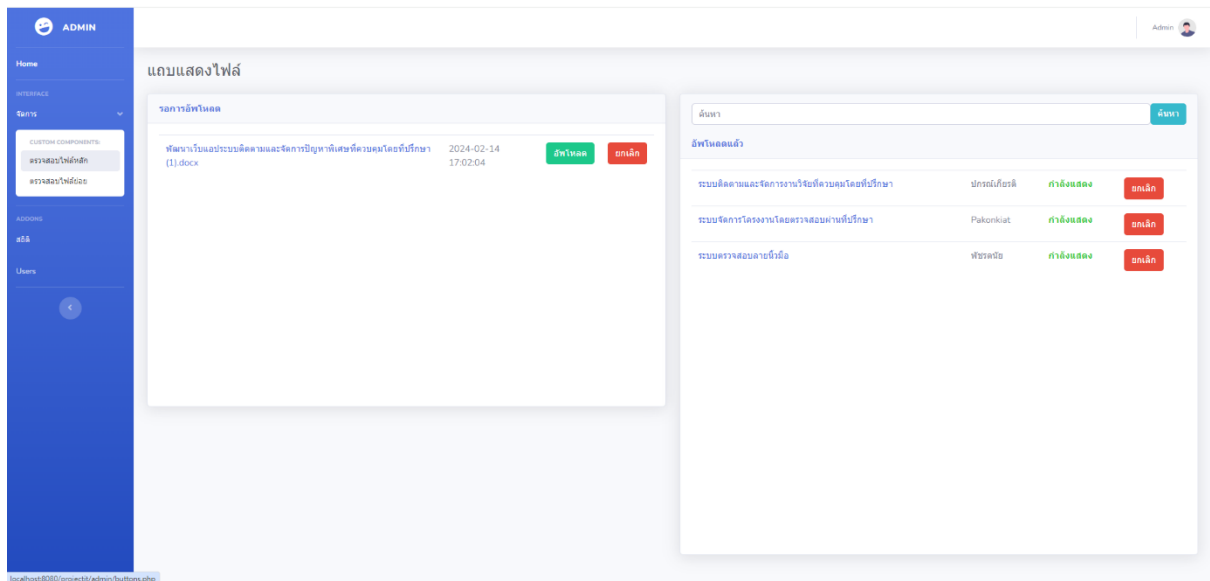


ภาพที่ 9 หน้าตรวจสอบและแสดงการส่งข้อมูลการทำงานของนักศึกษา

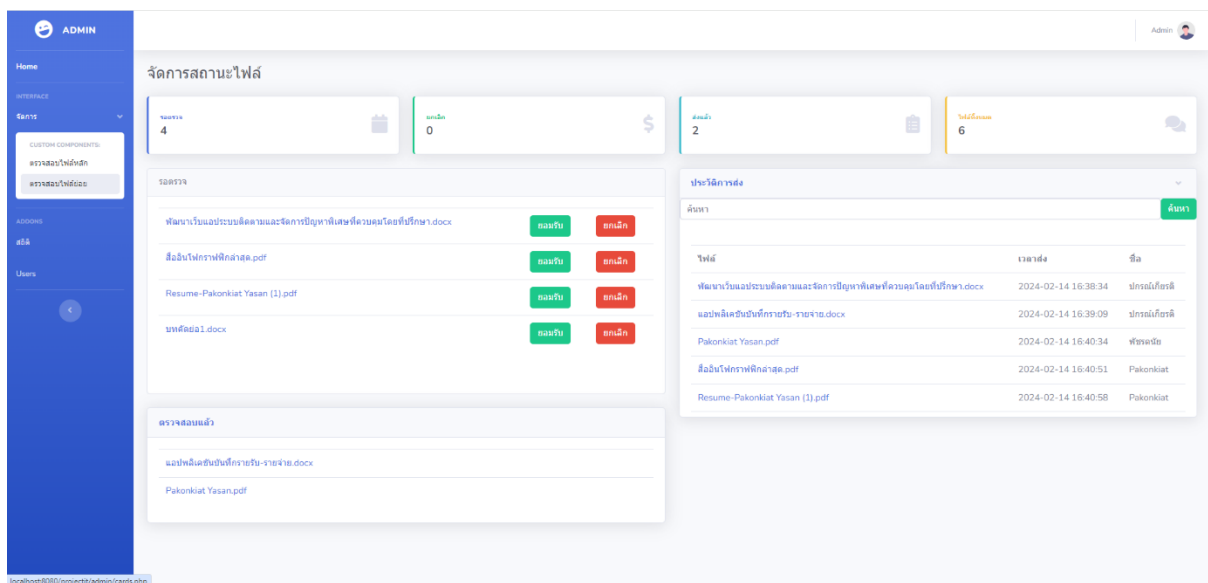


ภาพที่ 10 หน้าแสดงข้อมูลของนักศึกษา

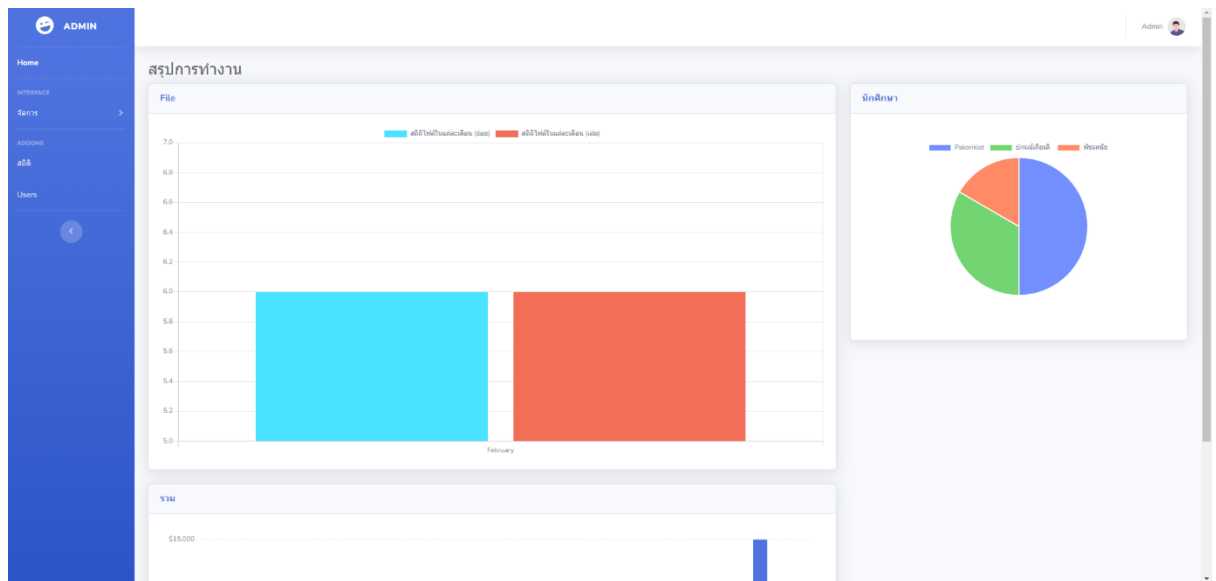
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 11 แสดงงานวิจัยทั้งหมดของนักศึกษา Upload แสดงไว้ที่หน้าแสดงโครงการงาน(ภาพที่ 6)



ภาพที่ 12 หน้าแสดงไฟล์ย่อยและการตรวจสอบจากนักศึกษาที่ส่งมา



ภาพที่ 13 แสดงสถิติในแต่ละเดือน

ผลการประเมินผลการศึกษาความพึงพอใจกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เว็บไซต์โครงร่างปัญหาพิเศษของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน

รายงาน	(\bar{x})	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1.การประเมินความสามารถในด้านการทำงาน			
1.1ความพึงพอใจในการใช้งานเว็บไซต์	4.8	0.41	มากที่สุด
1.2แสดงข้อมูลนักศึกษาได้ถูกต้อง	4.65	0.48	มากที่สุด
1.3แสดงงานวิจัยของนักศึกษาได้ถูกต้อง	4.5	0.51	มากที่สุด
1.3แจ้งเตือนงานของนักศึกษา	4.45	0.51	มาก
รวม	4.6	0.48	มากที่สุด

2. การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ

2.1ความง่ายในการใช้งาน	4.75	0.44	มากที่สุด
2.2ข้อมูลเป็นปัจจุบันและถูกต้อง	4.4	0.50	มาก
2.3เนื้อหาและข้อมูลสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	4.6	0.50	มากที่สุด
รวม	4.55	0.49	มากที่สุด

3. การประเมินด้านประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบ

3.1สามารถจัดเก็บงานวิจัยและนำไปศึกษาได้	4.45	0.48	มาก
3.2ช่วยลดต้นทุนในการจัดเก็บและจัดทำเอกสารและค่าใช้จ่ายต่างๆ	4.85	0.36	มากที่สุด
3.3สามารถดูรายละเอียดผลงานวิจัยได้	4.5	0.51	มากที่สุด
3.4ลดการเกิดความเสียหายผลงานวิจัย	4.7	0.47	มากที่สุด
3.5ช่วยให้จัดเก็บข้อมูลของนักศึกษาได้อย่างถูกต้อง	4.6	0.50	มากที่สุด
รวม	4.62	0.49	มากที่สุด
โดยรวม	4.59	0.48	มากที่สุด

วิจารณ์ผล

ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและติดตามโครงการวิจัย โดยการวิเคราะห์แบบประเมินจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของระบบมีระดับประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าต่อการใช้งานของระบบนี้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา พบว่าระบบมีประสิทธิภาพสูงในด้านต่าง ๆ ซึ่งอาจหมายถึงความเรียบง่ายในการใช้งาน ประสิทธิภาพของการตรวจสอบและติดตาม

สรุปผล

ผลการพัฒนาเว็บแอประบบติดตามและจัดการโครงการวิจัยที่ควบคุมโดยที่ปรึกษา ที่จัดทำในรูปแบบเว็บสามารถเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการจัดส่ง สามารถจัดเก็บข้อมูลของนักศึกษาและผลงานวิจัย โดยมีผลมากกับนักศึกษาที่ต้องใช้ในการจัดส่งซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายและลดระยะเวลาในการเตรียมเอกสารเปรียบเทียบกับระบบเดิมที่ใช้การส่งผลงานในรูปแบบเล่ม โดยสรุปข้อมูลการประเมิน

ด้านการทำงานของระบบ (Average: \bar{X} =4.60, Standard Deviation: S.D.=0.48)

ด้านการใช้งานของระบบ (Average: \bar{X} =4.55, Standard Deviation: S.D.=0.49)

ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากระบบ (Average: \bar{X} =4.62, Standard Deviation: S.D.=0.49)

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาวัต ฉิมเล็ก อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานนี้ ที่ได้ให้คำแนะนำ, แนวคิด, และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดระหว่างการทำเนินโครงการจนกระทั่งเสร็จสิ้น และช่วยให้โครงการนี้สามารถเสร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณนักศึกษาชั้นปีที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทุกท่านที่ได้ร่วมมือในการทดลองใช้งานเว็บไซต์ ทำให้โครงการนี้สามารถประสบความสำเร็จได้อย่างดีเยี่ยม. ความร่วมมือและความทุ่มเทของทุกท่านเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้โครงการนี้เป็นที่สำเร็จ

นายปกรณ์เกียรติ ยะสาร

นายพัชรดนัย จันทะคุณ

เอกสารอ้างอิง

มนพ การกล้า ,ชูศักดิ์ เอกเพชร และ นัญจวี เจริญสุข. 2565. การพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศออนไลน์เพื่อการบริหารงานของโรงเรียนในเครือข่ายศรีลันตา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดกระบี่.

อินทอร ปะจิกะ และ ชเนตตี ชเนตตี. 2565. การปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดเก็บเอกสารโดยใช้แนวคิดของการคิดเชิงออกแบบเพื่อการยกระดับสู่สำนักงานอัจฉริยะ.

เว็บไซต์ คืออะไร สิ่งที่ต้องรู้ก่อนเริ่มทำเว็บไซต์ด้วยตัวเอง. 2565. แหล่งข้อมูล:asria.
<https://asria.org/basic-website-knowledge/>. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2566.

การจัดกลุ่มนักเรียนยากจนพิเศษตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง

Clustering of Poverty-Stricken Students using Machine Learning Based on Indirect Income Measurement

ชนัตตา สำราญพิศ^{1*} อรอนงค์ ทองหล่อ² และมงคล ทะกอง³

Chanudda Sumranpit^{1*}, Onanong Thonglor² and Mongkhon Thakong³

¹วิทยาการข้อมูลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

²สำนักวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

³ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

¹Data Science and Information Technology, Udon Thani Rajabhat University

²Office of General Education, Udon Thani Rajabhat University

³Data Analytics and Artificial Intelligence Center, Udon Thani Rajabhat University

*Corresponding author E-mail: chanuddaauy2020@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้เพื่อจัดกลุ่มนักเรียนยากจนพิเศษตามเกณฑ์การคัดกรองรายได้ทางอ้อม และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองเครื่องในการจัดกลุ่มนักเรียนตามเกณฑ์คัดกรองรายได้ทางอ้อมของนักเรียน จำนวน 507 คน ในโรงเรียนชุมชนบ้านหนองคัน (320 คน) และโรงเรียนบ้านห้วยส้ม (187 คน) ในปีการศึกษา 2565 โดยใช้วิธี K-means, Hierarchical, และ Expectation Maximization: EM แบ่งเป็น 3 กลุ่ม พบว่า EM Clustering มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยสามารถแบ่งเป็น Cluster0 คือกลุ่มปกติหรือใกล้เคียงยากจน (14%), Cluster1 คือกลุ่มยากจน (44%), และ Cluster2 คือกลุ่มความยากจนพิเศษ (42%) ใกล้เคียงกับระบบกองทุนเสมอภาคเพื่อการศึกษา (กสศ.) มากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดกลุ่ม, การเรียนรู้ของเครื่อง, การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม

Abstract

This research aims to develop a machine learning model to group economically disadvantaged students based on indirect income screening criteria. The study compares the performance of the models in grouping students according to the indirect income screening criteria of 507 students from two community schools, namely Nongkhan Village School (320 students) and Huaysom Village School (187 students), during the academic year 2022. The K-means, Hierarchical, and Expectation Maximization (EM) methods were employed to create three clusters. The findings reveal that the EM Clustering method demonstrated the highest efficiency, dividing the students into Cluster 0 (14%), representing the normal or near-economically disadvantaged group; Cluster 1 (44%), representing the economically disadvantaged group; and Cluster 2 (42%), representing the special economically disadvantaged group. These clusters closely align with the Equal Education Fund (EEF) system, highlighting the EM method's superior performance.

Keywords : Clustering, Machine Learning, Proxy Means Test

บทนำ

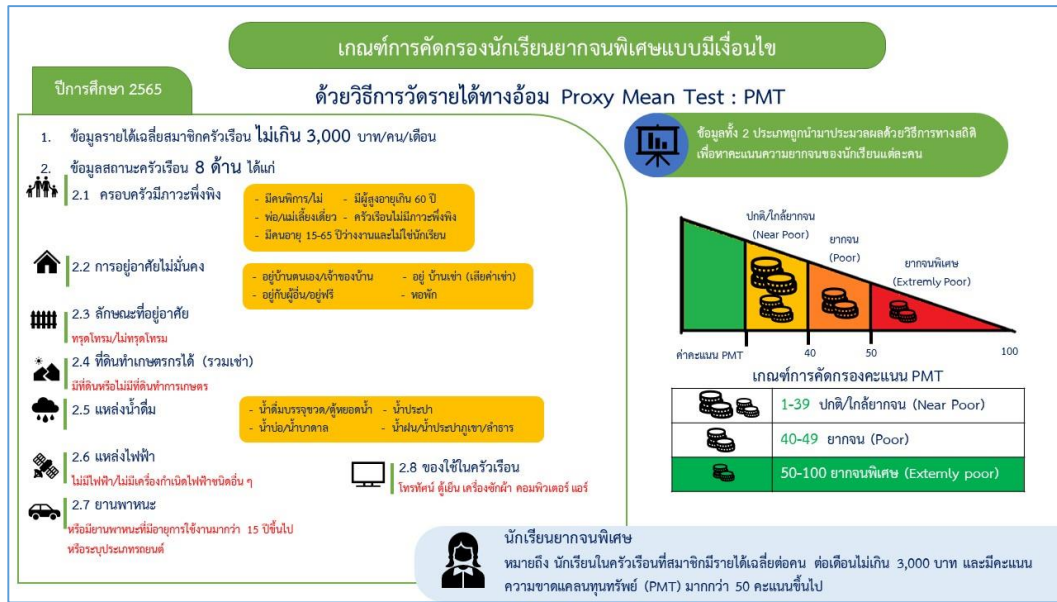
กระบวนการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อผู้เรียน เพราะกระบวนการเรียนรู้เป็นปัจจัยส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษาของประเทศไทยเริ่มตั้งแต่ระดับอนุบาล ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา รวมถึงระดับอุดมศึกษาสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องและผลสัมฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การจัดการสภาพแวดล้อมทางการเรียนเป็นสิ่งสำคัญควรส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางด้านร่างกาย ด้านจิตใจ และด้านครอบครัว ก็จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ แต่เนื่องด้วยปัจจุบันนักเรียนที่อยู่ต่างจังหวัดส่วนมากจะกระทบปัญหาทางการเงินเพราะสภาพครอบครัวที่มีอาชีพไม่ได้มีรายได้มากเท่าที่ควรและปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ส่งผลกระทบต่อการกีดกันในการเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนในระบบโรงเรียน ซึ่งเป็นเหตุผลที่สำคัญทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาไทยในปัจจุบัน ดังนั้นการเกิดกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษาซึ่งทำงานร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ความช่วยเหลือส่งเสริมพัฒนาและสนับสนุนเงิน และค่าใช้จ่ายให้แก่เด็กและเยาวชนซึ่งขาดแคลนทุนทรัพย์ และผู้ด้อยโอกาสจนสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยการคัดกรองผ่านระบบสารสนเทศปัจจัยพื้นฐานนักเรียนยากจน (Conditional Cash Transfer : CCT) ซึ่งเสนอวิธีการคัดกรองโดยกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (กสศ.) กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา. (2561) ภายใต้เงื่อนไขกำหนดการพิจารณาคัดกรองข้อมูลนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น รายได้เฉลี่ยสมาชิกครัวเรือนไม่เกิน 3,000 บาท/คน/เดือน และข้อมูลสถานะครัวเรือน 8 ด้าน เป็นต้น ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวเป็นที่น่าสนใจในการวิเคราะห์ เพราะนักเรียนมีความหลากหลายกลุ่ม ไม่เพียงแต่กลุ่มนักเรียนยากจนพิเศษตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม (Proxy Means Test: PMT) ของ กสศ. เท่านั้น ทำให้ข้อมูลที่สำคัญยังไม่ครอบคลุมกลุ่มนักเรียนที่ยังขาดโอกาสอีกมากมาย ดังนั้นเพื่อให้การวิเคราะห์เงื่อนไขกำหนดการพิจารณาคัดกรองข้อมูลนักเรียนในด้านต่าง ๆ ได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นโดยอาศัยหลักการจากระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วยองค์ความรู้ที่สำคัญ เพื่อจัดกลุ่มนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้นของการกำหนดวางแผนหรือดำเนินกลยุทธ์แก้ไขปัญหาของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการช่วยเหลือนักเรียนหรือผู้ด้อยโอกาสทางการศึกษา ให้ครอบคลุมมากที่สุด

ผู้วิจัยเล็งเห็นประเด็นที่น่าสนใจในการพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้การจัดกลุ่มนักเรียน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการพิจารณาจัดสรรทุนการศึกษานักเรียนยากจนพิเศษ ตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม และจัดกลุ่มนักเรียนที่มีความยากจนแต่ไม่ได้รับทุน เพื่อนำข้อมูลไปช่วยสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และส่งเสริมสนับสนุนเพื่อช่วยพิจารณาทุนการศึกษาหรือการพัฒนาคุณภาพชีวิตสำหรับนักเรียนที่ด้อยโอกาสในรูปแบบอื่นๆ ที่เหมาะสมต่อไป

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การคัดกรองนักเรียนยากจนพิเศษแบบมีเงื่อนไข

การคัดกรองเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการในการดูแลให้ความช่วยเหลือนักเรียนอย่างมีรูปแบบและขั้นตอนอย่างชัดเจน พร้อมทั้งมีวิธีการกิจกรรม และเครื่องมือการใช้เกณฑ์การคัดกรองนักเรียนยากจนพิเศษแบบมีเงื่อนไข ดังภาพที่ 1 และมีครูที่ปรึกษาเป็นบุคลากรหลักในการดำเนินงานและประสานความร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับครูที่เกี่ยวข้องหรือบุคคลภายนอกที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการส่งเสริมสนับสนุนจากโรงเรียน สำนักพัฒนาหลักประกันโอกาสทางการศึกษา. (2565)



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงเกณฑ์การคัดกรองนักเรียนยากจนพิเศษแบบมีเงื่อนไข

การคำนวณหาค่า PMT ความยากจนของนักเรียน ได้แจกแจงลักษณะเฉพาะของครัวเรือนแต่ละครัวเรือนแต่ละจังหวัดมีคะแนนความยากจน PMT (\check{b}_{jp}) โดยการปรับค่าสัมประสิทธิ์โดยประมาณ (\check{b}_{jp}) ให้อยู่ในช่วงระหว่าง 0 - 100 โดยหารแต่ละสัมประสิทธิ์ด้วยผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ครัวเรือน จากนั้นคูณด้วย 100 แล้วปัดเศษให้ใกล้เคียงที่สุดจำนวนเต็ม Tapanat. (2019) ดังสมการที่ (1)

$$\check{b}_{jp} = \left[\frac{\hat{b}_{jp}}{\sum_{j=1}^k \hat{b}_{jp}} \times 100 \right] \forall j = [1, k], p = [1, 10]. \quad (1)$$

และกำหนดให้นักเรียนแต่ละคนในชุดข้อมูลการทดสอบจะมีคะแนนความยากจน PMT ดังสมการที่ (2)

$$pmtscore_i = \sum_{j=1}^k x_{ijp} \check{b}_{jp} \forall i = [1, n_{test}]. \quad (2)$$

2.2 อัลกอริทึมการจัดกลุ่ม (Clustering Algorithms)

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบกลุ่ม ใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่องรูปแบบไม่มีครูสอน (Unsupervised learning) ที่วิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่มีการกำหนดเป้าหมาย priori. (2562)

2.2.1 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-Means) เป็นวิธีการขั้นตอนวิธีที่ใช้งานได้ง่ายและได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการจัดกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะเป็นจุดข้อมูล (Data points) โดยการทำงานของ K-Means จะแบ่งข้อมูลเป็นกลุ่มๆ โดยกลุ่มที่ได้จะมีความคล้ายคลึงกันที่สุดในกลุ่มเอง และแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ โดยอัลกอริทึม K-Means ทำงานโดยการกำหนดจำนวนกลุ่ม (K) ที่ต้องการแบ่งข้อมูล และทำการคำนวณหาจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของแต่ละกลุ่มโดยอ้างอิงจากระยะห่าง (Distance) ของจุดข้อมูลจากจุดศูนย์กลางพจนาน. (2562), นัยรัตน์ และคณะ (2566)

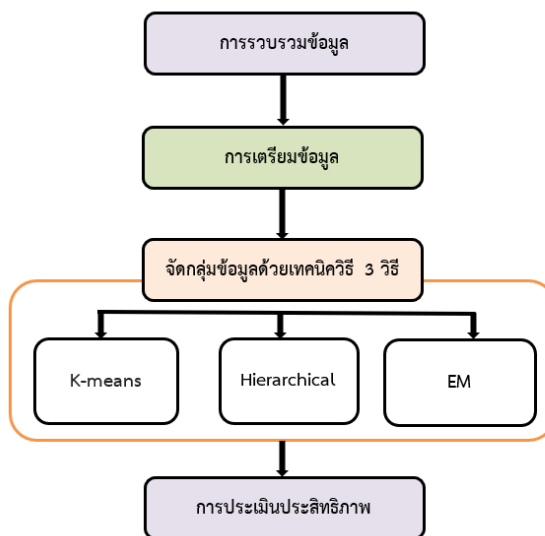
2.2.2 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบลำดับขั้น (Hierarchical Clustering) การแบ่งกลุ่มประเภทนี้จะสร้างให้เกิดต้นไม้ของกลุ่มข้อมูลขึ้น เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลำดับขั้น

2.2.3 การจัดกลุ่มข้อมูลแบบ Expectation Maximization (EM) เป็นวิธีการคำนวณโดยใช้พื้นฐานของการประมาณค่าภาวะน่าจะเป็นสูงสุดประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนแรกคือการประมาณค่าคาดหวัง

(Expectation: E-step) และขั้นตอนที่สองคือวิธีการใช้ค่าสูงสุด (Maximization : M-step) การทำงานของ EM ช่วยให้เราสามารถจัดกลุ่มข้อมูลที่มีความหลากหลายและซับซ้อนได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อการจัดกลุ่มนักเรียนยากจนพิเศษตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อมด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง โดยจะมีการสร้างแบบจำลองและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียนรู้ของแบบจำลองการจัดกลุ่มนักเรียนยากจนพิเศษตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม ดังขั้นตอนต่อไปนี้ 1) การรวบรวมข้อมูล 2) การเตรียมข้อมูล 3) จัดกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิควิธี 3 วิธี และ 4) การประเมินประสิทธิภาพ โดยแสดงภาพรวมขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการเก็บและรวบรวมข้อมูลนักเรียนผู้วิจัยใช้แบบขอรับเงินอุดหนุนนักเรียนยากจน นร.01/กสศ.01 ของโรงเรียนชุมชนบ้านหนองคัน และโรงเรียนบ้านห้วยส้ม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย เขต 2 จำนวน 507 คน โดยเก็บและรวบรวมข้อมูลแบบนร.01/กสศ.01 ทั้ง 3 ด้านรวม 25 คุณลักษณะ ตัวอย่างดังภาพที่ 3 ได้แก่

1. ข้อมูลนักเรียน
2. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (รวมนักเรียน)
3. ข้อมูลสถานะทางครัวเรือนจากครูที่ปรึกษาในระดับชั้นอนุบาล 2 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

โรงเรียน	ระดับชั้น	ได้สวัสดิการของรัฐ	นักเรียนอาศัยกับใคร	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน	รายได้เฉลี่ยครัวเรือนต่อคน	มีคนพิการ/ไม่	มีผู้สูงอายุเกิน 60/ไม่	พ่อแม่เลี้ยงเดี่ยว	ปีว่างงานและไม่ใช่	ครัวเรือนไม่มีภาวะพึ่งพิง	การอยู่อาศัย	สภาพบ้านหลัง
school	class	Welfare registration	Living	Family member	Av_Income	Disable person	Elderly people	Single parent	Unemployed	households	Residence	House con
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	9	888.89	มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	เจ้าของบ้าน	ไม่
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	9	311.11	ไม่	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	เจ้าของบ้าน	ไม่
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	8	337.50	มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	เจ้าของบ้าน	ไม่
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	3	866.67	ไม่	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	อยู่กับผู้อื่น	ไม่
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	5	1,140.00	ไม่	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	เจ้าของบ้าน	ไม่
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	6	350.00	ไม่	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	เจ้าของบ้าน	ไม่
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	9	411.11	มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	เจ้าของบ้าน	ไม่
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	5	300.00	ไม่	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	อยู่กับผู้อื่น	ไม่
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	9	366.67	ไม่	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	เจ้าของบ้าน	ไม่
nongkangschool	อนุบาล 2/1	ไม่	พ่อ/แม่	8	287.50	มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	เจ้าของบ้าน	ไม่

ภาพที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลที่รวบรวมในรูปแบบไฟล์ Excel

การแสดงรายละเอียดของตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะสำคัญของข้อมูลนักเรียนดังตารางที่ 1
ตารางที่ 1 ตารางแสดงรายละเอียดของตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะสำคัญของข้อมูลนักเรียน

ที่	คุณลักษณะ	คำอธิบาย
1	school	โรงเรียน
2	class	ระดับชั้น
3	Living	นักเรียนอาศัยอยู่กับใคร (1=กับผู้ปกครอง, 2=กับนายจ้าง, 3=กับญาติ)
4	Family member	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (ระบุเป็นตัวเลข เช่น 3)
5	Av_Income	รายได้เฉลี่ยครัวเรือนต่อคน (ระบุเป็นตัวเลข เช่น 4000)
6	Disable person	มีคนพิการ/ไม่ (0=no , 1=yes)
7	Elderly people	มีผู้สูงอายุเกิน 60/ไม่ (0=no , 1=yes)
8	Single parent	พ่อแม่เลี้ยงเดี่ยว (0=no , 1=yes)
9	Unemployed	มีคนอายุ 15-65 ปีว่างงานและไม่ใช่นักเรียน/นักศึกษา (0=no , 1=yes)
10	households	ครัวเรือนไม่มีภาวะพึ่งพิง (yes/no)
11	Residence	ประเภทที่อยู่อาศัย (1=เป็นเจ้าของ, 2= ให้เช่า, 3= อื่นๆ)
12	House condition	สภาพบ้านทรุดโทรม/ไม่ (0=no , 1=yes)
13	Toilet	มีห้องน้ำ/ไม่ (0=no , 1=yes)
14	farmer	ทำเกษตรกร/ไม่ (0=no , 1=yes)
15	drinking water	แหล่งน้ำดื่ม (1=น้ำดื่มบรรจุขวด, 2=น้ำประปา, 3=น้ำบาดาล, 4=น้ำฝน/ลำธาร)
16	electricity	แหล่งไฟฟ้า (0=no , 1=yes)
17	Private car	มีรถยนต์นั่งส่วนบุคคล/ไม่ (0=no , 1=yes)
18	Other private vehicles	มีรถจักรยานยนต์/รถบรรทุก/ตู้ หรือไม่ (0=no , 1=yes)

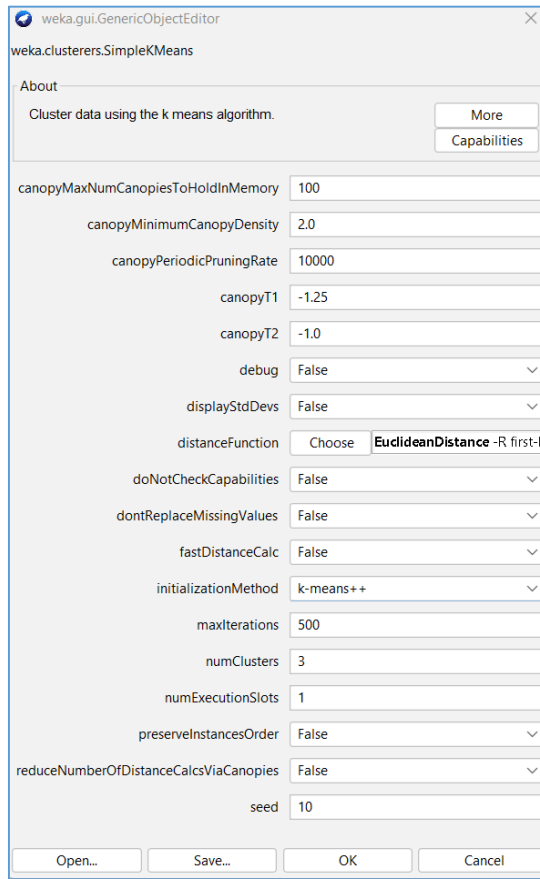
ที่	คุณลักษณะ	คำอธิบาย
19	Agricultural vehicles	มีรถไถ/เกี่ยวข้าว อื่น ๆ หรือไม่ (0=no , 1=yes)
20	motorcycle	มีรถมอเตอร์ไซด์/เรือประมงที่บ้าน (0=no , 1=yes)
21	Computer	มีคอมพิวเตอร์หรือไม่ (0=no , 1=yes)
22	Air	มีแอร์หรือไม่ (0=no , 1=yes)
23	TV	มีทีวีจอแบนหรือไม่ (0=no , 1=yes)
24	washing machine	มีเครื่องซักผ้าหรือไม่ (0=no , 1=yes)
25	refrigerator	มีตู้เย็นหรือไม่ (0=no , 1=yes)

3.2 การเตรียมข้อมูลเพื่อจัดกลุ่ม การเปลี่ยนแปลงข้อมูล (Data Transformation) จากข้อมูลการคัดกรองนักเรียนยากจนตามแบบ นร.01 ของนักเรียน ระดับชั้นอนุบาล 2 ถึง ม.3 โรงเรียนชุมชนบ้านหนองคัน จำนวน 319 คน และโรงเรียนบ้านห้วยส้ม จำนวน 188 คน ปีการศึกษา 2565 รวมทั้งสิ้น 507 คน ได้นำมาจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ Excel จากนั้นนำมา Data Transformation และการแทนค่าข้อมูลจากรูปแบบตัวอักษรให้เป็นรูปแบบตัวเลขตามคำอธิบายในตารางที่ 1 และแสดงตัวอย่างข้อมูลดังภาพที่ 4

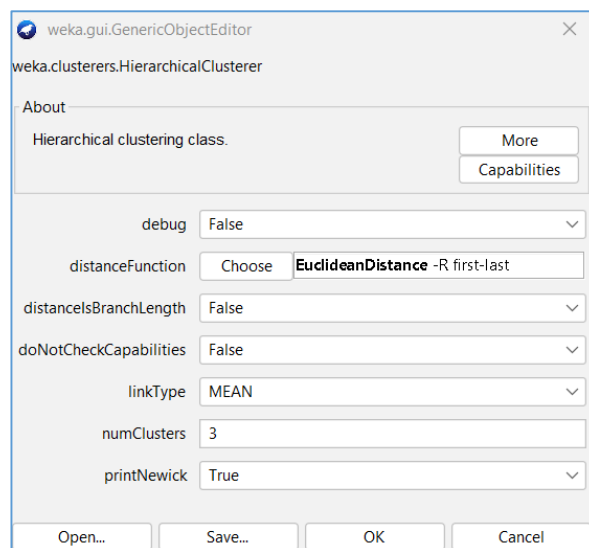
1	School	class	Living	Family	mei	Av_	Incom	Disable	per	Elderly	pec	Single	pare	Unemploye	household	Residence	House	con	Toilet	farmer	drinking	w.electricity
2	nongkhun	a2	1	9	889	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	4	1
3	nongkhun	a2	1	9	311	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	4	1
4	nongkhun	a2	1	8	338	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	4	1
5	nongkhun	a2	1	3	867	0	0	0	0	0	1	1	3	0	1	0	1	0	1	0	1	1
6	nongkhun	a2	1	5	1140	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	4	1
7	nongkhun	a2	1	6	350	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
8	nongkhun	a2	1	9	411	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	4	1
9	nongkhun	a2	1	5	300	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	0	1	0	1	1	1
10	nongkhun	a2	1	9	367	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
11	nongkhun	a2	1	8	288	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4	1
12	nongkhun	a2	3	5	8000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

ภาพที่ 4 การแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตัวเลข

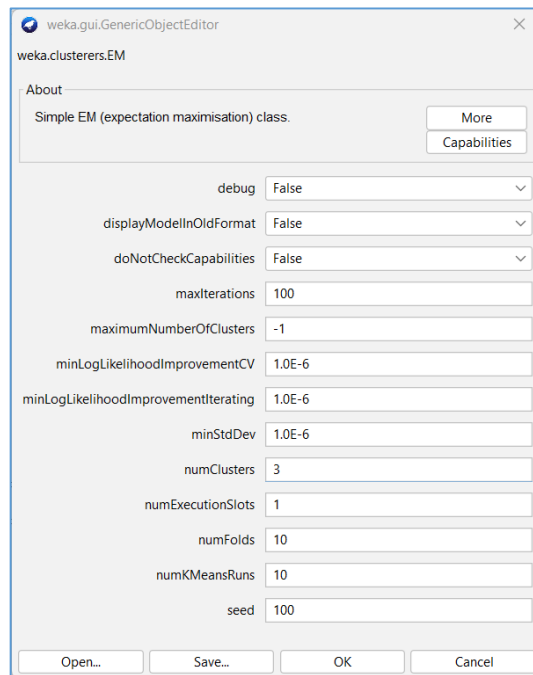
3.3 จัดกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิควิธี 3 วิธี สร้างแบบจำลองใช้เครื่องมือโปรแกรม Weka Version 3.9.6 ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีการ 3 วิธี ได้แก่ K-means, Hierarchical และ EM โดยนำเข้าข้อมูลที่จัดเตรียมไฟล์ excel รูปแบบนามสกุล .csv จำนวน 25 คุณลักษณะ รวมทั้งสิ้น 507 ชุดข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยกำหนดจำนวนกลุ่มเป็น K เท่ากับ 3 สอดคล้องกับความหมายได้แก่ กลุ่มที่ 1 นักเรียนปกติ กลุ่มที่ 2 นักเรียนยากจน และกลุ่มที่ 3 นักเรียนยากจนพิเศษ โดยกำหนดการวัดระยะห่างด้วยวิธีการ Euclidean Distance และจำนวน K-Fold Cross validation เท่ากับ 10 เพื่อสร้างแบบจำลองการจัดกลุ่มของนักเรียน 3 กลุ่ม ดังภาพที่ 5-7



ภาพที่ 5 การกำหนดค่าการจัดกลุ่มแบบ K-Means



ภาพที่ 6 การกำหนดค่าการจัดกลุ่มแบบ Hierarchical



ภาพที่ 7 การกำหนดค่าการจัดกลุ่มแบบ EM

3.4 การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองด้วยโปรแกรม WEKA เพื่อหาความสัมพันธ์ของกลุ่มความยากจนของนักเรียน ทั้ง 3 กลุ่ม เป็นการประเมินแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยวิธีที่ 1 การจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-Means Clustering) คำนวณระยะห่างเพื่อคำนวณด้วยวิธี Euclidean Distance และจำนวน K fold เท่ากับ 10, วิธีที่ 2 การจัดกลุ่มแบบลำดับขั้น (Hierarchical Clustering) คำนวณด้วยวิธี Euclidean Distance กำหนด LinkType เท่ากับ MEAN และจำนวน K fold เท่ากับ 10 และวิธีที่ 3 การจัดกลุ่มแบบ EM คำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ย (MEAN) และ จำนวน K fold เท่ากับ 10 ซึ่งเป็นการคำนวณเปรียบเทียบค่าระยะห่างที่ใกล้เคียงที่สุดเปรียบเทียบเวลาที่เร็วที่สุดของแต่ละวิธี และเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการจัดกลุ่มนักเรียนยากจนตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม ทั้ง 3 วิธี

ซึ่งจะแสดงถึงผลลัพธ์การจัดกลุ่มนักเรียนยากจนตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม ทั้งวิธีการ K-means , Hierarchical และ EM จำนวน 3 กลุ่ม ที่แสดงถึงจำนวนนักเรียนที่แบ่งกลุ่มตามความยากจน ดังนี้

Cluster0 แทนด้วย นักเรียนกลุ่มปกติ (Normal)

Cluster1 แทนด้วย นักเรียนกลุ่มยากจน (Poor)

Cluster2 แทนด้วย นักเรียนกลุ่มยากจนพิเศษ (Extremely Poor)

ผลการวิจัย

ผลการทดลองงานวิจัยโดยใช้โปรแกรม Weka ในการประมวลผลการวิเคราะห์วิธีการจัดกลุ่มทั้ง 3 วิธี คือ การจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-Means) การจัดกลุ่มแบบลำดับขั้น (Hierarchical) และการจัดกลุ่มแบบ EM ผลการทดลองการจัดกลุ่มนักเรียนตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม ซึ่งได้ผลการจัดกลุ่มจำนวน 3 กลุ่ม โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบกับระบบ กสศ.จากรายชื่อนักเรียนที่ได้รับทุนคือนักเรียนยากจนพิเศษ นำมาเปรียบเทียบแบบจำลองโดยใช้อัลกอริทึมทั้ง 3 วิธี โดยใช้จำนวนนักเรียน 507 คน ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 โรงเรียน ตามตารางที่ 2 - 4

ตารางที่ 2 แสดงผลสรุปของการจัดกลุ่มแบบ K-Means

Cluster	ความหมายของกลุ่ม	K-means Clustering		
		Instances	Percent	Time
Cluster0	กลุ่มปกติ	158	31%	0.01
Cluster1	กลุ่มยากจน	170	34%	
Cluster2	กลุ่มยากจนพิเศษ	179	35%	
Total		507	100%	

จากตารางที่ 2 พบว่าการจัดกลุ่มแบบเคมี K-Means ผลลัพธ์กลุ่ม Cluster0 คือกลุ่มปกติจำนวน 158 คน ร้อยละ 31 กลุ่ม Cluster1 คือกลุ่มยากจนจำนวน 170 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และกลุ่ม Cluster2 คือกลุ่มความยากจนพิเศษจำนวน 179 คน คิดเป็นร้อยละ 35 ใช้เวลาประมวลผล เท่ากับ 0.01 วินาที

ตารางที่ 3 แสดงผลสรุปของการจัดกลุ่มแบบ Hierarchical

Cluster	ความหมายของกลุ่ม	Hierarchical Clustering		
		Instances	Percent	Time
Cluster0	กลุ่มปกติ	119	23%	0.18
Cluster1	กลุ่มยากจน	257	51%	
Cluster2	กลุ่มยากจนพิเศษ	131	26%	
Total		507	100%	

จากตารางที่ 3 พบว่าการจัดกลุ่มแบบลำดับขั้น Hierarchical ผลลัพธ์แต่ละกลุ่มประกอบด้วย Cluster0 คือกลุ่มปกติจำนวน 119 คน ร้อยละ 23 กลุ่ม Cluster1 คือกลุ่มยากจนจำนวน 257 คน คิดเป็นร้อยละ 51 และกลุ่ม Cluster2 คือกลุ่มความยากจนพิเศษจำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 26 ใช้เวลาในการประมวลผล เท่ากับ 0.18 วินาที

ตารางที่ 4 แสดงผลสรุปของการจัดกลุ่มแบบ EM

Cluster	ความหมายของกลุ่ม	EM Clustering		
		Instances	Percent	Time
Cluster0	กลุ่มปกติ	72	14%	0.06
Cluster1	กลุ่มยากจน	222	44%	
Cluster2	กลุ่มยากจนพิเศษ	213	42%	
Total		507	100%	

จากตารางที่ 4 พบว่าการจัดกลุ่มแบบ EM Clustering ของกลุ่ม ประกอบด้วย Cluster0 คือกลุ่มปกติจำนวน 72 คน ร้อยละ 14 กลุ่ม Cluster1 คือกลุ่มยากจนจำนวน 222 คน คิดเป็นร้อยละ 44 และ กลุ่ม Cluster2 คือกลุ่มความยากจนพิเศษจำนวน 213 คน คิดเป็นร้อยละ 42 ใช้เวลาในการประมวลผล เท่ากับ 0.06 วินาที

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละแบบจำลอง

Cluster	K-means Clustering			Hierarchical Clustering			EM Clustering		
	Instances	Percent	Time	Instances	Percent	Time	Instances	Percent	Time
Cluster0	158	31%	0.01	119	23%	0.18	72	14%	0.06
Cluster1	170	34%		257	51%		222	44%	
Cluster2	179	35%		131	26%		213	42%	
Total	507	100%		507	100%		507	100%	

จากตารางที่ 5 พบว่าเทคนิควิธีการ EM Clustering มีประสิทธิภาพดีที่สุด เพราะมีจำนวนนักเรียนยากจนพิเศษ ที่สอดคล้องกับข้อมูลอย่างแท้จริงมากที่สุด ประกอบด้วย Cluster0 คือกลุ่มปกติจำนวน 72 คน ร้อยละ 14 Cluster1 คือกลุ่มยากจนจำนวน 222 คน คิดเป็นร้อยละ 44 และ Cluster2 คือกลุ่มความยากจนพิเศษจำนวน 213 คน คิดเป็นร้อยละ 42 ใช้เวลา ประมวลผลใช้เวลา 0.06 วินาที

สรุปผลและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้การจัดกลุ่มนักเรียนยากจนพิเศษตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อม และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการจัดกลุ่มนักเรียนยากจนตามเกณฑ์การคัดกรองการวัดรายได้ทางอ้อมของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 507 คน แบ่งเป็นโรงเรียนชุมชนบ้านหนองคัน จำนวน 320 คน และโรงเรียนบ้านห้วยส้ม จำนวน 187 คน ปีการศึกษา 2565 จำนวน 25 คุณลักษณะ โดยทดสอบการจัดกลุ่มด้วยขั้นตอนวิธีการ 3 วิธี ได้แก่ K-means , Hierarchical และ Expectation maximization : EM แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย Cluster0, Cluster1, และ Cluster2 ซึ่งจากการทดสอบทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีการจัดกลุ่มแบบ EM Clustering มีค่าจำนวนนักเรียนใน Cluster0 คือกลุ่มปกติหรือใกล้ยากจน (Normal Poor) ได้ 72 (14%) , Cluster1 คือกลุ่มยากจน (Poor) ได้ 222 (44%) และ Cluster2 คือกลุ่มความยากจนพิเศษ (Extremely Poor) ได้ 213 (42%) ซึ่งใกล้เคียงกับในระบบกองทุนเสมอภาคเพื่อการศึกษา (กสศ.) มากที่สุด จึงทำให้ประสิทธิภาพของการจัดกลุ่มใกล้เคียงที่สุด

จากผลจากการวิจัยสามารถทำให้นำข้อมูลนักเรียนที่ยากจนแต่ไม่ได้รับเงินปัจจัยพื้นฐานนักเรียนยากจนพิเศษจากหน่วยงานภายนอก ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และยังช่วยลดความเหลื่อมล้ำของนักเรียน ในการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยจะทำการทดสอบขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มที่เป็นนักเรียนกลุ่มปกติ และนักเรียนกลุ่มยากจนตลอดจนหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดและชัดเจนเพื่อสรุปให้ได้ว่าป็นนักเรียนปกติหรือยากจน เพื่อจะได้ช่วยเหลือนักเรียนอย่างเหมาะสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างยิ่ง จากโรงเรียนชุมชนบ้านหนองคัน โรงเรียนบ้านห้วยส้ม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย เขต 2 และอาจารย์สาขาวิทยาการข้อมูลและเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่านที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา. 2561. สืบค้นจาก <https://www.eef.or.th/>
- ณัฐวรรณ ผลจันทร์, ปาริฉัตร ใจมีธรรม, และสายชล สีนสมบูรณ์ทอง. 2563. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจัดกลุ่มเมื่อข้อมูลมีค่านอกเกณฑ์ในการทำเหมืองข้อมูล. Thai Journal of Science and Technology (TJST). 9(5): 589-603.
- นัยรัตน์ ปิ่นคำ, อรอนงค์ ทองหล่อ ทะกอง, ชลิตา เสน่ห์เมือง และมงคล ทะกอง. 2566. แบบจำลองการเรียนรู้ผลการสอบภาษาอังกฤษโดยเทคนิคการจัดกลุ่ม K-means ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 2(1): 41-52.
- ปริญญา สงวนสัตย์. 2562. Artificial intelligence with machine learning AI สร้างได้ด้วยแมชชีนเลิร์นนิง . กรุงเทพฯ : ไอทีซี พีเอ็มเอช.
- พรนภา ชุมเชื้อ. 2562. การใช้เทคนิคการจัดกลุ่มร่วมกับเทคนิคการจำแนกประเภทสำหรับการคัดกรองเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จากบริบทพฤติกรรม. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สำนักพัฒนาหลักประกันโอกาสทางการศึกษา กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (กสศ.). 2565. คู่มือปฏิบัติงานโครงการจัดสรรเงินอุดหนุนนักเรียนยากจนพิเศษแบบมีเงื่อนไข (นักเรียนทุนเสมอภาค) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.). สืบค้นจาก <http://www.sp2.go.th/new/?p=2480>.
- อัครพล พูลสวัสดิ์ และจรัญ แสนราช. 2562. การศึกษาเทคนิคพยากรณ์การได้รับปัจจัยพื้นฐานนักเรียนยากจนของนักเรียน โรงเรียนวัดพระขาว (ประชานุเคราะห์) ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล. วารสารวิทยาศาสตร์ แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 16(2): 1-10.
- Tapanat Pailboonsin. 2019. Targeting Poor Students With Proxy Means Test. International Journal of Business and Administrative Studies. 5(3): 155-176.

การพัฒนาบทเรียน e-learning เรื่องแนวคิดเชิงนามธรรม(abstract thinking)
ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครราชสีมา
Development of e-learning lesson about abstract thinking in teaching
and learning computational science course about abstract concepts
Mathayom 1 level Bunluea Wittayanusorn School Nakhon Ratchasima
Province

ธีสิท แก้ววิจิตร¹ ปิติพล เชื้อสวาทะ¹ พิริยะพงษ์ สกุนนราแก้ว¹ สุรียา นางสูงเนิน^{*}
และเพ็ญศรี อมรศิลป์ชัย¹

Teesit Kawwijit¹, Pitiphon Chuasawatee¹, Piriyapong Sagunnarakaew¹, Suriya Nangsongnoen^{*}
and Pensri Amornsinsinlaphachai¹

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
เบอร์โทรศัพท์ 0-4400-9009 โทรสาร 0-4424-4739

Nakhon Ratchasima Rajabhat University, 340 Sura Narai Rd, Tambon Nai Mueang, Nakhon Ratchasima 30000
Tel. 0-4400-9009 Fax.0-4424-4739

*Corresponding author E-mail: nrrupr@nrru.ac.th, nrrupr@gmail.com

บทคัดย่อ

การให้ความสำคัญกับทักษะในยุคศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการปรับตัว ทักษะการสื่อสารทักษะด้านเทคโนโลยี และทักษะการแก้ปัญหา และจากบริบทของประเทศไทยที่เน้นรับแนวทางปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ส่งผลให้การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยได้มีการบูรณาการประเด็นทั้งสองลงในหลักสูตรสถานศึกษา แต่ปัจจัยที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อความสำเร็จการเป้าหมายนี้ได้คือ ครูวิทยาศาสตร์การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความรู้ในเนื้อหาผนวก วิธีสอนและ เทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) ที่เหมาะสมจึงถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญและมีอิทธิพลโดยตรงต่อการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์ 40 ท่านที่เป็นครูพี่เลี้ยงโดยโครงการพัฒนาวิชาชีพครู(Co-TPACK) ที่บูรณาการการหนุนนำอย่างต่อเนื่อง(Coaching System) ที่โรงเรียนร่วมกับรูปแบบการร่วมมือกันในการสอน (Co-teaching Model) ระหว่างครูวิทยาศาสตร์นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และอาจารย์นิเทศก์โดยข้อมูลวิจัยนี้ประกอบด้วยข้อมูลจากการสะท้อนการเรียนรู้ของครู การสังเกตการเรียนการสอน การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และใช้เหตุการณ์จำลอง แบบสอบถามปลายเปิด และข้อมูลจากการศึกษาเอกสารการสอนต่างๆ งานวิจัยนี้มีระเบียบวิธีวิจัยเป็นงานวิจัยเชิงผสมผสาน (Mixed Methods) โดยใช้กรอบแนวคิดการตีความ(InterpretivistFramework)

Abstract

Focusing on 21st century skills, such as adaptive skills communication skillstechnology skills and problem solving skills and from the context of Thailand that embraces the philosophy of sufficiency economy As a result, science education in Thailand has integrated issues. Both are included in the school curriculum. But the most important factor that influences the success of

this goal is the teacher. Science: Developing science teachers to have knowledge in integrated content, teaching methods, and technology. (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) is therefore considered an important factor. and has a direct influence on the teaching practices of science teachers This study aims to Develop content knowledge combined with teaching methods and technology of 40 science teachers who are mentor teachers by teacher professional development project (Co-TPACK) that integrates continuous support (Coaching System) that the school collaborates with a collaborative teaching model (Co-teaching Model) between science teachers. Professional training students and supervisory teachers. This research data consists of information from Teacher's reflection on learning teaching observation Semi-structured interviews and use events Simulated open-ended questionnaire and information from studies of various teaching documents This research has a methodology. The research is mixed methods using the interpretivist framework.

บทนำ

การจัดการศึกษาแบบการพัฒนาบทเรียน e-learning คือ ให้ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญในการเรียนรู้กระบวนการจัดการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้คิดเป็นและทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะดังกล่าว จะให้เกิดประสิทธิภาพได้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะที่สำคัญคือ 3R และ 8C ได้แก่ 3R คือ อ่านออก – Reading เขียนได้-Writing มีทักษะในการคำนวณ –Mathematic 8C คือ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหาได้: Critical Thinking and Problem Solving คิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม: Creativity and Innovation ความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ: Collaboration Teamwork and Leadership ทักษะในการสื่อสารและการรู้เท่าทันสื่อ : Communication Information and Media Literacy ความเข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรมกระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม: Cross-cultural Understanding ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และการรู้เท่าทันเทคโนโลยี: Computing and ICT Literacy ทักษะทางอาชีพและการเรียนรู้: Career and Learning Skills มีคุณธรรม มีเมตตา กรุณา มีระเบียบวินัย : Compassion เพราะสังคมยุคใหม่สื่อและเทคโนโลยีได้เข้ามามีส่วนในชีวิตมากขึ้นอย่างมากจึงทำการศึกษาเกี่ยวกับสื่อเทคโนโลยีมาเพื่อประยุกต์ใช้สนับสนุนการสอนในสถานศึกษาเพื่อดึงดูดผู้เรียนและความสะดวกสบายต่อผู้สอน

เทคโนโลยีสารสนเทศและไอซีทีที่ประกอบด้วยเทคโนโลยีที่สำคัญได้แก่คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) การสอนผ่านเว็บ(WBI) การเรียนรู้ผ่านอินเทอร์เน็ตสอนผ่านเว็บหรือที่เรียกว่า E-Learning ที่มีการใช้ในการเรียนการสอนโดยการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอในรูปแบบโลกเสมือนจริง Spatial.io มีลักษณะที่สำคัญ คือ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน ใช้ทฤษฎีด้านการเรียนการสอนเป็นแนวทางในการบริหารจัดการ และมีการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสื่อผสม (Multimedia) เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ (Knowledge) และเกิดทักษะใหม่สำหรับ

ผู้เรียน e-learning เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนทางไกลสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่ยืดหยุ่นเป็นศูนย์กลางได้เป็นอย่างดี

การเรียน e-learning ได้แพร่กระจายสู่การเรียนการสอนระดับอุดมศึกษาด้วยสาเหตุของคุณประโยชน์ที่โดดเด่นไม่ว่าจะเป็นการเข้าถึงเนื้อหาได้สะดวกทุกที่ทุกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรมอย่างไร้ข้อจำกัดของเวลาการเรียน e-learning ยังนับว่าเป็นการจัดสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-centered) อีกทั้งยังสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life long learning) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการปฏิรูปการศึกษาได้เป็นอย่างดีโดย e-learning เว็บไซต์นั้น อาจอยู่ในรูปแบบของระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ (LMS: Learning Management System) หรือระบบบริหารจัดการเนื้อหา (CMS: Content Management System) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการจัดการเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตโลกเสมือนจริง Spatial.io เป็นสื่อกลางในการจัดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเครื่องมือสื่อสารตลอดจนสารสนเทศออนไลน์ต่าง ๆ นั้นได้พึ่งพิงสารสนเทศออนไลน์ต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น ดังเช่นการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนในปัจจุบันที่หลายคนเชื่อว่าจะเข้ามาตอบโจทย์ในเรื่องของการจัดการเรียนให้มีประสิทธิภาพอย่างสูงสุดสื่อการเรียนการสอนมีอยู่หลายประเภทด้วยกันไม่ว่าจะเป็นสื่อพื้นฐาน สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือสื่อเว็บไซต์ทางการศึกษาที่หลายๆคนเชื่อว่าจะเข้ามาช่วยเสริมในเรื่องของข้อจำกัดของเวลาและสถานที่ที่จะเอื้อให้ผู้เรียนสามารถเข้ามาศึกษาหาความรู้ ณ ที่ใดและเวลาใดก็ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นแนวทางการแก้ปัญหาวิธีหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนคือการปรับปรุงการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนและการให้คำปรึกษา บทเรียน e-learning จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นที่ให้โอกาสนักศึกษาในการศึกษาหาความรู้และเรียนรู้ได้มากขึ้น มีการแลกเปลี่ยนความรู้เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ให้ข้อมูลย้อนกลับทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่จากบทเรียน e-learning ส่งเสริมให้นักศึกษาแสวงหาความรู้ด้วยตนเองส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนอย่างไม่มีขีดจำกัดสำหรับผู้ใช้ไม่หวาดความรู้อะไรในระยะเวลาหรือสถานที่ และช่วยเพิ่มความพึงพอใจในการเรียน

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนรู้อสามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง Spatial.io ซึ่งสอดคล้องกับกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยี

สารสนเทศเพื่อการศึกษาที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนและได้สื่อการเรียนรู้อสามมิติที่มีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาในอนาคตอันจะเป็นการเอื้อประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนรู้อสามมิติของนักศึกษาและตอบสนองกับนโยบายของรัฐบาลต่อไป

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เชิงทดลอง (Experimental Research Design) เพื่อศึกษาผลของการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ กับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยดำเนินการทดลองดังต่อไปนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชาชน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ จำนวน 11 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนรวม 438 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 38 คน ที่ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่มีต่อการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์
3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม
2. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม
3. สร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน พร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ
4. จัดทำบทเรียนออนไลน์ เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม เพื่อใช้ในกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้
5. ดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการเรียนรู้ตามลำดับ ดังนี้
 - 5.1 ทำแบบฝึกหัด
 - 5.3 จัดกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้
 - 5.3 ทดสอบหลังเรียน (Posttest)
6. วิเคราะห์ผลการทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติโดยใช้ค่าสถิติ ดังนี้
 - 6.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เพื่อหาระดับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
 - 6.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อหาค่าการกระจายของคะแนนของนักเรียน
 - 6.3 ค่า t-test 6.3 (Dependent) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกันเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองหาผลของการเรียนในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้จัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) จำนวน 38 คน

วิธีการจัดการเรียนการสอน ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ ในวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม โดยกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยมีการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. กลุ่มทดลอง

1.1 อธิบายการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยี เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม ให้กลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้นักเรียนทราบ

1.2 ดำเนินการทดลองโดยจะทำการศึกษาข้อมูลนักเรียนและเริ่มเก็บตัวอย่างนักเรียนซึ่งจะให้ผู้เรียนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียน 1 คาบเรียนและเมื่อสิ้นสุดการเรียนให้ ทำแบบฝึกหัดที่กำหนดไว้

2. การวัดผลทางการเรียน

เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 38 คน ในภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ผู้วิจัย ดำเนินการดังนี้

2.1 สร้างข้อสอบ โดยพิจารณาให้ข้อสอบครอบคลุมในเนื้อหาของวิชาเทคโนโลยี เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม ที่ต้องการวัดผลของการเรียนของผู้เรียน

2.2 นำข้อสอบที่สร้างเสร็จสมบูรณ์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

2.2.1 ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรงสามารถใช้ได้

2.2.2 ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังไม่สามารถใช้ได้

2.3 นำข้อสอบที่สร้างเสร็จสมบูรณ์และผ่านการหาค่าความสอดคล้องแล้วไปทดสอบเพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

2.4 นำข้อสอบที่ผ่านการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ตามที่ผู้วิจัยกำหนดมาทดลองกับ กลุ่มผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง หลังจากผู้วิจัยทดสอบผลของการเรียนกับกลุ่มทดลองด้วยข้อสอบดังกล่าวแล้ว

เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ตามหลักสูตรของโรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ ประจำปีภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้ระยะเวลาในการวิจัย 12 สัปดาห์

ผลการวิจัย

ผลการทดลองครั้งที่ 1 ทดลองใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์กับผู้เรียนแบบเดี่ยว จำนวน 5 คน

เป็นการทดลองเพื่อศึกษาข้อบกพร่อง ปัญหา อุปสรรค รวมถึงข้อจำกัดต่างๆของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ยังเป็นการทดสอบความเข้าใจของผู้ทดลองต่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 5 คน ทดลองเรียนบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์รายวิชา วิทยาการคำนวณผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 40/70 ในเบื้องต้น โดยมีผลการ ทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชาวิทยาการคำนวณการทดลองครั้งที่ 1

แบบทดสอบก่อนเรียน			
คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย($n=5$)	ร้อยละ(E1)
10	35	7.00	70
แบบทดสอบหลังเรียน			
คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย($n=5$)	ร้อยละ(E2)
10	39	7.80	78

จากตาราง 1 ในการทดลองครั้งที่ 1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ ปรากฏว่า ผลคะแนนรวมของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็น 190 คะแนน จาก

คะแนนเต็ม 380 คะแนน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน จำนวนผู้ทดลอง 5 คน รวมทั้งสิ้น 50 คะแนน) มีค่าเฉลี่ย 7.00 คิดเป็นร้อยละ 70 ซึ่งสูงกว่าค่า $\times 1$ ตามเกณฑ์ 40 ที่กำหนด และคะแนนรวมของการทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็น 39 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนนมีค่าเฉลี่ย 7.80 คิดเป็นร้อยละ 78 ซึ่งสูงกว่าค่า $\times 2$ ตามเกณฑ์ 70 ที่กำหนดไว้ จากค่า E1/E2 ของการทดลองครั้งที่ 1 พบว่ามีประสิทธิภาพ 70/78 จึงสรุปได้ว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

กลุ่มทดลองได้ให้ข้อเสนอแนะ สำหรับความเหมาะสมของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ ในเรื่องของ ขนาด เนื้อหา และการตกแต่งชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้นำ ข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-learning) เรื่องแนวคิดเชิงนามธรรม (abstract thinking) รายวิชาวิทยาการคำนวณให้เหมาะสม ก่อนนำไปใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 ตาราง 2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-learning) เรื่องแนวคิดเชิงนามธรรม (abstract thinking) รายวิชา วิทยาการคำนวณ

การทดลองครั้งที่ 2 เป็นการทดลองใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-learning) เรื่องแนวคิดเชิงนามธรรม (abstract thinking) รายวิชาวิทยาการคำนวณเพื่อศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนในแต่ละด้าน เพื่อนำผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการ ทดสอบแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแล้ว ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ก่อน นำไปใช้จริง โดยนำไปใช้กับกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 10 คน โดยมีผลการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-learning) เรื่องแนวคิดเชิงนามธรรม (abstract thinking) รายวิชาวิทยาการคำนวณ

แบบทดสอบก่อนเรียน			
คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย (n=10)	ร้อยละ(E1)
10	70	7.00	70
แบบทดสอบหลังเรียน			
คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย(n=10)	ร้อยละ(E2)
10	80	8.00	80

จากตาราง 2 ในการทดลองครั้งที่ 2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณปรากฏว่า ผลคะแนนรวมของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็น 60 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน จำนวนผู้ทดลอง 10 คน รวมทั้งสิ้น 100 คะแนน) มีค่าเฉลี่ย 7.00 คิดเป็นร้อยละ 70 ซึ่งเท่ากับค่า E1 ตามเกณฑ์ 70 ที่กำหนด และคะแนนรวมของการทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็น 80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน มีค่าเฉลี่ย 8.00 คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งสูงกว่าค่า E 2 ตามเกณฑ์ 80 ที่กำหนดไว้ จากค่า E1/E2 ของการทดลองครั้งที่ 2 พบว่ามีประสิทธิภาพ 70/80 จึงสรุปได้ว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-learning) เรื่องแนวคิดเชิงนามธรรม (abstract thinking) รายวิชาวิทยาการคำนวณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับความเหมาะสมของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ ว่ามีตัวอย่างน้อยเกินไป ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

ข้อบกพร่องของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ ให้เหมาะสม ก่อนนำไปใช้ในการทดลองครั้งที่ 3 ตาราง 3 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ การทดลองครั้งที่ 3 เป็นการทดลองใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ เพื่อศึกษาความ เหมาะสมของบทเรียนในแต่ละด้าน เพื่อนำผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนน การทำแบบทดสอบก่อนเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแล้ว ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ก่อนนำไปใช้จริง โดยนำไปใช้กับกลุ่มทดลองที่ 3 จำนวน 38 คน โดยมีผลการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 3 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ การทดลอง ครั้งที่ 3

แบบทดสอบก่อนเรียน			
คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย(n=38)	ร้อยละ(E1)
10	200	5.26	53
แบบทดสอบหลังเรียน			
คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย(n=38)	ร้อยละ(E2)
10	320	8.42	84

จากตาราง 3 ในการทดลองครั้งที่ 2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ ปรากฏว่า ผลคะแนนรวมของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็น 200 คะแนน จากคะแนนเต็ม 380 คะแนน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน จำนวนผู้ทดลอง 38 คน รวมทั้งสิ้น 380 คะแนน) มีค่าเฉลี่ย 5.26 คิดเป็นร้อยละ 53 ซึ่งสูงกว่าค่า X1 ตามเกณฑ์ 40 ที่กำหนด และคะแนนรวมของการทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็น 320 คะแนน จากคะแนนเต็ม 380 คะแนนมีค่าเฉลี่ย 8.42 คิดเป็นร้อยละ 84 ซึ่งสูงกว่าค่า x2 ตามเกณฑ์ 80 ที่กำหนดไว้ จากค่า E1/E2 ของการทดลองครั้งที่ 3 พบว่ามีประสิทธิภาพ 53/84 จึงสรุปได้ว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

1. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา “การแสดงและสื่อ
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ เมื่อใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ”
3. เพื่อทดสอบ สมมติฐานที่กล่าวว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา วิทยาการคำนวณ” มีคะแนนเฉลี่ยหลังใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบ พื้นความรู้ก่อนที่จะเข้าสู่บทเรียน และทำการทดสอบหลังเรียน ภายหลังจาก เรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ผลการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่ (t-test) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน

จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
38	10	5.26	1.22	8.42	1.45

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา'การแสดงและสื่อในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การนำสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการวิจัยการเรียนการสอน เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และนวัตกรรมเทคโนโลยีร่วมสมัย เกิดเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ผู้จัดการเรียนการสอนควรมีการเตรียมตัวที่ดีไม่ใช่เพียงใช้สื่อในการสอน แต่ใช้สื่อให้เป็นเครื่องมือในการสอน ดังนั้น จึงควรมีการเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้งเนื้อหา และรูปแบบของการใช้สื่อ บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา'การแสดงและสื่อ ถือเป็นสื่อที่เหมาะสมกับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนจำได้เร็วและจำได้นาน ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและมีส่วนร่วมในการเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนิสิตระหว่างกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนสอนปกติและกลุ่มที่เรียนรู้ผ่านสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
2. ควรมีการศึกษาด้านปัจจัยที่ส่งผลการการเรียนรู้ผ่านสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมของสถานที่เรียน เพื่อนำมาปรับปรุงยุคที่ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพจริงต่อไป

อภิปรายผล

จากการดำเนินการวิจัยและพัฒนาสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา'วิทยาการคำนวณซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม ให้ความสำคัญของระบบอินเทอร์เน็ต และการนำเสนอบทเรียนในลักษณะออนไลน์ เพื่อให้ นิสิตสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และมีอิสระต่อการเรียนรู้ของตนเอง และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่นิสิตต้องการ ได้แก่ การศึกษาบทเรียนล่วงหน้า การทบทวนบทเรียน การประเมินตนเองโดยการทำแบบฝึกหัดบทเรียนออนไลน์ที่นักเรียนสามารถทราบผลคะแนนการทำแบบฝึกหัดได้ตลอดเวลาอย่างเป็นอิสระ จากการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา'วิทยาการคำนวณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากผลการวิจัยเชิงทดลอง จำนวน 3 ครั้ง พบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.67/80.33 83.33/81.67 และ 85.25/83.33 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลคะแนนแบบฝึกหัดภายในหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 5 หน่วย เฉลี่ยเท่ากับ 831.75 และประสิทธิภาพของการวัดผลคะแนนแบบทดสอบหลังการเรียนของหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 5 ชุด เฉลี่ยเท่ากับ 85.75 ทั้งนี้สามารถอภิปรายได้ว่า ในการพัฒนาสื่อผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญกับการสร้างและพัฒนาสื่อจึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับ วาสนา ชาวหา (2533 : 8) ที่กล่าวว่า สื่อการสอน คือ ตัวกลางหรือพาหนะนำความรู้ไปสู่ผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างดี นอกจากนี้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชาวิทยาการคำนวณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และมีอิสระต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้แก่ การศึกษาบทเรียนล่วงหน้า การทบทวน บทเรียนการประเมินตนเองโดยการทำแบบฝึกหัดบทเรียนออนไลน์ที่นักเรียนสามารถทราบผลคะแนนการทำแบบฝึกหัดได้ตลอดเวลาอย่างเป็นอิสระ

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนบุญเหลือวิทยานุสรณ์ เมื่อใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา 'วิทยาการคำนวณ' โดยเปรียบเทียบระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและภายหลังการเรียน จากผลการวิจัยพบว่า ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และรวมหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยหลังใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้สามารถอภิปรายได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้น เกิดจากการออกแบบสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) รายวิชา 'วิทยาการคำนวณ' ที่มีเนื้อหาและรูปแบบการนำเสนอที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับที่ ชอร์ส (Shores 1960 : 1) ได้กล่าวว่าสื่อการสอนเป็นเครื่องมือช่วยสื่อความหมายจัดโดยครูและนักเรียน เพื่อเสริมการเรียนรู้ที่ดีให้แก่ผู้เรียนจากการสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) ราย วิชา'วิทยาการคำนวณ' พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อสื่ออยู่ในเกณฑ์ระดับ มาก และพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมากในทุกๆด้าน โดยมีคะแนนรวมเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ด้านการนำเสนอเนื้อหา ด้านวิธีการเรียนการสอน ด้านการจัดกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน ด้านรูปแบบบทเรียนและเว็บไซต์ และด้านการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียนการสอน ตามลำดับ ซึ่งสามารถอภิปรายได้ว่า บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) ราย วิชา'วิทยาการคำนวณ' สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ในทุกด้าน ซึ่งสอดคล้องกับสมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 : 42-43) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนหมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง บทเรียนออนไลน์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการพัฒนาบทเรียน e-learning เรื่องแนวคิดเชิงนามธรรม(abstract thinking) ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงนามธรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจาก ได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รศ.ดร. เพ็ญศรี อมรศิลป์ชัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณคณะอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ที่ช่วยชี้แนะแนวทาง และให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้
สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

บรรณานุกรม

- เกียรติ บุญโย. (2549). พฤติกรรมของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตและปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีความสำคัญต่อการใช้อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในเขตกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2542). การสอนผ่านเครือข่ายเวปไซด์ไวด์เว็บ. วารสารครุศาสตร์ 27 (มีนาคม 2542) : 36-45
- ปิยะนารถ ทองมาก. (2546). ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตของนิสิต กรณีศึกษาเฉพาะนิสิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผ่านสื่อระบบเวปไซด์ไวด์เว็บ (World Wild Web:www). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พงศ์ศักดิ์ สิงห์ปัญญาโชค. (2546). การใช้อินเทอร์เน็ตของนิสิตหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต (ภาคสมทบ) คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พัชรา คะประสิทธิ์. (2546). การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนรู้ของนิสิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชัย ทองดีเลิศ. (2547). การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2551). Designing e-Learning หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ออนไลน์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2551). แผนการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ : ออนไลน์
- Acting. (2003) <http://knowledgerush.com/kr/encyclopedia/Acting>. USA. (online)
- Acting. (2009) <http://en.wikipedia.org/wiki/Acting.USA>. (online)
- Media. (2009) <http://en.wikipedia.org/wiki/Media.USA>. (online)
- What is Media?. (2009) http://www.iwebtool.com/what_is_media.html USA. (online)

ระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด
Employee Database Management System,
Human Resources Department, Asawa Corporation Co., Ltd.

กฤษณะ ต้มเปาะ^{1*} นีรุต จรเจริญ¹ มาลินี คำเครือ¹ และพิศาล คงเอียด¹

Kitsana Tumpao^{1*}, Nirut Jorncharoen¹, Malinee Kumkrua¹ and Pisan Khongaed¹

¹ หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

70 หมู่ 4 ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71000

¹ Bachelor of Business Administration Program in Business Computer, Faculty of Management Science, Kanchanaburi

Rajabhat University, 70 M. 4, Nong Bua Subdistrict, Mueang District, Kanchanaburi Province 71000

Corresponding author E-mail: Kintsana1@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด 2) เพื่อประเมินคุณภาพระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด ผู้วิจัยพัฒนาและออกแบบระบบโดยใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนากระบวนการ (System Development Life Cycle :SDLC) ประเมินคุณภาพและและ ความพึงพอใจด้วยทฤษฎีกล่องดำ (Black Box Testing) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรม Microsoft Access, Adobe Photoshop cs6 และ ภาษา VBA ผู้วิจัยใช้แบบประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และแบบประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด ความสามารถของระบบพบว่า สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา และพิมพ์รายงาน รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของพนักงาน ข้อมูลค่านเงินเดือน ข้อมูลเบิกค่าจ้างล่วงหน้า ข้อมูลบันทึกเวลาทำงาน สถิติการมาทำงาน 2) ผลการประเมินคุณภาพ มีค่าเฉลี่ยโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.43$, S.D.=0.32) และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ยโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.49$, S.D.=0.38)

คำสำคัญ : ระบบการจัดการฐานข้อมูล, ฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล, ระบบฐานข้อมูล

Abstract

The objectives of this research were; 1) to developing of an Employee Database Management System, Human Resources Department, Asawa Corporation Co., Ltd. 2) to assess the quality of an Employee Database Management System, Human Resources Department, Asawa Corporation Co., Ltd. And 3) to assess the satisfaction for users of an Employee Database Management System, Human Resources Department, Asawa Corporation Co., Ltd. The researcher developed and designed the system by using the Information Systems Development Cycle (SDLC) principle. To assess the quality and satisfaction with Black Box theory (Black Box Testing). The research data consisted of: Microsoft Access, Adobe Photoshop cs6 and VBA language. The researcher used a quality assessment form from 3 experts and a satisfaction assessment

form of Asawa Corporation Co., Ltd. from 30 users. The data were analyzed by descriptive statistics such as percentage, mean and standard deviation.

The results showed that 1) the Employee Database Management System, Human Resources Department, Asawa Corporation Co., Ltd. is capable of adding, deleting, modifying, searching, and generating reports. The system has the ability to handle basic employee information, salary calculations, advance payment records, work hours logging, and attendance statistics. 2) As for the quality assessment results, it was found that the average in all aspects was at a high level (\bar{X} = 4.43, S.D.=0.36). 3) As for user satisfaction assessment results, it was found that the overall average in all aspects was at the highest level (\bar{X} =4.49, S.D.=0.38).

Keywords : Database Management System, Human Resources Database, Database System

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีดิจิทัลถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการเสริมสร้างศักยภาพการทำงานในด้านต่าง ๆ ทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน เทคโนโลยีถูกนำมาช่วยทำงานในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมากมาย โดยมีเป้าหมายเพื่อนำองค์กรไปสู่ความสำเร็จ ในองค์กรการทำงานโดยทั่วไปจะมีการแบ่งแผนกการทำงานที่มีความแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้การแบ่งแผนกการทำงานนั้นเป็นการแสดงถึงบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในส่วนงานแต่อย่างไรก็ตาม ทุกแผนกงานก็ต้องทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายขององค์กรเช่นเดียวกัน ตามปกติแล้วในองค์กรมักมีการแบ่งแผนกการทำงานตามหน้าที่ทางธุรกิจ ได้แก่ แผนกบัญชีการเงิน แผนกการตลาด แผนกการผลิต และแผนกทรัพยากรมนุษย์ การขับเคลื่อนองค์กรไปสู่เป้าหมายต้องอาศัยทุกแผนกทำงานร่วมกัน แต่ละแผนกมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำงานที่แตกต่างกันออกไป แผนกทรัพยากรมนุษย์ก็เช่นเดียวกันที่เป็นหัวใจสำคัญในการจัดการทรัพยากรมนุษย์ตั้งแต่กระบวนการสรรหา คัดเลือก บรรจุเข้าปฏิบัติงาน การฝึกอบรมและพัฒนา แรงงานสัมพันธ์ การบริหารค่าจ้าง การประเมินผลปฏิบัติงาน และการเลื่อนตำแหน่ง (นิรุทธ์ จรเจริญ, 2564) ปัจจุบันมีการพัฒนาระบบสารสนเทศต่าง ๆ เพื่อเข้ามาช่วยให้กระบวนการต่าง ๆ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยระบบสารสนเทศที่พบเห็นจะถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานได้เฉพาะด้าน ซึ่งจะสามารถช่วยงานด้านทรัพยากรมนุษย์หลัก ๆ ได้แก่ ช่วยในการบันทึกเวลาการทำงาน ซึ่งจะจัดเก็บรายละเอียดข้อมูลการเข้าออกพนักงาน และที่สำคัญสามารถเชื่อมโยงไปยังระบบการจ่ายเงินเดือนได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการจ่ายเงินเดือนให้กับพนักงาน ซึ่งจะอาศัยรายละเอียดเกี่ยวกับการลางาน ระบบบุคลากร มาประกอบการจ่ายเงินเดือน และระบบยังมีความสามารถช่วยบริหารทุนด้านมนุษย์ ช่วยวิเคราะห์วางแผนอัตรากำลัง แผนพัฒนาบุคลากร การจัดฝึกอบรมและพัฒนา เป็นต้น (รุจิจันทร์ วิชวานิเวศน์, 2560) จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีดิจิทัลได้กลายเป็นเครื่องมือที่สำคัญขององค์กร ได้ถูกนำมาช่วยให้ระบบการทำงานแบบเดิมถูกปรับเปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้น อีกทั้งเป้าหมายที่สำคัญของการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้งานนั้น เทคโนโลยีดิจิทัลจะต้องช่วยให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในระหว่างการทำงาน ลดปริมาณบุคคลในการปฏิบัติงาน ประหยัดพลังงาน ระบบการปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีระเบียบมากขึ้น ลดข้อผิดพลาดของเอกสารในระหว่างการทำงานได้ สร้างความโปร่งใสให้กับหน่วยงานหรือองค์กรได้ ลดปริมาณเอกสารกระดาษในระหว่างการทำงานได้มา และที่สำคัญต้องช่วยลดขั้นตอนในระหว่างการทำงานช่วยประหยัดเนื้อที่จัดเก็บเอกสารได้

บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด เป็นบริษัทที่เกิดจากการขยายตัวของบริษัทธนูทองบริการ ซึ่งดำเนินธุรกิจหลักในด้านการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่า 40 ปี ปัจจุบัน บริษัท ธนูทองบริการ มีสถานีน้ำมัน

เชื้อเพลิงในเครื่องทั้งหมด 4 สถานีบริการ ครอบคลุมพื้นที่ให้บริการทั้งภาคกลาง และภาคตะวันตกของประเทศไทย หลากหลายแบรนด์ชั้นนำ บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด เปิดกิจการประกอบกิจการเกี่ยวกับการจำหน่ายน้ำมันและในปัจจุบันทางบริษัท ผู้วิจัยได้มีโอกาสได้เข้าไปทำงานระหว่างเรียนในฝ่ายบุคคล ได้ทราบถึงปัญหาในฝ่ายบุคคลว่ายังไม่มีระบบที่ช่วยในการจัดการบุคลากรภายในองค์กร ข้อมูลของพนักงานถูกจัดเก็บไม่เป็นระบบ ทำให้หาข้อมูลได้ยาก การจัดการเงินเดือนอาจมีความผิดพลาดได้เพราะเงินเดือน ค่าล่วงเวลา และค่าสวัสดิการของพนักงานแต่ละคนไม่เท่ากัน การอนุมัติวัน หยุดและวัน ลาของพนักงานซ้อนทับกัน ทำให้มีผลกระทบต่อกงานและถ้าต้องการดูข้อมูลของเดือนที่ผ่านมาแล้วนั้น จะตรวจสอบได้ยากและข้อมูลอาจสูญหายได้ (ASAWA Corporation, 2566) จากประโยชน์ของการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในองค์กรนั้นที่ได้กล่าวไปเบื้องต้นแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงวิธีการแก้ไขปัญหานี้ โดยศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมฐานข้อมูล Microsoft Access เพื่อพัฒนาระบบเทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหานี้ให้กับฝ่ายบุคคล โดยการนำโปรแกรม Microsoft Access มาออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูลพนักงาน โดยการศึกษาข้อมูลจากตำแหน่งฝ่ายบุคคลและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน โดยข้อมูลประกอบไปด้วย ข้อมูลทั่วไป ภาพ ข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลการศึกษา ประวัติการทำงาน ฯลฯ โดยแบ่งตามฝ่ายและแผนก สามารถค้นหาข้อมูลของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและยังมีภาษา VBA ที่ทำให้ Access สามารถทำงานต่าง ๆ ตามที่เรากำหนดได้เลย และโปรแกรม Adobe Photoshop cs6 เพื่อทำอินเตอร์เฟซของระบบเพื่อให้ความน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น (GameconLover, 2565)

ดังนั้น จากปัญหาที่พบจึงนำมาสู่กระบวนการแก้ไขปัญหาและเพื่อเป็นการส่งเสริมเรื่องการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวคิดในการพัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด ขึ้นมา ทั้งนี้เพื่อนำระบบดังกล่าวมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน เพื่อตอบโจทย์การจัดการข้อมูลพนักงานภายในองค์กรเพื่อลดปัญหาการเก็บข้อมูลที่ยุ่งยากและสามารถจัดการได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น สามารถดูข้อมูลทั้งปัจจุบันและข้อมูลย้อนหลังได้อีกทั้งยังสามารถออกรายงานได้อีกด้วยที่จะทำให้ระบบของจัดการข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด เพื่อให้ความน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

- 1) เพื่อพัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด
- 2) เพื่อประเมินคุณภาพระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด
- 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด

วิธีการดำเนินการวิจัย

ระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด ผู้วิจัยพัฒนาและออกแบบโดยใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนาแบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังมี (Souvik, 2019)

ขั้นตอนที่ 1 การค้นหาปัญหาขององค์กร (Problem Recognition) พบว่า บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด เป็นบริษัทที่รับเฟรนไชส์สถานีบริการน้ำมัน PT P&P Oil Service มาเปิดกิจการ ประกอบกิจการเกี่ยวกับการจำหน่ายน้ำมัน ปัญหาในปัจจุบันของบริษัทยังไม่มีระบบที่ช่วยในการจัดการบุคลากรภายในองค์กร ข้อมูลของพนักงานถูกจัดเก็บไม่เป็นระบบ ทำให้หาข้อมูลได้ยาก การจัดการเงินเดือนอาจมีความผิดพลาดได้เพราะเงินเดือน ค่าล่วงเวลา และค่าสวัสดิการของพนักงานแต่ละคนไม่เท่ากัน การอนุมัติวัน หยุดและวันลาของพนักงานซ้อนทับกัน ทำให้มีผลกระทบต่อกงานและถ้าต้องการดูข้อมูลของเดือนที่ผ่านมาแล้วนั้น จะตรวจสอบได้ยากและข้อมูลอาจสูญหาย

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ผู้วิจัยศึกษาความเป็นไปได้ทั้งในส่วนของคุณภาพความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ และความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งทั้ง 3 ประเด็น พบว่า

2.1 ความเป็นไปได้ทางเทคนิค ระบบจัดการด้านฝ่ายบุคคลได้นำเทคโนโลยีมาใช้ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์และนำซอฟต์แวร์ Microsoft Access 2019 มาช่วยจัดการฐานข้อมูลและสร้างระบบ Adobe Photoshop cs6 มาช่วยในการออกแบบหน้าต่างอินเตอร์เฟซ (Interface) ในส่วนของการพัฒนาระบบในด้านทรัพยากรซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน เพราะทางบริษัท ยังไม่มีระบบหรือโปรแกรมที่จะช่วยในการอำนวยความสะดวกโดยที่ระบบงานเดิมที่จัดเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น การบันทึกข้อมูลพนักงาน ข้อมูลสถานที่ ข้อมูลหน่วยงาน ข้อมูลค่าจ้าง วันเวลาเข้าทำงานของพนักงาน การเบิกเงินเดือนล่วงหน้าการทำงาน ล่วงเวลา ข้อมูลการฝึกอบรม ประวัติการทำผิดกฎของพนักงาน ข้อมูลการประเมินความพึงพอใจของพนักงาน และข้อมูลต่าง ๆ ลงในกระดาษ อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายและเอกสารชำรุดได้และเสี่ยงต่อการสูญหายของข้อมูลแล้วไม่สะดวกต่อการค้นหาข้อมูล

2.2 ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ การพัฒนาระบบใช้โปรแกรมและภาษา ได้แก่ Microsoft Access, Adobe Photoshop cs6 และ ภาษา VBA จึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาโปรแกรม ทำให้สามารถลดต้นทุนในการหาซอฟต์แวร์ลงไปได้

2.3 ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน เพื่อพิจารณาโอกาสและอุปสรรคที่ส่งต่อการดำเนินงานในปัจจุบัน และการใช้ระบบของผู้ใช้และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของระบบจัดการข้อมูลพนักงาน การพัฒนาระบบหากพัฒนาแล้วถูกนำไปใช้งาน ระบบนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ฝ่ายบุคคลทำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในการช่วยแก้ไขปัญหาลูกข่ายเกี่ยวกับการจัดการบุคลากรภายในองค์กร ข้อมูลของพนักงานถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ การค้นหาข้อมูลทำได้ง่าย ลดความผิดพลาดในการจัดการเงินเดือนพนักงาน ค่าล่วงเวลา และค่าสวัสดิการของพนักงาน การอนุมัติวันหยุดและวันลาของพนักงาน อีกทั้งยังระบบจะช่วยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและลดการสูญหายข้อมูลลงไป

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลปัญหาและความต้องการ โดยทำการวิเคราะห์ระบบการทำงานเดิม และทำการรวบรวมความต้องการในการพัฒนาระบบจากการสอบถามผู้ใช้งาน สามารถสรุปความต้องการ ได้ดังนี้

- 1) สามารถบันทึกพนักงานลงฐานข้อมูลได้
- 2) สามารถตรวจสอบข้อมูลพนักงานได้
- 3) สามารถจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ
- 4) สามารถค้นหาข้อมูลได้เร็วขึ้น
- 5) สามารถตรวจสอบวันเวลาการเข้าทำงานของพนักงานได้
- 6) สามารถคำนวณได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ

ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบ (Design) จากปัญหาความต้องการของผู้ใช้งาน การพัฒนาระบบงานใหม่ จะมีการปรับขั้นตอนการดำเนินงานใหม่ ดังนี้

- 1) ระบบจัดการข้อมูลพื้นฐาน
- 2) ระบบ Login
- 3) ระบบจัดการ การลา
- 4) ระบบบันทึกวันเวลาที่พนักงานเข้าทำงาน
- 5) ระบบเบิกค่าจ้างล่วงหน้า

6) ระบบระบบเงินเดือน

แต่ละกระบวนการสามารถอธิบายขั้นตอนของระบบงานได้ดังนี้

1) ระบบจัดการข้อมูลพื้นฐาน

- 1.1) สามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลพนักงานได้
- 1.2) สามารถค้นหาและแสดงข้อมูลพนักงานได้โดยค้นหาจากชื่อ

2) ระบบ Login

- 2.1) สามารถเข้าถึงระบบได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น
- 2.2) ผู้จัดการสามารถเข้าได้ทุกระบบ
- 2.3) หัวหน้าฝ่ายบุคคลสามารถเข้าได้ทุกระบบ

3) ระบบจัดการ การลา

3.1) สามารถบันทึกการลาของพนักงานได้ โดยลาพักร้อนไม่หักเงินเดือน ลากิจ 1 ปี ลาได้ 3 ครั้ง
ลาครั้งที่ 4 ขึ้นไปหักเงินตามจำนวนค่าแรง

4) ระบบบันทึกวันเวลาที่พนักงานเข้าทำงาน

- 4.1) สามารถบันทึก เวลาเข้า – ออกของพนักงานได้
- 4.2) สามารถบันทึก การขาด มาสาย ของพนักงานได้
- 4.3) สามารถบันทึกเวลาเข้า-ออก ทำงานล่วงเวลาของพนักงานได้

5) ระบบเบิกค่าจ้างล่วงหน้า

- 5.1) หัวหน้าฝ่ายบุคคลค้นหาข้อมูลพนักงานโดยการค้นหาจากชื่อ
- 5.2) ระบบตรวจสอบข้อมูลพนักงาน
 - ถ้าค้นหาข้อมูลพนักงานพบให้แสดงข้อมูลวันเวลาเข้าและเวลาออกงานได้
 - ถ้าค้นหาข้อมูลพนักงานไม่พบ ให้กลับไปค้นหาข้อมูลใหม่
- 5.3) ระบบแสดงข้อมูลจำนวนวันเวลาการทำงานของพนักงาน
- 5.4) คำนวณจำนวนวันที่ทำงานและเงินที่สามารถเบิกได้
- 5.5) แสดงข้อมูลเงินที่สามารถเบิกได้
- 5.6) หัวหน้าฝ่ายบุคคลป้อนข้อมูลการเบิกเงินค่าจ้างล่วงหน้าของพนักงานในแต่ละครั้ง
- 5.7) ระบบตรวจสอบจำนวนเงิน
 - จำนวนเงินที่ป้อน ไม่เกินจำนวนเงินที่สามารถเบิกได้ ระบบจะทำการบันทึกข้อมูล
 - จำนวนเงินที่ป้อน เกินจำนวนเงินที่สามารถเบิกได้ ให้กลับไปป้อนข้อมูลใหม่
- 5.8.) ระบบบันทึกข้อมูลการเบิกค่าจ้างล่วงหน้า
- 5.9) ระบบพิมพ์ใบเบิกเงินให้กับพนักงาน

6) ระบบเงินเดือน

6.1) ตรวจสอบข้อมูลพนักงาน

- 6.1.1) คำนวณวันเวลาทำงานของพนักงานในแต่ละเดือน
- 6.1.2) คำนวณหักค่าจ้างจากการขาด ลา
- 6.1.3) คำนวณข้อมูลจากการเบิกค่าจ้างล่วงหน้า
- 6.1.4) คำนวณเงินค่าล่วงเวลา OT
- 6.1.5) คำนวณเงินหักประกันสังคม
- 6.1.6) คำนวณเงินเดือนสุทธิ

6.2) ออกสลิปเงินเดือนให้กับพนักงานแต่ละคน (การออกสลิปเงินเดือนให้กับพนักงานแต่ละเดือน โดยที่ใบสลิปจะมี สถานะกำกับ ด้วยว่า เดือนนี้มีการเบิกค่าจ้างล่วงหน้าไปเท่าไร ค่าล่วงเวลา ทำงาน OT หักลบ เหลือเงินจำนวนเท่าไร)

หลังจากผู้วิจัยออกแบบระบบงานใหม่แล้ว จึงทำการออกแบบแผนผังบริบท (Context Diagram) แผนผังบริบทเป็นการออกแบบในระดับสูงสุดโดยแผนภาพ เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของระบบขั้นตอนการทำงาน ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ในระบบกับสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องรวมทั้งเหตุการณ์หรือกระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบ

จากแผนผังบริบทนำไปสู่แผนภาพกระแสข้อมูล เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงถึงการไหลข้อมูลในระบบระหว่างกระบวนการต่าง ๆ จาก แผนผังบริบท โดยข้อมูลในแผนผังกระแสข้อมูลทำให้ทราบว่าต้นทางของข้อมูล ทิศทางของข้อมูลปลายทางข้อมูล เพิ่มจัดเก็บข้อมูล และเหตุการณ์ที่เกิดกับข้อมูล โดยประกอบด้วยแผนภาพกระแสข้อมูลในกระบวนการกระบวนการบันทึกข้อมูล กระบวนการลบข้อมูล กระบวนการแก้ไขข้อมูล กระบวนการค้นหา และพิมพ์รายงาน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลเขียนเป็น E-R Diagram และเขียนเป็นพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

ขั้นตอนที่ 5 การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) ผู้วิจัยพัฒนาระบบด้วยโปรแกรมและภาษา ได้แก่ Microsoft Access, Adobe Photoshop cs6 และ ภาษา VBA จากนั้นทำการทดสอบหาข้อผิดพลาด (Testing) ด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จนมั่นใจว่าถูกต้องและตรงตามความต้องการ หากพบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการทำงานของระบบต้องปรับแก้ไขให้เรียบร้อยพร้อมใช้งานก่อนนำไปติดตั้งใช้จริง และผู้วิจัยจัดทำคู่มือการใช้งานและนำระบบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ใช้งานเว็บไซต์จริง จำนวน 30 คน

ขั้นตอนที่ 6 การติดตั้ง (Implementation) ผู้วิจัยนำระบบที่ได้ผ่านการทดสอบและแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้งาน และประเมินความพึงพอใจตามระยะเวลาที่กำหนด นำคะแนนผลการประเมินจากการตอบแบบประเมินของผู้ใช้งานมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อนำไปสรุปผลที่ได้รับจากการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 การซ่อมบำรุงระบบ (System Maintenance) ระบบที่ผ่านการทดสอบแล้วไปใช้งานจริง อาจเกิดปัญหาขึ้นได้ภายหลัง จึงวางแผนเตรียมการรองรับแก้ไขปัญหาในการใช้งาน โดยผู้วิจัยได้มอบบัญชีผู้ดูแลระบบให้กับเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานเพื่อทำหน้าที่ดูแลระบบและควบคุมกับการให้คำปรึกษาหากหน่วยงานมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน

เครื่องมือที่ใช้

1) ระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด พัฒนาด้วยโปรแกรม ได้แก่ Microsoft Access, Adobe Photoshop cs6 และ ภาษา VBA

2) แบบประเมิน ประกอบด้วย 2 ชุด ได้แก่

2.1) แบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญ มีลักษณะของแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ มีเนื้อหาครอบคลุมประเด็น 1) ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานเว็บไซต์ (Function Requirements Test) 2) ด้านความถูกต้องในการทำงานของเว็บไซต์ (Functional Test) 3) ด้านความง่ายต่อการใช้งานเว็บไซต์ (Usability Test) 4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของเว็บไซต์ (Security Test) ซึ่งแบบประเมินนี้สร้างขึ้นโดยวิธีการ Black Box Testing

2.2) แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ใช้งานมีลักษณะของแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ มีเนื้อหาครอบคลุมประเด็น 1) ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานเว็บไซต์ (Function Requirements Test) 2) ด้านความถูกต้องในการทำงานของเว็บไซต์ (Functional

Test) 3) ด้านความง่ายต่อการใช้งานเว็บไซต์ (Usability Test) 4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของเว็บไซต์ (Security Test) ซึ่งแบบประเมินนี้สร้างขึ้นโดยวิธีการ Black Box Testing

โดยแบบประเมินทั้ง 2 ชุด ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยข้อคำถามมีค่า IOC มากกว่า 0.50 ทุกข้อ และการหาค่าความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1) ประชากร คือ พนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด
- 2) กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด ซึ่งเป็นผู้ใช้งานในระหว่างเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2566 จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

สถิติที่ใช้และการวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยวิธี Black Box Testing (Mustafa K. and Khan, R.A., 2007) วิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพ ซึ่งเก็บจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบ จำนวน 30 คน โดยแบบประเมินที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) ของ Likert ซึ่งมี 5 ระดับ และผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีการแปลความหมายใช้เกณฑ์ประเมินผล โดยอิงเกณฑ์หาค่าเฉลี่ยเมื่อทำการวิเคราะห์แปลผลและกำหนดระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ซึ่งมีช่วงกว้างเท่า ๆ กัน และสามารถคำนวณได้ดังนี้ (Fisher, 1998)

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{(\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด})}{\text{จำนวนชั้น}}$$
$$0.8 = \frac{5-1}{5}$$

ค่าเฉลี่ย 4.21–5.00 = มากที่สุด, ค่าเฉลี่ย 3.41–4.20 = มาก, ค่าเฉลี่ย 2.61–3.40 = ปานกลาง, ค่าเฉลี่ย 1.81–2.60 = น้อย, ค่าเฉลี่ย 1.00–1.80 = น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

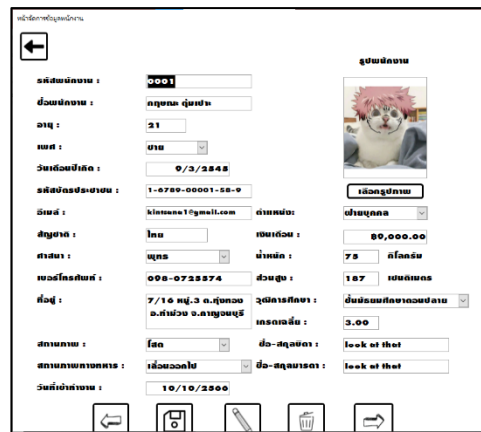
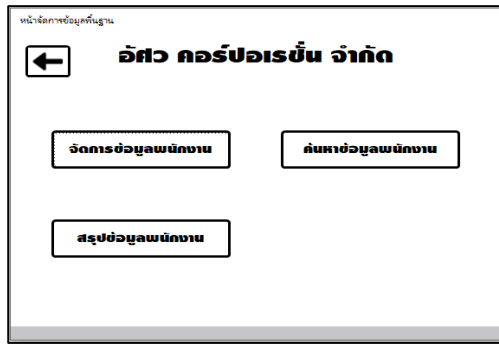
- 1) ผลการพัฒนากระบวนการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด ระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคล บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด ความสามารถของระบบพบว่า สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา และพิมพ์รายงาน รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของพนักงาน ข้อมูลคำนวณเงินเดือน ข้อมูลเบิกค่าจ้างล่วงหน้า ข้อมูลบันทึกเวลาทำงาน สถิติการมาทำงาน โดยรายละเอียดแสดงดังภาพที่ 1 – 8

The image shows a login page titled "หน้าเข้าสู่ระบบ" (Login Page). It features a central box with the heading "Login" and two input fields: "Username" and "Password". Below the input fields are two buttons: "ตกลง" (OK) and "ออกจากระบบ" (Logout).

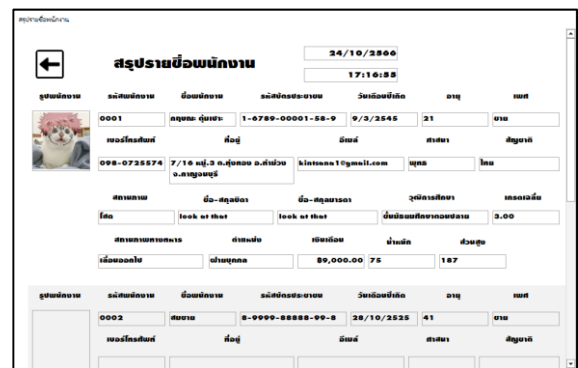
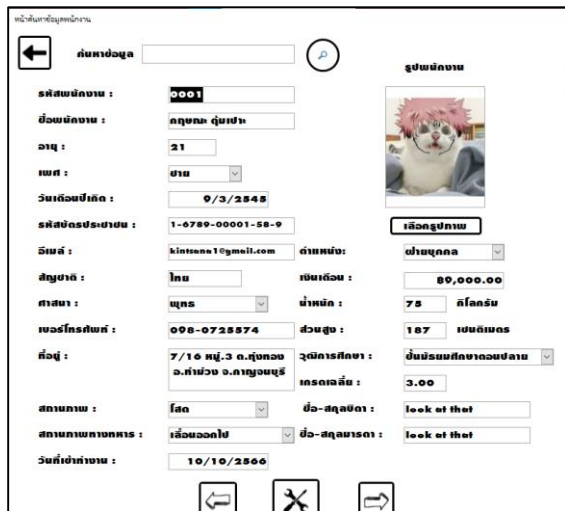
The image shows a main menu page titled "หน้าจอเมนู" (Main Menu) with a "Wellcome" message and a home icon. It contains several menu options in buttons: "จัดการข้อมูลพื้นฐาน" (Manage Basic Information), "คำนวณเงินเดือน" (Calculate Salary), "เบิกค่าจ้างล่วงหน้า" (Request Advance Salary), "บันทึกเวลาทำงาน" (Record Working Hours), "จัดการการลา" (Manage Leave), and "ออกระบบ" (Logout).

ภาพที่ 1 หน้าจอเข้าสู่ระบบ (Login) และหน้าจอเมนู

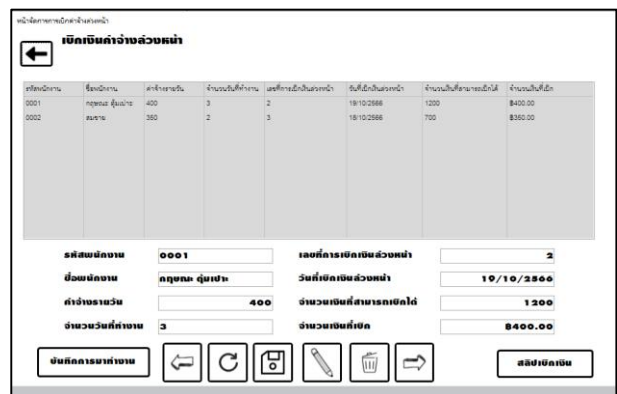
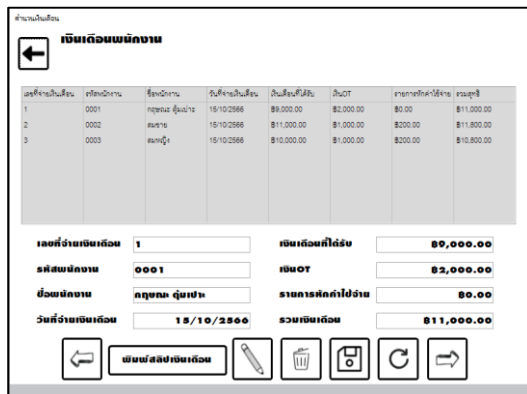
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 2 หน้าจัดการข้อมูลพื้นฐาน และจัดการข้อมูลพนักงาน

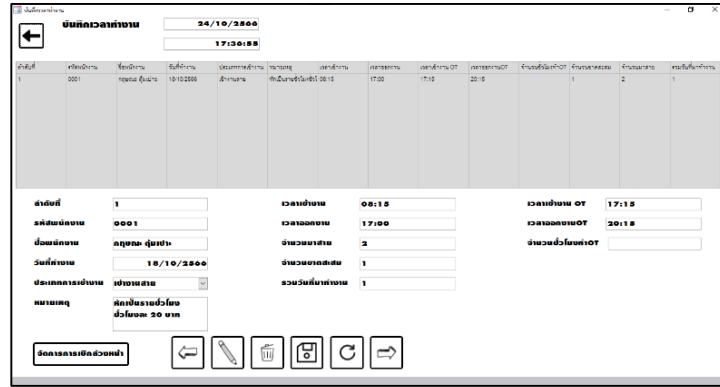


ภาพที่ 3 หน้าค้นหาข้อมูลพนักงาน และหน้าสรุปรายชื่อและข้อมูลพนักงาน

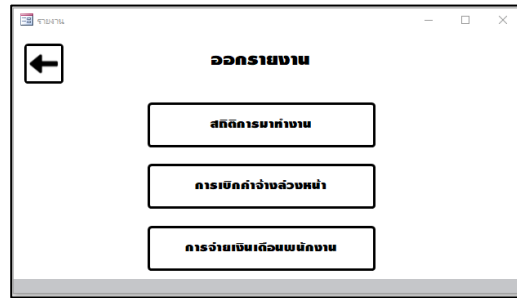
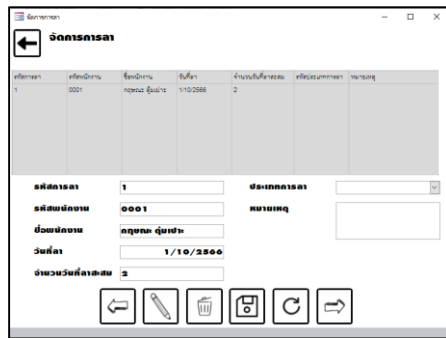


ภาพที่ 4 หน้าคำนวณเงินเดือนพนักงาน และหน้าเบิกค่าจ้างล่วงหน้า

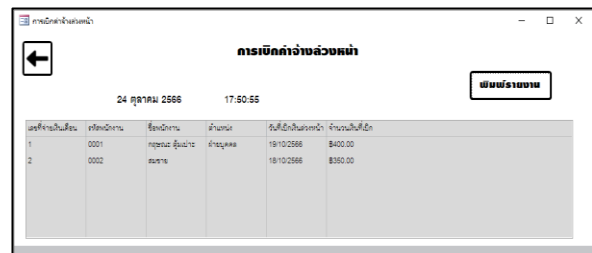
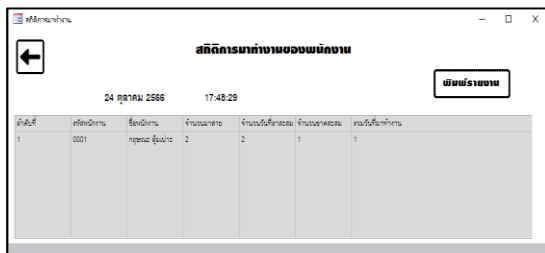
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



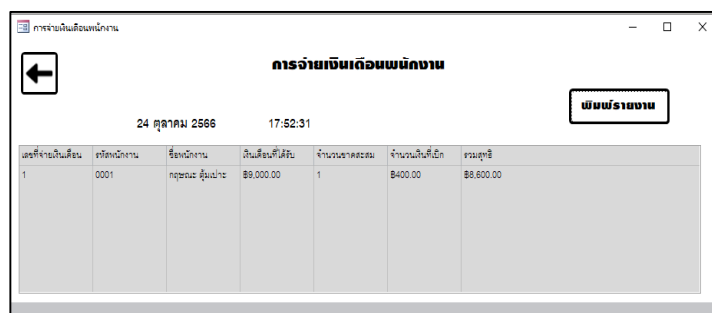
ภาพที่ 5 หน้าบันทึกเวลาทำงาน



ภาพที่ 6 หน้าจัดการการลา และหน้าออกรายงาน



ภาพที่ 7 หน้าออกรายงานสถิติการทำงาน และการเบิกจ่ายล่วงหน้า



ภาพที่ 8 หน้าออกรายงานการจ่ายเงินเดือนพนักงาน

2) ผลการประเมินคุณภาพระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคลบริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินคุณภาพ จากการทดลองใช้งานด้วยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินและให้เกณฑ์ประเมินที่กำหนดค่าความหมายดังการประเมินดังนี้ (Fisher, 1998)

4.21–5.00=มากที่สุด, 3.41–4.20=มาก, 2.61–3.40=ปานกลาง, 1.81–2.60=น้อย, 1.00–1.80=น้อยที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=3)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Function Requirements Test)	4.34	0.16	มากที่สุด
2. ด้านความถูกต้องในการทำงาน (Functional Test)	4.29	0.29	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability Test)	4.46	0.31	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัย (Security Test)	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน	4.43	0.32	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า คุณภาพระบบโดยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.43$, S.D.=0.32) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการรักษาความปลอดภัย ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=5.00$, S.D.=0.00) รองลงมา ด้านความง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.46$, S.D.=0.31) ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.34$, S.D.=0.16) และด้านความถูกต้องในการทำงาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.29$, S.D.=0.29) ตามลำดับ

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคลบริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคลบริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด จากการประเมินของผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน โดยใช้แบบประเมินและให้เกณฑ์ประเมินที่กำหนดค่าความหมายการประเมินดังนี้ (Fisher, 1998)

4.21–5.00=มากที่สุด, 3.41–4.20=มาก, 2.61–3.40=ปานกลาง, 1.81–2.60=น้อย, 1.00–1.80=น้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจ (n=30)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Function Requirements Test)	4.55	0.15	มากที่สุด
2. ด้านความถูกต้องในการทำงาน (Functional Test)	4.48	0.13	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability Test)	4.40	0.30	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัย (Security Test)	4.51	0.96	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน	4.49	0.38	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.49$, S.D.=0.38) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.55$, S.D.=0.15) รองลงมา ด้านการรักษาความปลอดภัย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.51$, S.D.=0.96) ด้านความถูกต้องในการทำงาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.48$, S.D.=0.13) และด้านความง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.40$, S.D. = 0.30) ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

1) ระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคลบริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้จัดเก็บข้อมูลพนักงาน และจัดการส่วนต่าง ๆ ของระบบในบริษัท ได้แก่ การเบิกจ่ายล่วงหน้า เงินเดือน การบันทึกเวลาทำงาน การลา และความสามารถในการออกรายงานหรือสลิปเงินเดือน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการขั้นตอนที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ โดยศึกษาจากทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน (Souvik, 2019) ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ขั้นตอนดังกล่าวโดยเริ่มจากการค้นหาปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นในหน่วยงานเพื่อนำปัญหานั้นมาวิเคราะห์และออกแบบระบบ ทั้งนี้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบนั้นต้องตระหนักได้ว่าเมื่อระบบพัฒนาเสร็จสมบูรณ์จะต้องสามารถแก้ไขปัญหามีได้อย่างตรงจุด และที่สำคัญตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานเป็นหลัก ระหว่างการพัฒนากระบวนการนั้นได้พบกับปัญหาในส่วนของการออกแบบรายงานข้อมูลต่าง ๆ จึงทำให้ค้นพบว่า การออกแบบระบบนอกจากจะศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในหน่วยงานแล้ว ยังต้องตระหนักถึงความจำเป็นในองค์ความรู้หรือความเชี่ยวชาญ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนที่ 2 เป็นการศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ในส่วนของความเป็นไปได้ทางเทคนิค โดยคำนึงถึงในส่วนของความเชี่ยวชาญเป็นสำคัญเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาต่อการพัฒนาระบบในอนาคต นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยใช้เทคนิคออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และทำตามวิธีการให้เป็นไปตามบรรทัดฐาน จึงทำให้ระบบที่พัฒนามีความเหมาะสมกับการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพในบริการจัดการข้อมูลพนักงาน และเพื่อลดปัญหาในการจัดเก็บเอกสารงานฝ่ายบุคคล ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องระบบจัดการงานด้านฝ่ายบุคคล กรณีศึกษา บจก.คูโบต้า อุดรธานี (วพิชญดา นานาวิน, สุประวีณ์ เรื่องสิวะกุล และพัฒนชัย วรางกูร, 2563) พบว่า ระบบที่พัฒนาสามารถยกระดับประสิทธิภาพการทำงานให้กับฝ่ายบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดปัญหาการจัดเก็บเอกสารได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงการวางแผนดำเนินการสร้าง ปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาอย่างเป็นระบบขั้นตอน จนได้ระบบฐานข้อมูลที่มีคุณภาพ

2) การประเมินคุณภาพระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานเพื่อฝ่ายบุคคลบริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด มีค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นการทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน การทดสอบในครั้งนี้ได้นำหลักการทดสอบระบบที่เรียกว่า (Black Box Testing) (Mustafa K. and Khan, R.A., 2007) โดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทดสอบ จะไม่เห็นรูปแบบการทำงานของระบบ โดยจะเน้นไปที่ผลผลิต (Input) และผลลัพธ์ (Output) เท่านั้น และทดสอบซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า การหาจุดบกพร่อง (Bug) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้หลักการในการหาจุดบกพร่องในลักษณะที่เรียกว่า ข้อบกพร่อง (Defect) ข้อผิดพลาด (Error) และความล้มเหลว (Failure) (Jorgensen, Pual C., 2008) ซึ่งการทดสอบจะทำให้ระบบการทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ซึ่งการทดสอบระบบด้วยวิธีการนี้ทำให้ได้ระบบที่มีคุณภาพที่ครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Function Requirements Test)

2) ด้านความถูกต้องในการทำงาน (Functional Test) 3) ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability Test) และ 4) ด้านการรักษาความปลอดภัย (Security Test) จากการประเมินพบว่าด้านการรักษาความปลอดภัย (Security Test) ได้รับผลการประเมินมากที่สุด โดยจากการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นมีการออกแบบในส่วนของการกำหนดสิทธิ์การใช้งานที่ชัดเจนว่าส่วนใดเป็นบทบาทของผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องระบบจองห้องประชุมออนไลน์ โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยมราช จังหวัดสุพรรณบุรี (ฉัตรชัย จันตะ, นิรุตต์ จรเจริญ, มาลินี คำเครือ และวิยะดา พลชัย) ที่มีการทดสอบระบบและทดสอบซอฟต์แวร์ในลักษณะเช่นเดียวกัน จึงส่งผลให้ระบบสามารถทำงานอย่างครอบคลุมตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ดี และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการข้อมูลพนักงานเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้นและยังช่วยลดการใช้ทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลงไป

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานฝ่ายบุคคลบริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด มีค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นการทดสอบโดยบุคคลทั่วไปที่มีความรู้ในการใช้งานระบบ 30 ท่าน ผลการประเมินความพึงพอใจนั้นมีทิศทางเดียวกันกับผลการประเมินคุณภาพ ทั้งนี้ระบบนั้นได้พัฒนาขึ้นตามวงจรการพัฒนากระบวนสารสนเทศ (System Development Life Cycle: SDLC) (Souvik, 2019) การนำระบบไปใช้ประโยชน์นั้นสามารถช่วยลดขั้นตอนในการทำงานได้จริง โดยพบว่างานวิจัยเรื่องระบบการจัดการบุคลากรภายในองค์กร กรณีศึกษา บริษัท เอาร์ทเซอร์สซีฟาย จำกัด (ศศิวรรณ ฉ่ำชานา และ ณิชกานต์ พัฒนโพธิ์, 2561) ซึ่งบุคลากรภายในบริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด นั้น เป็นบุคลากรที่เป็นบุคคลที่มาจากประเทศเพื่อนบ้านส่วนใหญ่ แต่ควรได้รับการปฏิบัติไม่ต่างกันทุกคนควรมีความเท่าเทียมในการรักษาข้อมูลส่วนตัวเช่นกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมองว่าหากผู้วิจัยพัฒนาระบบแล้วควรพิจารณาถึงการอำนวยความสะดวกในการใช้งานให้กับผู้ใช้งานเป็นหลัก ซึ่งอาจต้องมองไปถึงส่วนการจัดทำคู่มือระบบหรือคู่มือการใช้งานเพื่อช่วยทำให้ระบบมีการขับเคลื่อนและถูกนำไปใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพซึ่งผู้วิจัยพิจารณาแล้วเห็นว่าการพัฒนาระบบเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานจะต้องพัฒนาให้ครอบคลุมทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Function Requirements Test) 2) ด้านความถูกต้องในการทำงาน (Functional Test) 3) ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability Test) และ 4) ด้านการรักษาความปลอดภัย (Security Test) จากการประเมินพบว่าด้านการรักษาความปลอดภัย (Security Test)

สรุปผล

ระบบการจัดการฐานข้อมูลพนักงานบุคคลบริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา และพิมพ์รายงาน รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของพนักงาน ข้อมูลค่านเงินเดือน ข้อมูลเบิกค่าจ้างล่วงหน้า ข้อมูลบันทึกเวลาทำงาน สถิติการมาทำงาน ผลการประเมินคุณภาพและความพึงพอใจ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน สรุปผลได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยลดปัญหาการเก็บข้อมูลที่ยุ่งยากและสามารถจัดการได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น สามารถดูข้อมูลทั้งปัจจุบันและข้อมูลย้อนหลังได้ อีกทั้งยังสามารถออกรายงานได้อีกด้วย และที่สำคัญนำไปสู่การช่วยยกระดับประสิทธิภาพการทำงานให้กับฝ่ายบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดปัญหาการจัดเก็บเอกสารในรูปแบบกระดาษลงไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรุทธ์ จรเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มาลินี คำเครือ อาจารย์พิศาล คงเอียด และอาจารย์วิยะดา พลชัย อาจารย์ในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ความรู้ ตรวจสอบแก้ไข ปรับปรุงในส่วนที่บกพร่องต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ ตลอดจนบริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ฉัตรชัย จันตะ, นิรุทธ์ จรเจริญ, มาลินี คำเครือ และวิยะดา พลชัย. 2566. ระบบจองห้องประชุมออนไลน์ โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยมราช จังหวัดสุพรรณบุรี. น. 1602-1618. ใน: ประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 9 การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม 9 มีนาคม 2566. ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
นิรุทธ์ จรเจริญ. 2564. การจัดการธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล. สำนักพิมพ์ โอ. เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.
รุจีจันทร์ วิชวานิเวศน์. 2560. สารสนเทศทางธุรกิจ. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

วพิชญดา นานาวัน, สุประวีณ์ เรื่องสิวะกุล และพัฒนชัย วรวงูร. 2563. ระบบจัดการงานด้านฝ่ายบุคคล
กรณีศึกษา บจก.คูโบต้า อูธรธานี. แหล่งข้อมูล:

https://ms.udru.ac.th/bc/assets/project_uploads/20210408000457.pdf. ค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2566.

ศศิวรรณ ฉ่ำชานา และณัฐกานต์ พัฒนโพธิ์. 2561. ระบบการจัดการบุคลากรภายในองค์กรกรณีศึกษา

บริษัท เอาร์ทเซอร์สซิฟาย จำกัด. แหล่งข้อมูล: <http://e-research.siam.edu/wp/>. ค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2566.

ASAWA Corporation. 2566. บริษัท อัสว คอร์ปอเรชั่น จำกัด. แหล่งข้อมูล:

<https://www.asawacorporation.com/>. ค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2566.

Fisher, J. M. 1998. First Grader's Perception of Their Learning: A Qualitative Study of

Motivation for Literacy. Dissertation Abstract International. 59: 1903-A: December.

GameconLover. 2565. ระบบจัดการข้อมูลพนักงาน Access. แหล่งข้อมูล:

<https://gconlover.eversor.co.th/2022/04/20/>. ค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2566.

Jorgensen, Paul C. 2008. Software Testing A Craftsman's Approach. CRC Press Taylor & Francis
Group, New York.

Mustafa, K. and Khan, R. A. 2007. Software Testing: Concepts and Practices. Alpha Science, English.

Souvik. 2019. 7 Stages/Phases of the Software Development Life Cycle (SDLC). Available:

<https://www.rswebsols.com/tutorials/programming/stages-phases-software-development-life-cycle-sdlc>. Accessed Jul.19, 2023.

ระบบสแกนลายนิ้วมือเข้าโรงเรียนโดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ (Fingerprint scanning system for the school via Micro controller)

นภาพลัย โชติธนบูรณ์^{1*} ปภัสรา จำปาอ่อน¹ และกิตติพงษ์ สุวรรณราช¹

Naphalai chodtanaboon^{1*}, Paphatsara Jampaaon¹ and Kittipong Suwannaraj¹

¹สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

เลขที่ 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹Information Technology branch Faculty of Science and Technology Pibulsongkram Rajabhat University
Phitsanulok Province

Number 156 Village No. 5, Plai Chumphon Subdistrict, Mueang District, Phitsanulok Province 65000

*Corresponding author E-mail: naphalai.c@psru.ac.th, kitti@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบสแกนนิ้วมือเข้าโรงเรียน 2) เพื่อสามารถเก็บประวัติการเข้า-ออกโรงเรียนของนักเรียนได้อย่างละเอียด 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของระบบโดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการออกแบบระบบสแกนลายนิ้วมือประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์ของระบบโมดูลสแกนลายนิ้วมือและบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP 32 และส่วนซอฟต์แวร์ของระบบการจัดเก็บข้อมูลใช้ฐานข้อมูล My sql ในรูปแบบของการเก็บข้อมูลที่ได้นั้นสามารถแยกรหัส,ชื่อ,นามสกุล,ชั้น,วันและเวลา ได้อย่างชัดเจน และแจ้งเตือนการเข้า-ออกโรงเรียนของนักเรียนใช้ line notifyในการทำงาน งานวิจัยนี้ยืนยันความถูกต้องในการทำงานของระบบต้นแบบโดยทดลองกับนักเรียน จำนวน 60 คน ผลการทดลองพบว่าระบบต้นแบบสามารถบันทึกการเข้า-ออกของนักเรียนแต่ละคนได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือในการทำงานของระบบ

ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการเข้า-ออกโรงเรียนของนักเรียนและรายงานให้ผู้ปกครองทราบผ่าน line notifyและความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบจำนวน 60 คนแบ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 3 ชาย 14 คน หญิง 15 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 4 ชาย 15 คน หญิง 16 คน มีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ 4.50 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : ไมโครคอนโทรลเลอร์, ESP32, ลายนิ้วมือ, line notify, fingerprint

Abstract

The research aims to develop a prototype of a finger scanning system for school students, to provide detailed records of their school visits, to evaluate their satisfaction with the concept of designing a fingerprint scanner system consisting of a hard part of the fingerprint scanner module system and NodeMCU ESP 32 microcontroller board. And the software part of the storage system uses the My sql database as a collection of data that can separate code, name, extension, class. The date and time of the student's entry and exit alerts use line notification. This study confirms the validity of the prototype system with 60 students. The results show that the prototype system can accurately and reliably record each student's entry and exit.

The research findings indicated that the system successfully stored students' entry and exit data from the school and provided reports to parents via Line Notify. The user satisfaction

survey, conducted with 60 participants, comprised third-year male students 14 and female students 15 as well as fourth-year male students 15 and female students 16 The average satisfaction level was 4.50, which falls within the highest range of satisfaction.

Keywords: Microcontroller, Fingerprint, ESP32, line notify

บทนำ

ปัจจุบันมีการเช็คชื่อเข้าโรงเรียนหลายรูป การใช้บัตรสแกน ใช้คิวอาร์โค้ดและบาร์โค้ด ซึ่งจะเจอปัญหาการแตะบัตรแทนกันและอีกสาเหตุกล่าวให้เห็นวิธีการรายงานผลการเข้า-ออกของโรงเรียนไม่มีรายละเอียดที่ชัดเจน จึงสร้างระบบสแกนลายนิ้วมือเข้าโรงเรียนของนักเรียนการใช้สแกนลายนิ้วมือเพราะลายนิ้วมือทุกคนไม่เหมือนกันไม่สามารถสแกนแทนกันได้และใช้ยืนยันการเข้า-ออกของนักเรียน

ปัจจุบันเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลการใช้งาน การลงเวลา หรือที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูลเข้าระบบ จากผลการสำรวจในการใช้ไลน์ในกลุ่มอายุ 34 ปีร้อยละ 97.3 และกลุ่มอายุ 35 - 49 ปีร้อยละ 90.6 เพราะไลน์สามารถติดต่อกันได้โดยไม่ต้องมีเบอร์โทรศัพท์ สามารถคุยพร้อมกันได้หลายคนความโดดเด่นอีกอย่างของ Line ก็คือเราสามารถถึงเพื่อนคนอื่น มาพูดคุยเป็นกลุ่มเพื่อคุยเรื่องเดียวกันในเวลาพร้อมกันได้เลย ไม่จำเป็นต้องคอยบอกทีละคนให้เสียเวลา ต่อให้ต้องการพูดคุยกันเป็นสิบๆ คนก็สามารถถึงเข้ามาในกลุ่มเพื่อพูดคุยกันได้และอีกสิ่งคือมีสติ๊กเกอร์ที่ค่อนข้างถูกใจคนไทยที่เป็นจุดขายอันดับต้นๆของแอปพลิเคชันLineเลยก็ว่าได้กับสติ๊กเกอร์สุนัขน่ารักที่แะพาอื่นๆยังเทียบชั้นไม่ติด ยิ่งคนไทยเป็นคนประเภทที่ชอบอะไรดูสวย

การใช้งาน Line เรายังเป็นการตอบโต้ของการพูดคุยได้ดีที่สุด เพียงแค่ส่งสติ๊กเกอร์หากันก็อธิบายอะไรได้หลายๆ เรื่องโดยไม่ต้องพิมพ์ให้เสียเวลา ไลน์บอทสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้โดยไม่ต้องใช้คนมาเป็นคนตอบ ซึ่งนี่คือข้อดีของการใช้บริการตอนนี้ เพราะนอกจากจะทำให้ผู้ใช้ใช้งานได้ง่ายมากขึ้นแล้ว ผู้ที่เป็นแอดมินก็จะสะดวกสบายมากขึ้นเช่นกัน เพราะไม่ต้องมาคอยตอบคำถามที่ถามซ้ำๆ หรือไม่จำเป็นต้องมานั่งเก็บข้อมูลที่ละคน เพราะบริการนี้จะช่วยเหลือคุณได้ทุกอย่างที่สมารถทำได้ซึ่งสรุปเป็นระบบสแกนนิ้วเข้าโรงเรียนเพื่อลดปัญหาการขาดเรียน การเรียนไม่จบของนักเรียนและมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ปกครอง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของปัญหาการเข้า-ออกโรงเรียนโพธิ์โพธิ์โทรงามวิทาคมมีปัญหาการเข้า-ออกโรงเรียน เช่น ไม่มีการจดบันทึกการเข้า-ออกโรงเรียนของนักเรียน ไม่มีการสรุปข้อมูลที่ชัดเจนและผู้ปกครองไม่ทราบการเข้า-ออกโรงเรียนของนักเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบระบบการเข้า-ออกโรงเรียนโดยใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือเข้า-ออกโรงเรียนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเดิม

1.2 ออกแบบระบบการทำงานของระบบสแกนลายนิ้วมือ รายงานผ่าน line notify ขึ้นแทนระบบการทำงานแบบเดิมให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

1.3 พัฒนาระบบโดยใช้ภาษา PHP, ภาษา C ,และ line notify ในการส่งข้อมูล

1.4 xampp จำลองเป็น web server

1.5 ทดลองใช้ระบบสแกนลายนิ้วมือเข้า-ออกโรงเรียน รายงานผ่าน line notify พร้อมประเมินประสิทธิภาพการทำงานและประเมินความพึงพอใจประสิทธิภาพในการทำงานและตอบสนองความต้องการใช้

งานจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่1และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 4 จำนวน 60 คน

1.6 เก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความสมบูรณ์ นำไปวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบประเมินระบบ 2 แบบการประเมินดังนี้

1.6.1 แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสแกนลายนิ้วมือการเข้า-ออกโรงเรียนรายงานผ่าน line notify จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน

1.6.2 แบบประเมินความพึงพอใจประสิทธิภาพและการตอบสนองความต้องการใช้งานของระบบสแกนลายนิ้วมือการเข้า-ออกโรงเรียนรายงานผ่าน line notify จากกลุ่มตัวอย่างผู้ปกครองนักเรียนจำนวน 160 คน วิเคราะห์โดยใช้แบบประเมิน 5 ระดับโดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย(\bar{X})

$$\text{Mean } x = (w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots + w_n) / n$$

2.เครื่องมือการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. Fingerprint Sensor เซ็นเซอร์สแกนลายนิ้วมือ AS608 JM-101B
2. NodeMCU ESP32
3. หลอดไฟ LED สีเขียว 1 ดวง
4. หลอดไฟ LED สีแดง 1 ดวง
5. สายไฟจัมเปอร์

3.กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ปกครอง นักเรียน อาจารย์ โรงเรียนโพธิ์ไทรงามวิทยาคม จำนวน 160 คน โดยใช้ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 4 จำนวน 60 คน จากนักเรียนทั้งหมด 160 คน แบ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 3 ชาย 14 คน หญิง 15 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 4 ชาย 15 คน หญิง 16 คน

กลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินคุณภาพในการทำงานระบบ จำนวน 3 คน เป็นผู้สำเร็จการศึกษา

1. อาจารย์ศิริฤกา ฉิมพาลี ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา แขนง วิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ศึกษา
2. อาจารย์อภิญา มุขสิงห์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา แขนง วิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ศึกษา
3. อาจารย์นรเศรษฐ์ แก้วขาว ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการ ปริญญาตรีสาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์
4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2550 : 176) ดังนี้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50-5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50-4.49 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50-3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50-2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00-1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบการสแกนลายนิ้วมือเข้า-ออกโรงเรียน รายงานผ่าน line notify ขึ้นมา ตามที่ได้ ออกแบบไว้ นั้นได้นำเทคนิคการเขียนโปรแกรมและการจัดเก็บข้อมูล หลายๆอย่างประยุกต์ใช้งานร่วมกันในการทำงาน โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. ส่วนระบบที่สแกน เพื่อใช้ในการสแกนลายนิ้วมือการเข้า-ออกโรงเรียน ซึ่ง ออกแบบเป็นเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมคือ ภาษา PHP, ภาษา C ข้อมูลถูกบันทึกไว้ใน Database และ 2. ส่วนการส่งข้อมูลให้ผู้ปกครองทราบผ่าน line notify โดยมีหน้าจการทำงานหลักๆ ของการใช้งานจริงดังนี้



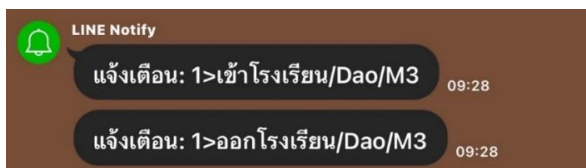
ภาพที่ 1 กล่องอุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ



ภาพที่ 2 ไฟสีเขียวคือลายนิ้วมือที่มีการลงทะเบียน



ภาพที่ 3 ไฟสีแดงคือลายนิ้วมือที่ไม่มีการลงทะเบียน



ภาพที่ 4 แสดงข้อมูลการเข้า-ออกโรงเรียนผ่าน line notify

ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบและความพึงพอใจของผู้ปกครองของนักเรียนโรงเรียนโพธิ์ ไทรงามวิทยาคม

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบบันทึกการเข้า-ออกโรงเรียน รายงานผ่าน line notify จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	(\bar{x})	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การประเมินความสามารถในด้านการทำงานของระบบ	4.53	0.35	มากที่สุด
2. การประเมินความสามารถด้านการใช้งานของระบบ	4.60	0.43	มากที่สุด
3. การประเมินด้านประโยชน์ที่ได้จากระบบ	4.47	0.69	มาก
โดยรวม	4.53	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ที่มีต่อระบบบันทึกการเข้า-ออกโรงเรียน รายงานผ่าน line notify มีระดับประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.53$, S.D.=0.49) โดยมีประสิทธิภาพมากที่สุดตามลำดับคือด้านการทำงานของระบบ ($\bar{x} = 4.53$, S.D.=0.35) ด้านการใช้งานระบบ ($\bar{x} = 4.60$, S.D.=0.43) และการประเมินด้านประโยชน์ที่ได้จากระบบ ($\bar{x} = 4.47$, S.D.=0.69)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ระบบบันทึกการเข้า-ออกโรงเรียน รายงานผ่าน line notify โดยใช้ผู้ปกครองนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน

รายการ	(\bar{x})	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การประเมินความสามารถในด้านการทำงาน			
1.1. สามารถสแกนลายนิ้วมือเข้า-ออกได้อย่างรวดเร็ว	4.47	0.64	มาก
1.2. การแสดงข้อมูลนักเรียนเข้าโรงเรียนได้อย่างถูกต้อง	4.66	0.54	มากที่สุด
1.3. การแสดงข้อมูลนักเรียนออกโรงเรียนได้อย่างถูกต้อง	4.68	0.51	มากที่สุด
1.4. การส่งข้อมูลการเข้าโรงเรียนให้ผู้ปกครองทราบผ่าน LINE ได้อย่างถูกต้อง	4.65	0.51	มากที่สุด
1.5. การส่งข้อมูลการออกโรงเรียนให้ผู้ปกครองทราบผ่านLINE ได้อย่างถูกต้อง	4.69	0.51	มากที่สุด
รวม	4.63	0.54	มากที่สุด
2. การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ			
2.1. ความง่ายในการใช้งาน	4.49	0.60	มาก
2.2. ความเหมาะสมของการใช้สีของอักษร	4.45	0.58	มาก
2.3. ความถูกต้องของข้อมูลเมื่อทำการสแกนนิ้วมือ	4.59	0.56	มากที่สุด
2.4. ความเหมาะสมของการแสดงข้อมูลบนหน้าจอ	4.46	0.56	มาก
2.5. ความเร็วในการสแกนเข้า-ออกแต่ละครั้ง	4.35	0.73	มาก

รวม	4.47	0.61	มาก
3. การประเมินด้านประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบ			
3.1. สามารถเก็บรวมข้อมูลเป็นสถิติรายงานให้โรงเรียนทราบได้	4.52	0.61	มากที่สุด
3.2. ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการมาโรงเรียนมากขึ้น	4.22	0.85	มาก
3.3. ช่วยให้ผู้ปกครองได้ทราบพฤติกรรมของบุตรหลานได้อย่างรวดเร็ว	4.22	0.66	มากที่สุด
3.4. ครูสามารถลดเวลาในการเช็คการเข้า-ออกโรงเรียนของนักเรียนและสามารถดูรายละเอียดได้อย่างชัดเจน	4.52	0.73	มาก
3.5. ช่วยให้สามารถจัดเก็บข้อมูลนักเรียนได้อย่างถูกต้องแม่นยำ	4.44	0.67	มาก
รวม	4.42	0.71	มาก
โดยรวม	4.50	0.62	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าระบบบันทึกการเข้า-ออกโรงเรียน รายงานผ่าน line notify มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.50, S.D.=0.62$) โดยมีความพึงพอใจมากที่สุดตามลำดับคือการประเมินความสามารถในด้านการทำงาน ($\bar{X} = 4.63, S.D.=0.54$) การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ ($\bar{X} = 4.47, S.D.=0.61$) และการประเมินด้านประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบ ($\bar{X} = 4.42, S.D.=0.71$)

วิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยระบบการสแกนลายนิ้วมือเข้า-ออกโรงเรียน รายงานผ่าน line notify ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบที่โรงเรียนโพธิ์ไทรงามวิทยาคม ได้วิเคราะห์แบบประเมินระบบอยู่ 2 แบบการประเมินคือ ส่วนแรก ได้ทำการประเมินแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ซึ่งมีการประเมินด้วยกัน 3 ด้านคือ 1) ด้านการทำงานระบบ 2) ด้านการใช้งานของระบบ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้จากระบบ มีระดับประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53, S.D.=0.49$) โดยมีประสิทธิภาพมากที่สุดตามลำดับ คือ ด้านการทำงานของระบบ ($\bar{X} = 4.53, S.D.=0.35$) ด้านการใช้งานของระบบ ($\bar{X} = 4.60, S.D.=0.43$) และการประเมินด้านประโยชน์ที่ได้จากระบบ ($\bar{X} = 4.47, S.D.=0.69$) ส่วนที่สองประเมินแบบสอบถามจากประชากรและกลุ่มตัวอย่างโดยผู้ปกครองนักเรียนโรงเรียนโพธิ์ไทรงามวิทยาคมจำนวน 160 คน โดยมีการประเมินความพึงพอใจของระบบ 3 ด้านคือ 1) การประเมินความสามารถในด้านการทำงาน ($\bar{X} = 4.63, S.D.=0.54$) 2) การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ ($\bar{X} = 4.47, S.D.=0.61$) และ 3) การประเมินด้านประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบ ($\bar{X} = 4.42, S.D.=0.71$) ผู้ปกครองนักเรียนมีการยอมรับการทำงานจากระบบการสแกนลายนิ้วมือการเข้า-ออกโรงเรียน รายงานผ่าน line notify ในระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.62

สรุปผล

ระบบการสแกนลายนิ้วมือเข้า-ออกโรงเรียน รายงานผ่าน line notify ทำให้การสแกนลายนิ้วมือเข้า-ออกโรงเรียนของนักเรียนในปัจจุบันมีความสะดวก รวดเร็วมากขึ้น โดยระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลเป็นสถิติให้กับทางโรงเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์อย่างยิ่งให้กับผู้ปกครองนักเรียนในปัจจุบันที่ฝากบุตรหลานมากับรถรับส่งนักเรียน ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการส่งข้อมูลไปหาผู้ปกครองแบบเดิมที่เป็นการส่งแบบ SMS โดยผู้วิจัยได้ใช้ line notify เป็นตัวดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลแล้วทำการส่งข้อมูลการเข้า-ออกโรงเรียนให้ผู้ปกครองทราบผ่านไลน์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ มีประสิทธิภาพในการใช้งานเหมาะกับการนำระบบไปใช้ในโรงเรียนปัจจุบันเป็นอย่างมาก

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงษ์ สุวรรณราช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาตลอดจนโครงการเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ อาจารย์ศิริยุภา ฉิมพาลี โรงเรียนโพธิ์ไทรงามวิทยาคมที่สละเวลาให้ในการทดสอบโครงการชิ้นนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณน้อง ๆ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 4 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบสแกนลายนิ้วมือจนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กัลยาณี บรรจงจิต¹, ทวีฤทธิ มานวกุล², วณิชย์ วิชญเศรณี³ .(2551). ระบบเช็คชื่อนิสิตด้วยลายนิ้วมือ (46).มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา;กระทรวงศึกษาธิการ;กระทรวงเกษตรและสหกรณ์;กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี;กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร;สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ;สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- ฐิติกาญจน์ พันธุ์การุญ.(2566). การพัฒนาระบบสารสนเทศการลงเวลาเข้าเรียนของนักเรียน กรณีศึกษา โรงเรียนวัดบ้านหลวง (บัวราชภรณ์บำรุง).วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ทรายแก้ว จันท์แจ่มฟ้า¹, ดารณี อุทัยรัตนกิจ², ดร.ณวรรณ แก้วหนูนวน³.2562. ผลการใช้โปรแกรม Check-in/Check-out เพื่อลดพฤติกรรมไม่เหมาะสมในชั้นเรียน สำหรับนักเรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 .วารสารวิจัยและพัฒนาการศึกษาพิเศษ, 8(2) ,1-14
- พิทย์พิมล ชูรอด¹,เนาวลักษณ์ แสงสนิท²,สุพิริยา ผลนาค³ .(2556). การพัฒนาระบบยืมหนังสือด้วยเครื่องสแกนลายนิ้วมือของสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง.วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ,16(2),1-8
- วัฒนพล ชุมเพชร¹, ภูริณัฐ หนูขุน², คุณชญ์ เตียววนะ³ .2561. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต การพัฒนาระบบเช็คชื่อเพื่อการติดตามพฤติกรรมนักเรียนของนักศึกษา แบบมีส่วนร่วมผ่านระบบออนไลน์.วารสารเทคโนโลยีภาคใต้,11(1),1-8
- อรรถพล ศิลปกิจโกศล¹,ชาญณรงค์ ประกอบดี², ภูริทัต สุธรรมมา³ (2553) เครื่องสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิด-ปิดประตู.สำนักกวีชีววิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- อรรถวิทย์ โอบารณรงค์¹,ปรัชญา นิมแก้ว²,อภิรัตน์ ธรรมธีระศิษฏ์³ .(2564). ระบบตรวจสอบการเข้าร่วมกิจกรรม
ของนักศึกษาด้วยลายนิ้วมือแบบออนไลน์(1)
- อาจารย์ นาโค การประยุกต์เครื่องอ่านลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน .2556.วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ,
16(3) ,1-10
- เอกรัตน์สุขสุคนธ์,สมชิต พวงสันเทียะ,บัววรรณ ศักดิ์เจริญชัยกุลและพิชชากร ขอบใจ. 2565. การพัฒนาระบบ
สแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุก สรรพสิ่งสำหรับห้องแม่ข่าย.วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี, 10(1) ,1-10

แนวทางการบริหารจัดการทางแยกเพื่อรองรับการพัฒนาในอนาคต
กรณีศึกษา : ทางแยกจุดตัดทางหลวงหมายเลข 24 กับทางหลวงหมายเลข 348
และทางหลวงหมายเลข 2073 (แยกอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์)
Guideline for Intersection Management to Support Future Development
Case Study: Intersection of Highway No.24
with Highway No.348 and Highway No.2073
(Nang Rong District Intersection Buriram Province)

ศรศักดิ์ แก้วแบน^{1*}, ภาวัด ไชยชาณาวาทิก¹, อัฒกร กลั่นความดี¹ และธนาคม สกกุลไทย¹
Sornsak Keawban^{1*}, Bhawat Chaichannawatik¹, Attakorn Klunkuarmdee¹ and Thanakom Sakulthai¹

¹หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

¹Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management, Kasem Bundit University,
Pattanakarn Campus 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang Bangkok 10250, Thailand

*Corresponding author E-mail: sornsak.keawban@gmail.com, bhawat.cha@kbu.ac.th,
atthakorng@gmail.com, tanakom@powerdry.co.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลงานการวิเคราะห์ปัญหาการจราจรที่เกิดขึ้น และแนวทางในการปรับปรุงบริเวณทางแยกจุดตัดทางหลวงหมายเลข 24 กับทางหลวงหมายเลข 348 และทางหลวงหมายเลข 2073 (แยกอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์) ซึ่งเป็นเส้นทางหลักที่มีความสำคัญในการเชื่อมต่อกับเส้นทางในกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จากข้อมูลสถิติของปริมาณจราจร สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง พ.ศ. 2566 พบว่า ทางแยกอำเภอนางรองมีปริมาณจราจรสูง ทำให้เกิดปัญหาจราจรติดขัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเทศกาลหรือวันหยุดยาว จากการศึกษาพบว่า ปัจจุบันทางแยกไม่สามารถรองรับปริมาณจราจรได้ โดยมีระดับการให้บริการเท่ากับ E-F มีความล่าช้าเฉลี่ย 239.60 วินาที/คัน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบทางแยกต่าง ๆ เพื่อรองรับการพัฒนาในการบริหารจัดการทางแยกในอนาคตที่เหมาะสม โดยเมื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียระหว่างรูปแบบสะพานและทางลอด พบว่า รูปแบบสะพานข้ามทางแยกมีความเหมาะสมที่สุด การศึกษานี้จึงเสนอแนะรูปแบบเป็นสะพานข้ามทางแยกนางรอง แยกวัดขุนก้องมีสัญญาณไฟจราจรควบคุมทิศทางการจราจรบริเวณทางแยกตามแนวทางหลวงหมายเลข 24 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ยในการเดินทางผ่านทางแยก ระหว่างทางแยกก่อนการปรับปรุงกับหลังปรับปรุง พบว่า รูปแบบหลังจากการปรับปรุงมีความล่าช้าเฉลี่ยในการเดินทางผ่านทางแยกที่ 49.70 วินาที/คัน ระดับการให้บริการดีขึ้น ในระดับปานกลางที่ LOS D ซึ่งสามารถบรรเทาปัญหาการจราจร และลดความล่าช้าบริเวณทางแยกได้ร้อยละ 79.25

คำสำคัญ: การบริหารจัดการทางแยก, แยกนางรอง, สะพาน, ทางลอด

Abstract

This paper shown an analysis of traffic problems occurring at the intersections of Highway No.24 with Highway No.348, and with Highway No.2073 (Nang Rong District Intersection and

Wat Khun Kong Intersection, Buriram Province), which is the main route that is important in connecting with the route in the lower northeastern provinces. According to the statistics of traffic volume from Bureau of Safety, Department of Highways in 2023, it found that these intersections have high traffic volume, leading to traffic congestion, especially during festivals or long holidays. The study found that the intersections cannot handle the traffic volume with the current Level of Service E and F (LOS E and F), with an average delay of 239.60 seconds/vehicle, which is lower than the standard requirement. This research has thus studied the suitability of various intersection styles to support appropriate future developments in intersection management. When comparing the pros and cons between the flyover bridge and the underpass, it was found that the bridge across the intersection was the most suitable. Therefore, this study suggests for a bridge for the through traffic movement over the Nang Rong District intersection, and Wat Khun Kong Intersection and provide traffic signal controlling at both intersections on Highway No.24. The result of the comparative analysis of the average delay in traveling through the intersections between the before and after of the improvement, it was found that an average travel delay after the improvement at the intersections is 49.70 seconds/vehicle. The level of service was moderately improved to LOS D, which could relieve the traffic problem and reduce delays by 79.25%.

Keywords: Intersection management, Nang Rong Intersection, Overpass, Underpass

บทนำ

โครงข่ายถนน องค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญที่ขาดไม่ได้ คือ ทางแยก ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในทางด้านวิศวกรรมจราจรและการจราจร โดยเป็นจุดที่ก่อให้เกิดปัญหาการจราจรมากที่สุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่เกิดการรวมกันของปริมาณจราจรจากหลากหลายทิศทางที่มุ่งหน้าสู่ทางแยกเข้าด้วยกัน ส่งผลทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาอีกมากมาย เช่น ปัญหาความหนาแน่นของปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Traffic Congestion at Intersection) ปัญหาความล่าช้าบริเวณทางแยก (Delay at Intersection) ความยาวของแถวคอย (Queue) และปัญหาอุบัติเหตุจราจรบนถนน (Road Traffic Accident) (วรศักดิ์ วงษ์รอด, 2547) หากมีการออกแบบและกำหนดวิธีการควบคุมปริมาณจราจรให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่เหมาะสม อาจช่วยลดผลกระทบจากปัญหาการจราจรติดขัด และสามารถแก้ไขปัญหาคอขวดของกระแสจราจรลงได้เช่นเดียวกัน (นันทวัน เสนชู, ชวลิต วัฒนเวทิน, อัครวิมล กรรณสูต, 2552) และหนึ่งในโครงข่ายถนนหรือเส้นทางของประเทศไทยที่พบปัญหาการจราจรติดขัดหนาแน่น และเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งในช่วงเทศกาลหรือวันหยุดยาว คือ บริเวณทางหลวงหมายเลข 24 แยกนางรอง ในเขตอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งเป็นเส้นทางหลักที่มีความสำคัญในการเชื่อมต่อกับเส้นทางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ จึงได้มีการศึกษาวิเคราะห์และนำเสนอวิธีการบริหารจัดการทางแยกในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาการจราจรบริเวณทางแยกนางรอง ซึ่งในปัจจุบันบริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่กลางตัวเมืองอำเภอนางรอง โดยข้อจำกัดที่สำคัญของพื้นที่ คือ การขยายตัวของชุมชนตลอดแนวเส้นทางศึกษา ทั้งบริเวณทางหลวงหมายเลข 24 ทางหลวงหมายเลข 348 และทางหลวงหมายเลข 2073 รวมถึงบริเวณถนนประจันตเขต ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของเทศบาลเมืองนางรอง ทั้งนี้พื้นที่ศึกษาเป็นทางแยกหลักที่สำคัญของชุมชน อีกทั้งเป็นศูนย์รวมของ

โครงข่ายทางหลวงสายหลัก จึงทำให้พื้นที่ชุมชนเมืองถูกแบ่งแยกเป็น 2 ส่วน โดยด้านเหนือของทางหลวงหมายเลข 24 เป็นพื้นที่ย่านบ้านพักอาศัย ย่านสถานที่ราชการ เช่น เทศบาลเมืองนางรอง โรงพยาบาลนางรอง เป็นต้น และด้านใต้ของทางหลวงหมายเลข 24 เป็นพื้นที่ย่านพาณิชยกรรม ตลาด สถานีขนส่งผู้โดยสาร ทำให้เกิดการเดินทางทั้งในส่วนของการเดินทางภายในตัวเมืองอำเภอนางรองเอง กับการเดินทางผ่านตัวเมืองที่สัญจรบนทางหลวงหมายเลข 24 ส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้อยู่อาศัยในตัวเมืองเอง และความสะดวกรวดเร็วในการขนส่งสินค้าของโครงข่ายทางหลวงสายหลัก

วิธีการดำเนินการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหาบริเวณแยกนางรอง จุดตัดกันของทางหลวงหมายเลข 24 กับทางหลวงหมายเลข 348 และทางหลวงหมายเลข 2073 อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ดังภาพที่ 1 สาเหตุจากปัญหาการเดินทางผ่านบริเวณทางแยกเนื่องจากการจราจรที่ติดขัด โดยพิจารณาถึงแนวทางการปรับปรุงความล่าช้าและการจราจรที่ติดขัด เพื่อกำหนดเป็นรูปแบบทางเลือกที่เหมาะสม ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ และทำการวิเคราะห์เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงทางเลือกของทางแยกต่างระดับที่เหมาะสม โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้



ภาพที่ 1 พื้นที่ในการศึกษา

1. การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
 - (1) รวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรรายปีย้อนหลัง และสถิติการเกิดอุบัติเหตุ
 - (2) สืบค้นและรวบรวมข้อมูลด้านจราจรปริมาณจราจรบนช่วงถนน ทางแยก จุดกั๊กรถ การสำรวจจุดต้นทางและปลายทางของการเดินทาง รวมถึงความเร็วในการเดินทาง
2. การศึกษาสภาพปัญหาการจราจรในปัจจุบัน สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ดังกล่าวเนื่องจากทางแยกสัญญาณไฟจราจรทั้ง 3 จุด และมีระยะห่างระหว่างทางแยกน้อย
3. การวิเคราะห์ปัญหาด้านจราจรในพื้นที่ศึกษาการสำรวจลักษณะกายภาพของพื้นที่ ลักษณะสภาพการจราจร พฤติกรรมในการเดินทาง เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์สภาพการจราจรในปัจจุบันและในอนาคตบนโครงข่ายอันเนื่องมาจากสภาพการเปลี่ยนแปลงทั้งปริมาณความต้องการเดินทาง และปรับปรุงโครงข่ายถนนต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณจราจรที่ทางแยก และบริเวณช่วงถนนของตามปีเป้าหมายต่าง ๆ
4. การเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาจราจรในพื้นที่ศึกษา
 - (1) ประยุกต์ใช้หลักการทางด้านวิศวกรรมจราจรเพื่อออกแบบและนำเสนอแนวคิดและจัดทำรูปแบบการบริหารจัดการทางแยกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเดินทาง
 - (2) วิเคราะห์ด้านการจราจรและเปรียบเทียบรูปแบบ ทั้งในปัจจุบันและภายหลังจากรูปแบบทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ โดยการวิเคราะห์สภาพการจราจรบริเวณทางแยก ทำการคาดการณ์ทุก ๆ ช่วง 5 ปี ตลอดระยะเวลา 20 ปี นับจากปีที่เปิดให้บริการ โดยระดับการให้บริการ (Level of Service: LOS)

สามารถแบ่งระดับการให้บริการออกเป็น 6 ระดับ ตั้งแต่ระดับ A ถึง F โดยตามเกณฑ์ที่ (Standard Highway Manual, 2561) แนะนำสำหรับการออกแบบทางหลวงในเมือง ซึ่งไม่ควรมีระดับการให้บริการไม่ต่ำกว่าระดับ D เพื่อนำมาประกอบในการพิจารณาการศึกษา และนำเสนอแนวคิด ตลอดจนรูปแบบที่เหมาะสม

ผลการวิจัย

1. สภาพปัญหาด้านจราจรบริเวณทางแยกนารองแบ่งออกดังนี้

(1) สภาพพื้นที่ปัจจุบันทางหลวงหมายเลข 24 ทางหลวงหมายเลข 2073 และถนนประจันตเขต (แยกนารอง) มีเขตทาง 40 เมตร 20 เมตร และ 14 เมตร ตามลำดับ ขนาดช่องจราจรบนทางหลวงหมายเลข 24 เป็น 4 ช่องจราจร (ไป-กลับ) กว้างช่องจราจรละ 3.50 เมตร เกาะกลางถนนแบบยก (Raised Median) ขนาด 4.00 เมตร ไม่มีไหล่ทาง ทางเท้าขนาด 4.00 เมตร เป็นโครงข่ายคมนาคมสายหลักผ่านตัวเมืองนารอง โดยปัจจุบันมีทางแยกสัญญาณไฟจราจรที่สำคัญ 3 จุด ได้แก่ ทางแยก บขส. ทางแยกนารอง และทางแยกวัดขุนก้อง มีระยะห่างระหว่างแยกประมาณ 700 เมตร ส่งผลให้เกิดปัญหาทางด้านจราจร อีกทั้งพื้นที่อำเภอนารองได้ขึ้นทะเบียนเป็นโบราณสถาน จึงต้องมีการพิจารณารูปแบบของอย่างละเอียด เพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมที่สุด และลดผลกระทบต่อชุมชนสิ่งแวดล้อมและแหล่งโบราณสถานในพื้นที่ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โครงการ

(2) ปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น จากข้อมูลปริมาณจราจรรายปีย้อนหลังเป็นระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2558 - 2562) ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง ของหน่วยงานกรมทางหลวง (สำนักอำนวยการความปลอดภัยกรมทางหลวง, 2562) ซึ่งแนวโน้มที่ปริมาณจราจรมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง คิดเป็นร้อยละ 12.42

2. ผลการสำรวจข้อมูลจราจรในภาคสนาม

(1) ข้อมูลปริมาณจราจรช่วงถนน บนทางหลวงหมายเลข 24 ซึ่งมีปริมาณจราจรในช่วง 29,000-31,000 คัน/วัน หรือ 35,000-36,700 PCU/วัน สัดส่วนรถบรรทุกอยู่ในช่วงร้อยละ 10-16 ในส่วนทางหลวงหมายเลข 2073 มีปริมาณจราจรประมาณ 8,400 คัน/วัน หรือ 9,200 PCU/วัน สัดส่วนรถบรรทุก ร้อยละ 5.90 และทางหลวงหมายเลข 348 มีปริมาณจราจรประมาณ 8,800 คัน/วัน หรือ 9,800 PCU/วัน สัดส่วนรถบรรทุก ร้อยละ 6.20

(2) ข้อมูลปริมาณจราจรจุดตัดทางหลวงหมายเลข 24 กับทางหลวงหมายเลข 2073 และถนนประจันตเขต (แยกนารอง) มีลักษณะเป็นสี่แยกสัญญาณไฟ ผลการสำรวจพบว่า มีปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยก ในช่วง 50,000-60,000 คัน/วัน หรือประมาณ 46,000-50,000 PCU/วัน โดยรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน มีสัดส่วนรวมเฉลี่ยมากที่สุด ร้อยละ 50-55 มีสัดส่วนของรถบรรทุกเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 5-8 ของปริมาณจราจรทั้งหมด

โดยทิศทางที่มีปริมาณการจราจรสูงสุดบนทางหลวงหมายเลข 24 จากอำเภอประโคนชัยไปอำเภอหนองกี่มีปริมาณจราจรอยู่ในช่วง 10,000-13,000 PCU/วัน/ทิศทาง สัดส่วนรถบรรทุกร้อยละ 10.24

3. ระดับการให้บริการในปัจจุบัน

(1) การวิเคราะห์สภาพการจราจรบนช่วงถนน

ผลการวิเคราะห์ระดับการให้บริการบนทางหลวงหมายเลข 24 โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมการวิเคราะห์สภาพการจราจรบนช่วงถนน พบว่า สภาพการจราจรบนช่วงถนนสามารถรองรับปริมาณจราจรได้อย่างเพียงพอในระยะ 20 ปี โดยปีสุดท้าย พ.ศ. 2587 ความหนาแน่นของช่องจราจรบริเวณแยกนางรอง 29.57 ระดับการให้บริการ D ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับการให้บริการ (Level of Service) ของช่วงถนนโครงการก่อนการปรับปรุง

ปี พ.ศ.	ระดับการให้บริการบนทางหลวงหมายเลข 24							
	ก่อนเข้าแยก		แยก บขส.		แยกนางรอง		ออกจากแยก	
	Density	LOS	Density	LOS	Density	LOS	Density	LOS
2568	22.44	C	17.71	B	14.49	B	21.75	C
2572	26.18	D	20.16	C	16.92	B	25.95	C
2577	30.04	D	23.21	C	19.62	C	29.78	D
2582	34.71	D	26.52	D	22.5	C	33.86	D
2587	39.65	E	29.57	D	25.29	C	38.26	E

(2) การวิเคราะห์สภาพการจราจรบริเวณทางแยก

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับการให้บริการบริเวณจุดตัดทางแยก พบว่าทางแยกนางรองและแยกวัดขุนก้อง สภาพการจราจรปัจจุบันบริเวณทางแยกมีการจราจรที่ติดขัดตั้งแต่ปีเปิดที่ พ.ศ. 2568 ความล่าช้า 239.60 วินาที ระดับการให้บริการเท่ากับ F ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด จะเห็นได้ว่าทางแยกทั้ง 3 ทางแยก ไม่สามารถรองรับปริมาณจราจรได้ ก่อให้เกิดปัญหาด้านการจราจรบนทางหลวงแผ่นดินและถนนเชื่อมต่อสายต่าง ๆ จึงต้องดำเนินการปรับปรุงทางแยกดังกล่าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเดินทาง

ตารางที่ 2 ความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกในปัจจุบันและระดับการให้บริการ

ปี พ.ศ.	แยก บขส.		แยกนางรอง		แยกวัดขุนก้อง	
	ความล่าช้าเฉลี่ย	ระดับการ	ความล่าช้า	ระดับการ	ความล่าช้า	ระดับการ
2568	38.3	D	239.6	F	100.7	F
2572	86.9	F	444.9	F	216.2	F
2577	173.1	F	662.2	F	376.7	F
2582	269.7	F	906.3	F	546.9	F
2587	417.2	F	1,137.4	F	724.0	F

4. การเสนอรูปแบบที่เหมาะสมในการบริหารจัดการทางแยก

เมื่อพิจารณาถึงปัญหาและข้อจำกัดควรมีการพัฒนาเป็นรูปแบบทางแยกต่างระดับบริเวณจุดตัดบนทางหลวงหมายเลข 24 ทางหลวงหมายเลข 2073 และถนนประจันตเขต (แยกนางรอง) อย่างไรก็ตามทางเลือกของรูปแบบควรใช้พื้นที่ในเขตทางเดิมที่มีอยู่ เพื่อลดผลกระทบต่อชุมชน มีทัศนียภาพที่สวยงามกลมกลืนกับสภาพแวดล้อมทั้งสองข้าง ทั้งนี้รูปแบบแนวคิดทางแยกต่างระดับที่เสนอแนะประกอบด้วย 2 รูปแบบดังนี้

(1) รูปแบบที่ 1 เป็นรูปแบบสะพานข้ามทางแยกรองรับปริมาณจราจรผ่านเมือง (Through Traffic) สอดคล้องกับปริมาณจราจรที่หนาแน่นในทิศทางทางตรง โดยก่อสร้างสะพานข้ามทางแยคนางรอง และแยกวัดขุนก้องตามแนวทางหลวงหมายเลข 24 โดยออกแบบให้เป็นสะพานความยาวรวม 2,125 เมตร ความกว้างของสะพานรวม 17.60 เมตร ช่องจราจรบนสะพานขนาด 4 ช่องจราจร ช่องจราจรละ 3.50 เมตร มีช่องลอดไม่น้อยกว่า 5.50 เมตร สำหรับทางหลวงหมายเลข 2073 เชื่อมถนนประจันตเขต (ทางแยคนางรอง) และถนนสรรพกิจโกศลเชื่อมถนนสังข์เกษมบุรีณะ (แยกวัดขุนก้อง) ใช้สัญญาณไฟจราจรควบคุมการเดินทางบริเวณทางแยก ดังภาพที่ 3

- ข้อดี กระแสการจราจรทางตรงบนทางหลักในแนวทางหลวงหมายเลข 24 สามารถผ่านทางแยกได้ด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอ ส่งผลทำให้ยานพาหนะที่จะเข้ามาใช้ทางแยคนางรองและทางแยกวัดขุนก้อง มีปริมาณจราจรลดลง ทำให้ปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกลดลงตามไปด้วย
- ข้อด้อย โครงสร้างสะพานอยู่ที่ระดับ 2 ทำให้โครงสร้างเกิดบดบังด้านทัศนียภาพบริเวณทางแยคนางรองและแยกวัดขุนก้องยังคงต้องใช้สัญญาณไฟจราจรควบคุมการเดินทางบริเวณทางแยก



ภาพที่ 3 รูปแบบทางเลือกที่ 1 ทางยกระดับข้ามทางแยก (Fly OVER)

(2) รูปแบบที่ 2 เป็นรูปแบบทางลอด รองรับการจราจรประเภทผ่านเมือง (Through Traffic) ลอดใต้แยคนางรองถึงแยกวัดขุนก้อง ให้ทางลอดขึ้นก่อนถึงคลองนางรอง ความยาวรวม 1,225 เมตร ความกว้างของทางลอดรวม 20.20 เมตร จำนวน 4 ช่องจราจร ช่องจราจรละ 3.50 เมตร ความสูงช่องลอด 5.50 เมตร ดังภาพที่ 4

- ข้อดี ยานพาหนะที่สัญจรทางตรงบนทางหลวงหมายเลข 24 เป็นทางสายหลักสามารถผ่านทางแยก 2 ทางแยก โดยไม่ติดสัญญาณไฟจราจร ซึ่งเป็นแยกรถผ่านเมืองออกจากการเดินทางในชุมชน และไม่บดบังด้านทัศนียภาพ
- ข้อด้อย โครงสร้างทางลอดราคาค่าก่อสร้างสูงขึ้นไปตามความยาวของโครงสร้างทางลอด และใช้ระยะเวลาก่อสร้างนาน ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรในการเดินทางผ่านบริเวณพื้นที่ศึกษาและบริเวณทางแยกยังคงต้องใช้สัญญาณไฟจราจรควบคุมการเดินทางบริเวณทางแยก



ภาพที่ 4 รูปแบบทางเลือกที่ 2 ทางลอดทางแยก (Underpass)

5. การเปรียบเทียบรูปแบบทางแยกต่างระดับและทางลอด กรณีปรับรูปแบบจากสะพานเป็นทางลอดที่เป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบจะมีข้อดี-ข้อด้อย โดยพิจารณาเปรียบเทียบรูปแบบ 3 ด้าน คือ ด้านวิศวกรรมด้านการลงทุน และด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเมื่อพิจารณารูปแบบทางลอดจะให้ผลดีกว่าสะพานทางในด้านสิ่งแวดล้อมด้านทัศนียภาพเพียงปัจจัยเดียว ในส่วนปัจจัยด้านวิศวกรรมและการลงทุน พบว่ารูปแบบสะพานมีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับการศึกษานี้จึงเสนอแนะรูปแบบเป็นสะพานข้ามทางแยก

6. การวิเคราะห์ระดับการให้บริการของรูปแบบที่เสนอแนะ

(1) วิเคราะห์ระดับการให้บริการบนช่วงถนนของทางหลวงหมายเลข 24 โดยประยุกต์ใช้โปรแกรมวิเคราะห์สภาพการจราจรบนช่วงถนน ผลการวิเคราะห์ระดับการให้บริการ (Level of Service) ของถนนกรณีมีโครงการสะพานข้ามทางแยกนางรองและแยกวัดขุนก้อง โดยทำการคาดการณ์ทุก ๆ ช่วง 5 ปี ตลอดระยะเวลา 20 ปี พบว่า มีระดับการให้บริการดีขึ้นในระดับ A ระดับการให้บริการอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

(2) การวิเคราะห์ระดับการให้บริการของทางแยกเพื่อคำนวณหาความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกบริเวณแยก บขส. แยกนางรอง แยกกสิกร และแยกวัดขุนก้อง ระหว่างทางแยกก่อนการปรับปรุงกับหลังการปรับปรุง พบว่า รูปแบบก่อนการปรับปรุงในปัจจุบันในปี พ.ศ. 2568 ที่บริเวณทางแยกนางรองมีความล่าช้าเฉลี่ยในการเดินทางผ่านทางแยกที่ 239.6 วินาที/คัน ดังตารางที่ 2 และรูปแบบหลังจากการปรับปรุงมีความล่าช้าเฉลี่ยในการเดินทางผ่านทางแยกนางรองที่เปิดโครงการที่ พ.ศ. 2568 มีความล่าช้าเฉลี่ย 49.70 วินาที/คัน ดังตารางที่ 3 ระดับการให้บริการดีขึ้นในระดับปานกลางที่ LOS D ส่งผลให้มีความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกลดลงร้อยละ 79.25 ส่งผลให้มีระดับการให้บริการสูงขึ้น

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ระดับการให้บริการบนทางแยกกรณีมีกรณีปรับปรุงเป็นสะพานข้ามทางแยก

ปี พ.ศ.	แยก บขส.		แยกนางรอง		แยกวัดขุนก้อง	
	ก่อนปรับปรุง (วินาที/คัน)	หลังปรับปรุง (วินาที/คัน)	ก่อนปรับปรุง (วินาที/คัน)	หลังปรับปรุง (วินาที/คัน)	ก่อนปรับปรุง (วินาที/คัน)	หลังปรับปรุง (วินาที/คัน)
2568	38.3/D	19.3/B	239.6/F	49.7/D	100.7/F	29/C
2572	86.9/F	29.8/C	444.9/F	58.2/E	216.2/F	34.7/C
2577	173.1/F	34.2/C	662.2/F	71.6/E	376.7/F	41.2/D
2582	269.7/F	50.6/D	906.3/F	85.2/F	546.9/F	49.3/D
2587	417.2/F	64.3/E	1,137.40/F	102.5/F	724/F	60.5/E

สรุปและวิจารณ์ผล

สืบเนื่องจากการเติบโตของเมืองและเศรษฐกิจ ทำให้ปริมาณจราจรเพิ่มสูงขึ้นนำมาซึ่งปัญหาการจราจรติดขัด การศึกษานี้ เป็นการสำรวจข้อมูลทางกายภาพ ปริมาณจราจร เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาการจราจร โดยนำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรบนช่วงถนน และการวิเคราะห์สภาพการจราจรบริเวณจุดทางแยก เพื่อให้ทราบถึงแนวทางการเสนอแนะรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งผลการศึกษาพบว่าปัญหาของบริเวณทางแยกนางรอง คือ ปริมาณรถที่มีจำนวนมากเกินความสามารถของทางแยกที่จะรองรับได้ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงทางแยก และเนื่องจากมีปริมาณการจราจรประเภทผ่านเมือง (Through Traffic) เป็นจำนวนมาก การกำหนดรูปแบบทางแยกต่างระดับเพื่อรองรับการพัฒนาในอนาคต จึงได้เสนอเป็นรูปแบบสะพานข้ามทางแยกนางรอง แยกวัดขุนก้อง โดยมีสัญญาณไฟจราจรควบคุมทิศทางการเดินทางบริเวณทางแยกตามแนวทางหลวง

หมายเลข 24 ซึ่งรูปแบบสะพานยกระดับจะรองรับปริมาณจราจรในการเดินทางผ่านพื้นที่ศึกษาในทิศทางตรงให้สามารถผ่านทางแยกได้ด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอ ทำให้ปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกลดลงตามไปด้วย ผลจากการวิเคราะห์รูปแบบที่เสนอแนะ โดยการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ยในการเดินทางผ่านทางแยกระหว่างทางแยกก่อนการปรับปรุงกับหลังการปรับปรุง พบว่า รูปแบบก่อนการปรับปรุงในปัจจุบันในปี พ.ศ. 2568 ที่บริเวณทางแยกนางรองมีความล่าช้าเฉลี่ยในการเดินทางผ่านทางแยกที่ 239.6 วินาที/คัน และรูปแบบหลังจากการปรับปรุงมีความล่าช้าเฉลี่ยในการเดินทางผ่านทางแยกที่ 49.70 วินาที/คัน ระดับการให้บริการดีขึ้นในระดับปานกลางที่ LOS D

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาและชี้แนะจากคณาจารย์มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ตลอดจนบริษัท ซิตี แพลน โพรเฟสชันนอล จำกัด ในกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- นันทวัน เสนชู, ขวเลข วณิชเวทิน, อัครวิน วรรณสุด. (พฤศจิกายน 2552-มกราคม 2553). การศึกษาวิเคราะห์รูปแบบทางแยกต่างระดับที่เหมาะสมในเขตชุมชนเมือง กรณีศึกษา : ทางแยกแคราย-ทางหลวงหมายเลข 302 (ถนนรัตนาธิเบศร์) กับทางหลวงหมายเลข 306 (ถนนติวานนท์). วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 22 (70), 57-69
- วรศักดิ์ วงษ์รอด. (2547). การศึกษารูปแบบทางแยกต่างระดับที่เหมาะสม : กรณีศึกษา สี่แยกคลองหหวะ (ทางแยกทางหลวงหมายเลข 43 กับทางหลวงหมายเลข 4).อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา (การขนส่ง) คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 1
- สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง. (2562). ปริมาณจราจรบนทางหลวงสายหลักทั่วประเทศ. ค้นเมื่อ มีนาคม 13, 2566, จาก <https://bhs.doh.go.th/download/traffic>
- Standard Highway Capacity Manual. Transportation 2561. Transportation Research Board (TRB) Research Board Special Report 209. Washington D.C.

ปัจจัยที่มีผลต่อประชาชนที่ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐในการเลือกรูปแบบการเดินทาง
ตามแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม
(ช่วงสถานีคลองบางไผ่ – สถานีศูนย์ราชการนนทบุรี)

Factors affecting citizens who use state welfare cards in choosing the
mode of travel along the route of the Metropolitan Rapid Transit
Chalong Ratchadham Line (Khlong Bang Phai Station – Nonthaburi Civic
Center Station)

วิกิจ วิกุล^{1*} และกิตติชัย ธนทรัพย์สิน¹

Wikit Wikul^{1*} and Kittichai Thanasupsin¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

¹ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North,
1518 Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue, Bangkok 10800 Thailand.

*Corresponding author E-mail: wikit87@gmail.com

บทคัดย่อ

ประชาชนที่ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐในการเดินทางตามแนวโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม ช่วงสถานีคลองบางไผ่ – สถานีศูนย์ราชการนนทบุรี มีรูปแบบการเดินทาง 3 รูปแบบ ได้แก่ รถไฟฟ้า รถโดยสารประจำทาง (รถเมล์) และรถตู้ปรับอากาศ จากการดำเนินการสำรวจ การเก็บข้อมูลและสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลในด้านลักษณะการเดินทาง และด้านความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐในการเดินทาง จำนวนทั้งสิ้น 904 คน สามารถแบ่งสัดส่วนการเลือกใช้บริการของรูปแบบการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ คิดเป็นร้อยละ 62.8, 30.2 และ 7.0 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์แบบจำลองโลจิสต์ Conditional Logit Model พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้รูปแบบการเดินทาง ได้แก่ เวลาในการรอ เวลาในการเดินทาง ระยะทาง ความถี่ในการเลือกใช้บริการ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรูปแบบอื่นต่อไปยังจุดหมาย ความน่าเชื่อถือของรูปแบบการเดินทาง และสภาพแวดล้อมในขณะที่เดินทาง ข้อมูลชุดพัฒนาและชุดตรวจสอบแบบจำลองมีค่าความถูกต้องในการพยากรณ์การเดินทาง คิดเป็น ร้อยละ 90.68 และ 89.67 ตามลำดับ และได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้คาดการณ์สัดส่วนการเลือกใช้รูปแบบการเดินทาง

คำสำคัญ : ประชาชนที่ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐ, การเลือกใช้รูปแบบการเดินทาง, แบบจำลองโลจิสต์แบบหลายทางเลือก, ตามแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม ช่วงสถานีคลองบางไผ่ – สถานีศูนย์ราชการนนทบุรี

Abstract

People who use state welfare cards to travel along the metropolitan rail project (Chalong Ratcharam Line Khlong Bang Phai Station - Nonthaburi Civic Center Station) have three modes of transportation: electric train, public bus, and air-conditioned van. From the survey, Data collection and interviews regarding travel characteristics and satisfaction of the sample group who used state welfare cards to travel. Nine hundred and four people could share their travel modes by electric train, bus, and air-conditioned van, accounting for 62.8%, 30.2%, and 7.0%,

respectively. The Conditional Logit Model analysis found that factors affecting the choice of travel mode include the time for submitting and waiting, travel time, distance, frequency of service selection, expenses for further travel, and reliability of travel mode and environment. Data from the development set and model validation set had travel forecast accuracy values of 90.68% and 89.67%, respectively, and the created model was applied to predict the proportion of travel mode selection.

Keywords : Welfare Cards, Mode Choice, Conditional Logit Model, The M.R.T. Chalong Ratcharam Line (Khlong Bang Phai Station – Nonthaburi Civic Center station)

บทนำ

ภาครัฐได้มีนโยบายยุทธศาสตร์ชาติที่ให้ความสำคัญในการแก้ไขปัญหาความยากจนและลดความเหลื่อมล้ำทางสังคมให้กับประชาชนผู้มีรายได้น้อย มาตรการสวัสดิการแห่งรัฐเป็นแนวทางในการยกระดับประสิทธิภาพของการจัดสวัสดิการสังคมและการให้ความช่วยเหลือของภาครัฐจากกระทรวงและหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้อง จึงจัดให้มีการลงทะเบียนผู้มีรายได้น้อยกับกระทรวงการคลัง เมื่อปี พ.ศ. 2559 มีประชาชนลงทะเบียนประมาณ 8 ล้านคน และเพิ่มขึ้นเป็น 11.4 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2560 ต่อมาได้จัดให้มีบัตรสวัสดิการแห่งรัฐขึ้นจนถึงปัจจุบัน เพื่อให้ประชาชนที่ได้รับบัตรสวัสดิการแห่งรัฐเข้าถึงบริการขั้นพื้นฐานและช่วยปรับปรุงระบบสวัสดิการสังคมที่ครอบคลุมค่าครองชีพ การซื้อสินค้า และการเดินทาง ที่มีคุณภาพเพียงพอกับความต้องการของคนในสังคม ซึ่งการเดินทางตามแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม (ช่วงสถานีคลองบางไผ่ – สถานีศูนย์ราชการนนทบุรี) บนถนนกาญจนาภิเษกและถนนรัตนวิเชียร์ ระยะทางประมาณ 16 กม. สามารถเดินทางด้วยรูปแบบรถไฟฟ้าวินมอเตอร์เวย์ รถเมล์ ขสมก. และรถตู้ปรับอากาศ โดยมีหลากหลายปัจจัยที่มีผลในการเลือกรูปแบบการเดินทางของประชาชนที่เคยใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐเดินทาง อาทิ ความตรงต่อเวลาของบริการ ระยะทางในการเดินทาง ค่าใช้จ่าย เวลาที่ใช้โดยสารบริการ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนผู้ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐสามารถการเดินทางได้เพิ่มขึ้นและระยะทางที่มากขึ้น ดังนั้นการศึกษาปัจจัยในการเลือกใช้บริการแต่ละรูปแบบการเดินทาง ด้วยการใช้แบบจำลอง Conditional Logit Model ที่เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐมิติ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ให้บริการที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงการบริการ เพิ่มประสิทธิภาพการจัดสรรทรัพยากร และกำหนดมาตรการให้สอดคล้องกับความต้องการมากยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูล

ข้อมูลการศึกษาวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

เป็นข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมจากการออกแบบสอบถาม (Questionnaire) และการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐ ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมการเดินทาง โดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจะเป็นข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุ อาชีพ รายได้ และทัศนคติด้านความพึงพอใจต่อการใช้บริการแต่ละรูปแบบการเดินทาง เป็นต้น

2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

เป็นข้อมูลที่สามารถรวบรวมได้จากทฤษฎี งานวิจัยและการศึกษาที่ผ่านมา และฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่ทำการการศึกษาเพื่อสามารถเป็นแนวทางการกำหนดตัวแปรต่างๆ ในการศึกษาวิจัยนี้

ขอบเขตพื้นที่การศึกษาวิจัย

การวิจัยนี้ทำการสำรวจข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและทำการสัมภาษณ์เฉพาะผู้ที่เคยใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐในการเดินทางตามแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม (ช่วงสถานีคลองบางไผ่ – สถานีศูนย์ราชการนนทบุรี) จำนวน 11 สถานี บนถนนกาญจนาภิเษกและถนนรัตนวิเชียร์ ระยะทางประมาณ 16 กม. ที่มีรูปแบบการเดินทาง 3 รูปแบบ ได้แก่ รถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ

ข้อมูลทั่วไปของผู้ที่เคยใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐในการเดินทาง

ลักษณะข้อมูลของผู้เคยใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐในการเดินทาง จากการสำรวจภาคสนามแสดงผลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในการอธิบายข้อมูลของผู้เดินทางแยกตามรูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้ต่อเดือน พื้นที่พักอาศัย มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูลทั่วไปแบ่งตามรูปแบบที่เลือกใช้บริการ

ประเภทข้อมูล	รูปแบบที่เลือกใช้บริการในการเดินทาง		
	Train	Bus	Van
จำนวนตัวอย่าง (คน)	568	273	63
คิดเป็นร้อยละ	62.8	30.2	7.0
	ร้อยละ		
เพศ			
ชาย	50.7	25.6	36.5
หญิง	49.3	74.4	63.5
อายุ			
18-25 ปี	22.7	21.6	12.7
26-35 ปี	44.4	21.6	55.6
36-60 ปี	27.3	40.3	25.4
สูงกว่า 61 ปี	5.6	16.5	6.3

ประเภทข้อมูล	รูปแบบที่เลือกใช้บริการในการเดินทาง		
	Train	Bus	Van
	ร้อยละ		
อาชีพ			
นักเรียน/ นักศึกษา	23.2	13.2	20.6
ลูกจ้าง/ พนง.บริษัท	33.8	26.4	38.1
ค้าขาย	7.6	10.3	6.3
รับจ้างชั่วคราว	3.9	1.5	11.1
พ่อบ้าน/ แม่บ้าน	6.7	12.1	3.2
อื่นๆ	0.2	6.6	0.0

ประเภทข้อมูล	รูปแบบที่เลือกใช้บริการในการเดินทาง		
	Train	Bus	Van
	ร้อยละ		
รายได้ต่อเดือน (บาท)			
0-500	3.5	0.4	1.6
501-1,500	10.0	11.7	11.1
1,501-2,500	10.0	11.0	7.9
2,501-10,000	31.5	37.4	42.9
10,001-20,000	44.9	39.6	36.5
ความถี่ที่ใช้บริการ			
น้อยกว่า 1 ครั้ง/ เดือน	2.1	15.4	0.0
น้อยกว่า 1 ครั้ง/ สัปดาห์	3.3	2.9	6.3
1-2 ครั้ง/ สัปดาห์	5.3	15.4	44.4
3-4 ครั้ง/ สัปดาห์	10.2	7.7	7.9
5-6 ครั้ง/ สัปดาห์	22.2	14.3	31.7
7-8 ครั้ง/ สัปดาห์	12.7	26.7	3.2
9-10 ครั้ง/ สัปดาห์	36.8	16.8	0.0
11-12 ครั้ง/ สัปดาห์	5.1	0.4	6.3
12-14 ครั้ง/ สัปดาห์	2.3	0.4	0.0
15-16 ครั้ง/ สัปดาห์	0.0	0.0	0.0

ประเภทข้อมูล	รูปแบบที่เลือกใช้บริการในการเดินทาง		
	Train	Bus	Van
	ร้อยละ		
พื้นที่พักอาศัย			
อำเภอเมือง	27.8	70.3	30.2
อำเภอไทรน้อย	1.8	1.1	0.0
อำเภอบางบัวทอง	34.3	13.2	14.3
อำเภอบางใหญ่	34.9	8.1	46.0
อำเภอบางกรวย	0.7	7.0	6.3
อำเภอปากเกร็ด	0.5	0.4	3.2
เขต/อำเภออื่นๆ	0.0	0.0	0.0
วัตถุประสงค์			
ทำงาน	63.2	54.9	33.3
การเรียน/ การศึกษา	17.4	1.1	6.3
ทำธุระ สถานีที่ราชการ	6.7	0.0	0.0
โรงพยาบาล	0.5	0.4	0.0
ซื้อสินค้า	5.6	39.6	25.4
รับประทานอาหาร	1.2	1.8	30.2
อื่นๆ	5.3	2.2	4.8

ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบที่เลือกใช้บริการเดินทาง

เป็นข้อมูลด้านทัศนคติและความรู้สึกพึงพอใจที่มีต่อการเลือกใช้บริการการเดินทางแต่ละรูปแบบ โดยกำหนดเกณฑ์การชี้วัดในการสำรวจข้อมูลจากแบบสอบถามเป็น 5 ระดับ เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวแปรด้านความพึงพอใจที่ใช้ในการศึกษา

รหัสตัวแปร	ความหมาย	หมายเหตุเกณฑ์การชี้วัด
S1	ความรู้สึกปลอดภัยในการเดินทาง	ระดับความพึงพอใจ น้อยมาก : 1 น้อย : 2 ปานกลาง : 3 มาก : 4 มากที่สุด : 5
S2	ความสะดวกสบายในการเดินทาง	
S3	ความตรงต่อเวลา	
S4	ความรวดเร็วในการเดินทาง	
S5	สามารถเลือกช่วงเวลาเดินทางได้หลากหลาย	
S6	ความถี่ของการให้บริการ	
S7	ความสะดวกในการเชื่อมต่อการเดินทางอื่นๆ	
S8	การเดินทางภายใต้สภาพอากาศร้อน	
S9	การเดินทางภายใต้สภาพอากาศที่มีฝนตก	

ในการสำรวจข้อมูลด้านความพึงพอใจของผู้ที่ขับรถสวัสดิการแห่งรัฐเดินทางตามแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม (ช่วงสถานีคลองบางไผ่ – สถานีศูนย์ราชการนนทบุรี) ที่มีรูปแบบการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ มีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ รายละเอียดดังรูปที่ 1

สำหรับความพึงพอใจของผู้เดินทางที่มีต่อการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า นำมาจัดเรียงตามค่าเฉลี่ย พบว่าความตรงต่อเวลาและความรวดเร็วในการเดินทาง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.30 ซึ่งเป็นจุดแข็งของการให้บริการ เนื่องจากเป็นรูปแบบการเดินทางที่ได้มาตรฐานตามหลักสากลและมีกฎระเบียบปฏิบัติในการให้บริการที่เคร่งครัด ในส่วนความพึงพอใจที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับความพึงพอใจน้อย คือ การเดินทางภายใต้สภาพอากาศที่มีฝนตก มีค่าเฉลี่ยที่ 2.49

ความพึงพอใจของผู้เดินทางที่มีต่อการเดินทางด้วยรถเมล์ นำมาจัดเรียงตามค่าเฉลี่ย พบว่า สามารถเลือกช่วงเวลาเดินทางได้หลากหลาย มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 3.51 ซึ่งเป็นจุดแข็งของการให้บริการ เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง ในส่วนความพึงพอใจที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับความพึงพอใจน้อย คือ การเดินทางภายใต้สภาพอากาศที่มีฝนตก มีค่าเฉลี่ยที่ 2.53

ความพึงพอใจของผู้เดินทางที่มีต่อการเดินทางด้วยรถตู้ปรับอากาศ นำมาจัดเรียงตามค่าเฉลี่ย พบว่า ความรวดเร็วในการเดินทาง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 3.30 ซึ่งเป็นจุดแข็งของการให้บริการ เนื่องจากการจอดที่ป้ายจุดรับ-ส่งให้บริการมีความยืดหยุ่น ขึ้นกับปริมาณผู้โดยสารภายในรถตู้ และจุดจอดที่มีผู้โดยสารมาก ในส่วนความพึงพอใจที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับความพึงพอใจน้อย คือ การเดินทางภายใต้สภาพอากาศที่มีฝนตก ค่าเฉลี่ยที่ 2.52

เมื่อนำค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่ได้จากการสำรวจของแต่ละตัวแปรในการศึกษานี้มาแจกแจงตามรูปแบบการเดินทางทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ รถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ ในส่วนความรู้สึกปลอดภัยในการเดินทาง มีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ เท่ากับ 4.11, 2.97 และ 2.90 ตามลำดับ พบว่ารูปแบบในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า มีระดับความความพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากมีทางวิ่งเฉพาะของตนเอง ซึ่งการเดินทางด้วยรถเมล์และรถตู้ปรับอากาศ มีระดับความความพึงพอใจปานกลาง เนื่องด้วยมีการใช้เส้นทางให้บริการที่เหมือนกัน แตกต่างเพียง

เล็กน้อยในด้านการฝึกอบรมพนักงานขับซีและระเบียบการปฏิบัติงานของผู้ขับซี ภายใต้คุณภาพเส้นทางและสภาพแวดล้อมเดียวกัน

ตัวแปรความสะดวกสบายในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 4.09, 2.97 และ 3.24 ตามลำดับ พบว่ารูปแบบในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า มีระดับความพึงพอใจมาก เนื่องจากการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าห้องโดยสารมีพื้นที่มากกว่าการเดินทางอื่นๆ มีระบบปรับอากาศช่วยลดความเหนื่อยล้า และด้วยเป็นเส้นทางยกระดับทำให้ปลอดภัยจากมลพิษระหว่างเส้นทางการเดินทาง ซึ่งการเดินทางด้วยรถเมล์และรถตู้ปรับอากาศ ระดับความพึงพอใจปานกลาง เนื่องด้วยมลพิษระหว่างเส้นทางการเดินทาง ความไม่แน่นอนในการเลือกใช้รถเมล์ปรับอากาศ และพื้นที่ห้องโดยสารที่มีข้อจำกัดของรถตู้โดยสาร

ตัวแปรความตรงต่อเวลาและความรวดเร็วในการเดินทางในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของความตรงต่อเวลา เท่ากับ 4.30, 2.77 และ 3.21 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของความรวดเร็วในการเดินทาง เท่ากับ 4.30, 2.76 และ 3.21 ตามลำดับ พบว่าตัวแปรทั้ง 2 มีค่าเฉลี่ยที่คล้ายกัน และเหตุผลประกอบคล้ายกัน คือ รูปแบบในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากรถไฟฟ้ามีการควบคุมการเดินทางด้วยระบบอัตโนมัติสัญญาณ (Signaling System) ที่ผู้เดินทางสามารถประมาณการเวลาในการขึ้นรถและเวลาการเดินทางได้ค่อนข้างแม่นยำ ซึ่งการเดินทางด้วยรถเมล์และรถตู้ปรับอากาศ ระดับความพึงพอใจปานกลาง เนื่องด้วยใช้เส้นทางเดียวกันภายใต้สภาพการจราจรเหมือนกัน แตกต่างเพียงเล็กน้อยที่รถตู้โดยสารมีความคล่องตัวมากกว่ารถเมล์

ตัวแปรความสามารถในการเลือกช่วงเวลาเดินทางได้หลากหลายด้วยรถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 3.69, 3.51 และ 3.08 ตามลำดับ พบว่ารูปแบบในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าและรถเมล์ มีระดับความพึงพอใจมาก เนื่องจากมีช่วงเวลาก่อนการเดินทางที่สามารถครอบคลุมการเดินทางของผู้ใช้บริการ ซึ่งรถตู้ปรับอากาศ ระดับความพึงพอใจปานกลาง เนื่องด้วยความสะดวกของการให้บริการ และบางครั้งเป็นการให้บริการแบบผู้โดยสารเต็มความจุแล้วจึงออกเดินทาง ผู้เดินทางจึงต้องเดินทางไปจุดจอดรับ-ส่ง

ตัวแปรความถี่ของการให้บริการรถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 4.16, 2.91 และ 2.97 ตามลำดับ พบว่ารูปแบบในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า มีระดับความพึงพอใจมาก เนื่องจากสามารถให้บริการตามตารางการเดินทางที่ค่อนข้างคงที่ ทำให้ผู้เดินทางมีความรู้สึกที่มีความแน่นอนในเข้าถึงการให้บริการได้บ่อยครั้ง ซึ่งการเดินทางด้วยรถเมล์และรถตู้ปรับอากาศ ระดับความพึงพอใจปานกลาง เนื่องด้วยสภาพการจราจรส่งผลกระทบต่อตารางการเดินทางโดยตรง

ตัวแปรความสะดวกในการเชื่อมต่อการเดินทางอื่นๆ ในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 3.22, 3.43 และ 3.25 ตามลำดับ พบว่ารูปแบบการเดินทางทั้ง 3 รูปแบบ มีระดับความพึงพอใจปานกลาง เนื่องจากสถานีรถไฟฟ้า ป้ายรถโดยสาร ส่วนมากอยู่ในบริเวณที่ไม่ห่างไกลกันมากเกินไป

ตัวแปรการเดินทางภายใต้สภาพอากาศร้อนด้วยรถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 2.74, 2.64 และ 2.73 ตามลำดับ พบว่ารูปแบบการเดินทางทั้ง 3 รูปแบบ มีระดับความพึงพอใจปานกลาง เนื่องจากรูปแบบการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าและรถตู้ มีระบบปรับอากาศ แตกต่างเพียงเล็กน้อยที่รถไฟฟ้าระบบปรับอากาศมีการกำหนดค่าอุณหภูมิ การเปิด-ปิด ประตูทุกสถานีอาจทำให้อากาศร้อนจากภายนอกเข้าสู่ขบวนรถได้ และเป็นทางวิ่งยกระดับที่ไม่มีร่มเงา สำหรับรถตู้โดยสารปรับอากาศสามารถปรับอุณหภูมิของระบบปรับอากาศภายในรถได้ และเส้นทางให้บริการบางช่วงมีร่มเงาจากโครงสร้างสถานีและทางวิ่งรถไฟฟ้าเช่นเดียวกับการเดินทางด้วยรถเมล์ ซึ่งรถเมล์มี 2 ประเภท คือ รถร้อนและรถปรับอากาศ ผู้เดินทางที่ใช้บริการเป็นประจำสามารถคาดการณ์ช่วงเวลาการขึ้นรถปรับอากาศได้

ตัวแปรการเดินทางภายใต้สภาพอากาศที่มีฝนตกด้วยรถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ปรับอากาศ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 2.49, 2.53 และ 2.52 ตามลำดับ พบว่ารูปแบบการเดินทางทั้ง 3 รูปแบบ มีระดับความพึงพอใจน้อย เนื่องจากผลกระทบจากบริเวณที่ยืนรอเพื่อใช้บริการในสภาพที่มีฝน ซึ่งรูปแบบการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าบริเวณชั้นชานชาลาของสถานีรถไฟฟ้าผู้เดินทางได้รับผลกระทบจากฝนสาด แตกต่างเพียงเล็กน้อยกับป้ายรถโดยสารที่บางป้ายอยู่ใต้โครงสร้างทางเข้าออกสถานีรถไฟฟ้าที่ช่วยบรรเทาได้



รูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจแต่ละรูปแบบการเดินทาง

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสำรวจ

ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลและความเพียงพอของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยเทคนิค Factor Analysis ซึ่งค่า KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) ของตัวแปรเท่ากับ 0.830 โดยถ้าค่า KMO มีค่ามาก (เข้าใกล้หนึ่ง) แสดงให้เห็นถึงเทคนิค Factor analysis บ่งบอกถึงความเหมาะสมของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง และค่า Bartlett's Test of Sphericity เป็นการทดสอบค่า Chi-square = 11088.022 df=36 และค่า Sig=0.000 แสดงว่าตัวแปรจากข้อมูลสำรวจมีความสัมพันธ์กันจึงสามารถใช้เทคนิค Factor analysis ได้ และเหมาะสมสามารถนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Component) ต่อไปได้ รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า KMO and Bartlett's Test

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.830
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	11088.022
	df	36
	Sig	0.000

การวิเคราะห์จำนวนส่วนประกอบด้วยการพิจารณาส่วนประกอบที่มีค่า Eigenvalve มากกว่าหรือเท่ากับ 1 จึงสามารถจัดกลุ่มตัวแปรที่มีลักษณะคล้ายกันจากข้อมูลสำรวจที่มี 9 ตัวแปร ให้อยู่ในส่วนประกอบเดียวกันได้ เป็น 3 ส่วนประกอบ ซึ่งที่มีค่า Eigenvalve อยู่ที่ 4.054, 1.350, 1.160 (มากกว่า 1) และเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนที่ 45.045%, 14.999%, 12.890% ตามลำดับส่วนประกอบ โดยความแปรปรวนสะสมของข้อมูลกลุ่ม

ตัวอย่างร้อยละ 72.933 (มากกว่าร้อยละ 60) ต่อมาทำการหมุนแกนส่วนประกอบ (Factor Rotation) ด้วยวิธี Varimax Rotation เป็นวิธีที่ส่งผลให้ตัวแปรอยู่ในส่วนประกอบที่มีโครงสร้างที่ง่ายและเป็นส่วนประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ซึ่งการศึกษานี้ได้พิจารณาค่าน้ำหนัก Factor Loading ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.60 ในการคัดเลือกตัวแปร โดยพบว่าการหมุนแกนวิธี Varimax สามารถทำให้ตัวแปรจัดกลุ่มได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และคงเหลือตัวแปรและส่วนประกอบเท่าเดิม จึงได้ผลการวิเคราะห์หลังจากการหมุนแกนได้ 3 ส่วนประกอบ รายละเอียดดังตารางที่ 4 พร้อมทำการตั้งชื่อส่วนประกอบที่มีความหมายสอดคล้องกันระหว่างตัวแปรที่อยู่ในส่วนประกอบได้ ดังนี้

ส่วนประกอบที่ 1 เรียกว่า ความน่าเชื่อถือต่อรูปแบบการเดินทาง (Reliable) จากการรวมตัวแปร 5 ตัวแปร ได้แก่ ความรู้สึกปลอดภัยในการเดินทาง (S1) ความสะดวกสบายในการเดินทาง (S2) ความตรงต่อเวลา (S3) ความรวดเร็วในการเดินทาง (S4) ความถี่ของการให้บริการ (S6)

ส่วนประกอบที่ 2 เรียกว่า การเข้าถึงรูปแบบการเดินทาง (Access) จากการรวมตัวแปร 2 ตัวแปร ได้แก่ ความสามารถเลือกช่วงเวลาเดินทางได้หลากหลาย (S5) ความสะดวกในการเชื่อมต่อการเดินทางอื่นๆ (S7)

ส่วนประกอบที่ 3 เรียกว่า สภาพแวดล้อมขณะเดินทาง (Environment) จากการรวมตัวแปร 2 ตัวแปร ได้แก่ การเดินทางภายใต้สภาพอากาศร้อน (S8) การเดินทางภายใต้สภาพอากาศที่มีฝนตก (S9)

ตารางที่ 4 ค่าการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสำรวจ

Exploratory Factor Analysis			
ตัวแปร	Factor Loadings		
	Component 1	Component 2	Component 3
ความน่าเชื่อถือต่อรูปแบบการเดินทาง (Reliable)			
S1	0.837		
S2	0.839		
S3	0.890		
S4	0.874		
S6	0.761		
การเข้าถึงรูปแบบการเดินทาง (Access)			
S5		0.733	
S7		0.902	
สภาพแวดล้อมขณะเดินทาง (Environment)			
S8			0.818
S9			0.824

การกำหนดค่าตัวแปรจากแบบสอบถาม

นำข้อมูลที่เก็บจากภาคสนาม เพื่อนำมาวิเคราะห์ และพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งใช้ข้อมูล 70% ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด คิดเป็นจำนวน 633 ตัวอย่าง เป็นการสร้างชุดพัฒนาแบบจำลอง และ 30% ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 271 ตัวอย่าง ใช้เป็นชุดตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยข้อมูล จะทำการตั้งค่าเป็นตัวใช้สำหรับโปรแกรม NLOGIT 4.0 รายละเอียดดังตารางที่ 5

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

ตารางที่ 5 กำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง

สัญลักษณ์	ความหมายตัวแปร	คำอธิบาย	สัญลักษณ์	ความหมายตัวแปร	คำอธิบาย
SEX	เพศ	ชาย = 0 หญิง = 1	ACT	การเดินทางไปที่ สถานีต้นทาง	การเดินทางเข้า = 1 รถจักรยานยนต์รับจ้าง = 2 รถเมล์ = 3
AGE	อายุ	18-25 ปี = 1 26-35 ปี = 2 36-60 ปี = 3 สูงกว่า 61 ปี = 4	ACB	การเดินทางไปที่ ป้ายรถเมล์ต้นทาง	รถสองแถว = 4 รถตู้ = 5 รถแท็กซี่ = 6
JOB	อาชีพ	นักเรียน/ นักศึกษา = 0 ลูกจ้าง/ พนักงานบริษัท = 1 ค้าขาย = 2 รับจ้างชั่วคราว = 3 พ่อบ้าน/ แม่บ้าน = 4 อาชีพอิสระ = 5 อื่นๆ = 6	ACV	การเดินทางไปที่ ป้ายรถตู้ต้นทาง	จักรยาน = 7 จักรยานยนต์ = 8 มีคณมาส่ง = 9
INCOME	รายได้ต่อเดือน	0 - 500 บาท = 1 501 - 1,500 บาท = 2 1,501 - 2,500 บาท = 3 2,501-10,000 บาท = 4 10,001-20,000 บาท = 5	TPT	เวลาเดินทางไป สถานีต้นทาง	เวลาที่ใช้เดินทางจากที่พักไป ที่สถานีต้นทาง (นาที)
OBJ	วัตถุประสงค์	ทำงาน = 1 การศึกษา/ เรียน = 2 ทำธุระ สถานที่ราชการ = 3 โรงพยาบาล = 4 ซื้อสินค้า = 5 รับประทานอาหาร = 6 อื่นๆ = 7	TPB	เวลาเดินทางไป ป้ายรถเมล์ต้นทาง	เวลาที่ใช้เดินทางจากที่พักไป ที่ป้ายรถเมล์ต้นทาง (นาที)
DIST	ระยะทาง	ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง (กม.)	TPV	เวลาเดินทางไป ป้ายรถตู้ต้นทาง	เวลาที่ใช้เดินทางจากที่พักไป ที่ป้ายรถตู้ต้นทาง (นาที)
F	ความถี่ที่ใช้บริการ ต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 ครั้ง/เดือน = 1 น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์ = 2 1-2 ครั้ง = 3 3-4 ครั้ง = 4 5-6 ครั้ง = 5 7-8 ครั้ง = 6 9-10 ครั้ง = 7 11-12 ครั้ง = 8 13-14 ครั้ง = 9 15-16 ครั้ง = 10	CTPT	ค่าใช้จ่ายที่เดินทาง ไปสถานีต้นทาง	ค่าใช้จ่ายใช้เดินทางจากที่พัก ไปที่สถานีต้นทาง (บาท)
DATE	วันเดินทาง	จันทร์ - ศุกร์ = 1 เสาร์ - อาทิตย์/ หยุดนักขัตฤกษ์ = 2 ทุกวัน = 3	CTPB	ค่าใช้จ่ายที่เดินทาง ไปป้ายรถเมล์ ต้นทาง	ค่าใช้จ่ายใช้เดินทางจากที่พัก ไปที่ป้ายรถเมล์ต้นทาง (บาท)
			CTPV	ค่าใช้จ่ายที่เดินทาง ไปป้ายรถตู้ต้นทาง	ค่าใช้จ่ายใช้เดินทางจากที่พัก ไปที่ป้ายรถตู้ต้นทาง (บาท)
			TWT	เวลารอรถไฟฟ้า	เวลาที่ใช้ในการยืนรอรถไฟฟ้า (นาที)
			TWB	เวลารอรถเมล์	เวลาที่ใช้ในการยืนรอรถเมล์ (นาที)
			TWW	เวลารอรถตู้	เวลาที่ใช้ในการยืนรอรถตู้ (นาที)
			TT	เวลาของรถไฟฟ้า	เวลาที่ใช้ในการเดินทางของ รถไฟฟ้า (นาที)
			TB	เวลาของรถเมล์	เวลาที่ใช้ในการเดินทางของ รถเมล์ (นาที)
			TV	เวลาของรถเมล์	เวลาที่ใช้ในการเดินทางของ รถตู้ (นาที)
			COST	ค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)
			TTD	เวลาเดินทางต่อไป จากสถานี ปลายทาง	เวลาที่ใช้ในการเดินทางจาก สถานีปลายทางไปยังจุดหมาย (นาที)

สัญลักษณ์	ความหมายตัวแปร	คำอธิบาย
TBD	เวลาเดินทางต่อไปจากป้ายรถเมล์ปลายทาง	เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากป้ายรถเมล์ปลายทางไปยังจุดหมาย (นาที)
TVD	เวลาเดินทางต่อไปจากป้ายรถตู้ปลายทาง	เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากป้ายรถตู้ปลายทางไปยังจุดหมาย (นาที)
ACTD	การเดินทางต่อไปจากสถานีปลายทาง	การเดินทาง = 1 รถจักรยานยนต์รับจ้าง = 2 รถเมล์ = 3 รถสองแถว = 4
ACBD	การเดินทางต่อไปจากป้ายรถเมล์ปลายทาง	รถตู้ = 5 รถแท็กซี่ = 6 จักรยาน = 7 จักรยานยนต์ = 8
ACVD	การเดินทางต่อไปจากป้ายรถตู้ปลายทาง	มีคณมาส่ง = 9

สัญลักษณ์	ความหมายตัวแปร	คำอธิบาย
CTD	ค่าใช้จ่ายที่เดินทางไปจากสถานีปลายทาง	ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากสถานีปลายทางไปยังจุดหมาย (บาท)
CBD	ค่าใช้จ่ายที่เดินทางไปจากป้ายรถเมล์ปลายทาง	ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากป้ายรถเมล์ปลายทางไปยังจุดหมาย (บาท)
CVD	ค่าใช้จ่ายที่เดินทางไปจากป้ายรถตู้ปลายทาง	ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากป้ายรถตู้ปลายทางไปยังจุดหมาย (บาท)
WT	เวลาในการรอ (นาที)	
TT	เวลาในการเดินทาง (นาที)	
CDT	ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเดินทางด้วยรูปแบบอื่นต่อไปยังจุดหมาย (บาท)	
ตัวแปรปัจจัยแฝง		
RELIABLE	ความน่าเชื่อถือต่อรูปแบบการเดินทาง	
ACCES	การเข้าถึงรูปแบบการเดินทาง	
ENVIRON	สภาพแวดล้อมขณะเดินทาง	

การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทาง

การศึกษาวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้ที่ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐด้วยการพัฒนาแบบจำลอง Conditional Logit Model ได้กำหนดให้รถตู้โดยสารเป็นรูปแบบที่ใช้อ้างอิง เพื่อให้ทราบถึงตัวแปรที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการรูปแบบการเดินทางได้แก่ รถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้โดยสารปรับอากาศ ที่ค่า McFadden R-squared เท่ากับ 0.66 ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ของชุดพัฒนาแบบจำลองและชุดตรวจสอบแบบจำลอง คิดเป็นร้อยละ 90.68 และ 89.67 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 6 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในระดับดีเยี่ยม ที่สามารถนำค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ไปใช้ในแบบจำลองได้ ดังนั้นฟังก์ชันอรรถประโยชน์ (Utility Function : U_{ij}) คือ องค์ประกอบของแบบจำลอง เป็นสมการจากการนำตัวแปรต่างๆ จากแบบสอบถามที่สามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการรูปแบบการเดินทาง โดยมีโครงสร้างดังนี้

$$U_{ij} = \beta'x_{ij} + \epsilon_{ij} \quad ; \quad j = 1, \dots, J \quad (1)$$

โดยที่ $\beta'x_{ij}$ คือ ส่วนของความพึงพอใจที่วัดได้แน่นอน

ϵ_{ij} คือ ส่วนที่รวมความไม่แน่นอน

สามารถหาความน่าจะเป็นได้ โดยโครงสร้างแบบจำลอง มีรายละเอียด ดังนี้

$$\text{Prob}[y_i = j] = \frac{\exp(\beta'x_{ij})}{\sum_{m=1}^J \exp(\beta'x_{im})} \quad (2)$$

โดยที่ $\text{Prob}[y_i = j]$ คือ ความน่าจะเป็นที่บุคคล i จะเลือกรูปแบบการเดินทาง j

$(\beta'x_{ij})$ คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทาง j

j คือ รูปแบบการเดินทาง ได้แก่ รถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้โดยสาร

ตารางที่ 6 ค่าการพยากรณ์ของชุดพัฒนาและชุดตรวจสอบแบบจำลอง

รูปแบบการ เดินทาง	ชุดพัฒนาแบบจำลองร้อยละ 70 คิดเป็น 633 ตัวอย่าง				
	Train	Bus	Van	Total	ร้อยละการพยากรณ์
Train	386	13	4	403	95.78
Bus	18	165	3	186	88.71
Van	14	7	23	44	52.27
ร้อยละการพยากรณ์	90.68				
รูปแบบการ เดินทาง	ชุดพัฒนาแบบจำลองร้อยละ 30 คิดเป็น 271 ตัวอย่าง				
	Train	Bus	Van	Total	ร้อยละการพยากรณ์
Train	160	3	2	165	96.74
Bus	12	74	1	87	85.06
Van	5	5	9	19	47.37
ร้อยละการพยากรณ์	89.67				

ผลจากแบบจำลอง ค่า Coefficient ของเวลาในการขึ้นรถและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเดินทางต่อ มีค่าเท่ากับ -0.063 และ -0.033 ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 98% ค่า Coefficient ของเวลาในการรอ, เวลาในการเดินทาง, ระยะทาง, ความถี่ในการใช้บริการ, ความน่าเชื่อถือต่อรูปแบบการเดินทาง, สภาพแวดล้อมขณะเดินทาง มีค่าเท่ากับ -0.038, 0.166, 2.482, 0.747 และ 0.336 ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% ซึ่งค่า Coefficient ที่มีเครื่องหมายเป็นลบ สามารถบ่งบอกได้ว่าเมื่อตัวแปรมีค่าเพิ่มมากขึ้นความพึงพอใจในการเลือกเดินทางก็จะลดลง และที่ค่า Coefficient ที่เป็นบวกสามารถบ่งบอกได้ว่าเมื่อตัวแปรมีค่าเพิ่มมากขึ้นความพึงพอใจในการเลือกเดินทางก็จะเพิ่มขึ้นด้วย รายละเอียดดังตารางที่ 7 ซึ่งแบบจำลอง Conditional Logit Model พบว่ามีค่า Log Likelihood Function > ค่า Log Likelihood zero สามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้เดินทางได้ (R-squared>0.2) โดยสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มาแทนค่าในโครงสร้างฟังก์ชันอรรถประโยชน์ได้ ดังนี้

$$U_{(Train)} = -1.104 - 0.063(TWT) - 0.038(TT) - 0.033(CTD) + 0.166(DIST_{(Train)}) + 2.482(F_{(Train)}) + 0.747(RELIABLE_{(Train)}) + 0.336(ENVIRON_{(Train)}) \quad (3)$$

$$U_{(Bus)} = -1.104 - 0.063(TWB) - 0.038(TB) - 0.033(CBD) + 0.166(DIST_{(Bus)}) + 2.482(F_{(Bus)}) + 0.747(RELIABLE_{(Bus)}) + 0.336(ENVIRON_{(Bus)}) \quad (4)$$

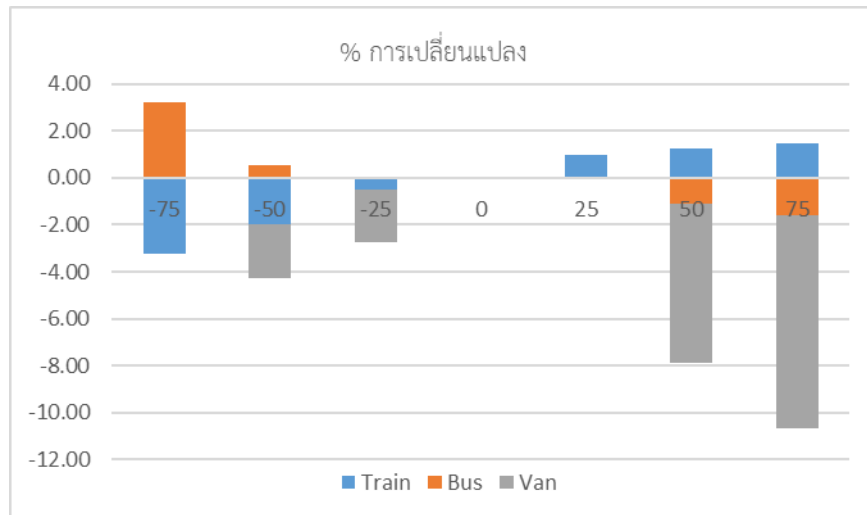
$$U_{(Van)} = -1.104 - 0.063(TWV) - 0.038(TV) - 0.033(CVD) + 0.166(DIST_{(Van)}) + 2.482(F_{(Van)}) + 0.747(RELIABLE_{(Van)}) + 0.336(ENVIRON_{(Van)}) \quad (5)$$

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรที่ใช้ในชุดพัฒนาแบบจำลอง

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์	Sig.
WT	-0.063*****	0.022
TT	-0.038*****	0.004
CDT	-0.033*****	0.027
DIST	0.166*****	<0.001
F	2.482*****	<0.001
RELIABLE	0.747*****	<0.001
ENVIRON	0.336*****	0.005
Variable	Constant	
A_TRAIN	-1.104*****	
A_BUS	0.826*****	
A_VAN	Base	
Goodness-of-fit		
Log Likelihood Function	-178.4150	
Log Likelihood zero	-527.075	
McFadden R-squared	0.661	
Chi-squared	697.336	
%พยากรณ์	90.68	

ผลการวิจัย และการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

ผลจากการศึกษาวิเคราะห์แบบจำลอง Conditional Logit Model พบว่ามีค่า McFadden R-squared เท่ากับ 0.66 ตัวแปรของชุดศึกษาสามารถอธิบายผลได้ร้อยละ 66 ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ ร้อยละ 90.68 บ่งบอกถึงความสามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้เดินทางได้ จากนั้นได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการเพิ่มและลดเวลาในการรอรถเมล์ที่เป็นปัจจัยส่วนหนึ่งในการเลือกเดินทางของผู้มีรายได้น้อย และอยู่ภายใต้กำกับดูแลของหน่วยงานรัฐ ซึ่งได้กำหนดให้เพิ่มและลดค่าเวลาในการรอรถเมล์ เป็น 25%, 50% และ 75% ตามลำดับ โดยได้ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง เมื่อเพิ่มเวลาในการรอรถเมล์ที่ 75% ทำให้ผู้เดินทางไปเลือกรูปแบบการเดินทางอื่น สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยรถตู้ปรับอากาศเพิ่มขึ้น 4.55% และรถไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 2.0% อีกนัยหนึ่งการลดเวลาในการรอรถเมล์จะทำให้ผู้เดินทางด้วยรูปแบบอื่นหันมาใช้บริการเดินทางด้วยรถเมล์เพิ่มขึ้น ในส่วนผู้ให้บริการรถตู้ปรับอากาศจะได้รับผลกระทบมากที่สุด รายละเอียดดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 สัดส่วนการคาดการณ์เลือกรูปแบบการเดินทาง

วิจารณ์ผล

จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เคยใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐเดินทาง ตามแนวพื้นที่ศึกษาโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม ช่วงสถานีคลองบางไผ่ – สถานีศูนย์ราชการนนทบุรี ด้วยการวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลและความเพียงพอของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เทคนิค Factor Analysis และการวิเคราะห์แบบจำลอง Conditional Logit Model พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อประชาชนที่ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐในการเลือกรูปแบบการเดินทาง ประกอบด้วย 5 ส่วนประกอบ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการรอ (WT) เวลาในการเดินทาง (TT) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรูปแบบอื่นต่อไปยังจุดหมาย (CDT) ระยะทาง (DIST) ความถี่ในการเลือกใช้บริการ (F) ความน่าเชื่อถือต่อรูปแบบการเดินทาง (RELIABLE) สภาพแวดล้อมขณะเดินทาง (ENVIRON)

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าผู้เดินทางเลือกใช้บริการแต่ละรูปแบบการเดินทางที่ระดับความน่าเชื่อถือ R-squared เท่ากับ 0.66 ที่ตัวแปรชุดนี้ทั้ง 7 ตัวแปร สามารถอธิบายผลการเลือกได้ร้อยละ 90.68 สอดคล้องกับผลการศึกษากการตัดสินใจเดินทางเพราะคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง (Domencich and Mcfadden, 1975)

การศึกษาวิจัยนี้มีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงผู้ถือบัตรสวัสดิการแห่งรัฐ ต้องใช้เวลาในการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่าง รวมถึงฐานะทางเศรษฐกิจและความจำเป็นส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

สรุปผล

การศึกษานี้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อประชาชนที่ใช้บัตรสวัสดิการแห่งรัฐในการเลือกรูปแบบการเดินทางตามแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายฉลองรัชธรรม พบว่า รูปแบบการให้บริการที่ถูกเลือกใช้ในการเดินทางมากที่สุด ได้แก่ รถไฟฟ้า รถเมล์ และรถตู้ ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางที่มากที่สุดเป็นความน่าเชื่อถือต่อรูปแบบการเดินทางของผู้ให้บริการ และได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง พบว่ามีค่า R-squared เท่ากับ 0.66 ความถูกต้องของการพยากรณ์ ที่ร้อยละ 90.68 โดยค่าอยู่ในระดับที่น่าเชื่อถือและสามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้เดินทางได้ในระดับที่ดีเยี่ยม เนื่องจากผู้เดินทางต้องการรูปแบบการเดินทางที่เวลาในการรอมีแนวโน้มลดน้อยลงและสามารถคาดการณ์เวลาเดินทางได้ จากนั้นได้ทำการประยุกต์แบบจำลอง ด้วยการเพิ่มเวลาในการรอรถเมล์ที่ 75% สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางของรถตู้ปรับอากาศเพิ่มขึ้น 4.55% และรถไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 2.0% ในทางกลับกันการลดเวลาในการรอรถเมล์ จะทำให้ผู้เดินทางด้วย

รูปแบบอื่นหันมาใช้บริการเดินทางด้วยรถเมล์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการลดเวลาในการรอเสมือนการเพิ่มความถี่ในการให้บริการ และค่าโดยสารในการเดินทางของรถไฟฟ้าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับรถเมล์ ถึงแม้จะมีการช่วยเหลือค่าโดยสารผ่านทางบัตรสวัสดิการแห่งรัฐ ผู้เดินทางจกต้องคำนึงถึงความถี่ในการใช้บริการเพื่อเทียบกับวงเงินในบัตรสวัสดิการ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการเดินทางอื่นๆ ด้วย

การวิจัยครั้งนี้ สามารถนำมาเป็นแนวทางในการวิจัยต่อยอด และพัฒนาปรับใช้กับการศึกษาพื้นที่อื่นๆ รวมทั้งสามารถเป็นการกระตุ้นการปรับปรุงนโยบายภาครัฐ หรือเป็นประโยชน์ต่อผู้ให้บริการ ในการปรับปรุงการบริการ เพื่อให้การส่งเสริมมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้มีบัตรสวัสดิการแห่งรัฐมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเป็น การส่งเสริมทางอ้อมที่ช่วยกระตุ้นด้านการหาแหล่งงานหรือทำงาน เพื่อยกระดับฐานะทางเศรษฐกิจบุคคลของผู้มีรายได้น้อยให้ดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ. ดร.กิตติชัย ชนทรัพย์สิน ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ให้บทความฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- ทศพร อารีราษฎร์. 2550. ผลกระทบต่อการให้บริการของรถไฟและรถทัวร์จากการเติบโตของสายการบินต้นทุนต่ำ
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชนกร เมฆิน, ฆนิกา รุ่งแจ้ง. 2563. การจำลองทางเลือกการเดินทางโดยคำนึงถึงมลพิษทางอากาศในเมือง และการประยุกต์ใช้แบบจำลองโลจิสติกในเขตเมืองนครปฐม. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 15 ฉบับที่ 2: 30-46.
- พงษ์พิชญ์ นาคคำ. 2563. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางในพื้นที่ศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วีรจิต กรานเลิศ. 2554. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการสายการบินภายในประเทศของผู้โดยสารที่สนามบินนานาชาติเชียงใหม่ วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุดาร์ตน์ กำเนิดทรัพย์. 2564. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรพันธ์ ไชยชนะ. 2550. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางของสายการบินต้นทุนต่ำ และสายการบินไทย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Ghazaleh Azimi. 2020. Mode choice behavior for access and egress connection to 4 transit services. Department of Civil and Environmental Engineering, Florida International University, United States.
- McFadden, D. 1974. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: Zarembka, P. (Ed.), Frontiers in Econometric. Academic Press, New York.
- Md.Saidur Rahman. 2008. DEVELOPMENT OF TRAVEL MODE CHOICE MODELS FOR COMMUTING TRIPS IN DHAKA CITY. International Development and Cooperation, Hiroshima University, Japan.

- Siti Nurlaela, Carey Curtis. 2012. Modeling household residential location choice and travel behavior and its relationship with public transport accessibility. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo, Indonesia/Curtin University of Technolog, Western Australia.
- Suzanne O’Keefe. 2004. Locational choice of AFDC recipients within California: a conditional logit analysis. Department of Economics, California State University, USA.

การประเมินเครื่องบดใบอ้อยและเศษซากแบบแกนตั้ง

Evaluation of a vertical axis sugarcane leaf and plant residue grinder

มงคล ตุ่นเฮ้า^{1*} วรธนะ สมนึก¹ และภิรมย์ แฉวเพี้ย¹

Mongkol Tunhaw^{1*}, Wantana Somnuak¹ and Pirom Tialpear¹

¹ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร 40000

¹ KhonKaen Agricultural Engineering Research Center, Department of Agriculture, Thailand 40000

*Corresponding author E-mail: mono-jobs@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและประเมินผลเครื่องบดใบอ้อยแบบแกนตั้ง มีลักษณะถังป้อนเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.58 เมตร สูง 0.90 เมตร ด้านล่างของถังป้อนประกอบด้วยชุดใบมีดสำหรับใช้บดซึ่งเป็นแผ่นกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.55 เมตร ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง หมุนด้วยความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที พบว่าใบมีดบดแบบไม่มีชุดสับบนและมีแท่นรับ (b) ให้ขนาดของชิ้นเล็กที่สุดแตกต่างจากใบมีดแบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและชิ้นที่บดสามารถนำไปเป็นส่วนผสมในการผลิตปุ๋ยหมักหรือวัสดุอัดแผ่นได้

คำสำคัญ : ใบอ้อย , เครื่องบดแกนตั้ง

Abstract

The objective of research to test and evaluate a vertical sugarcane leaf grinder. It has a cylindrical feed tank diameter of 0.58 meters and height of 0.90 meters. The bottom of the feed tank consists of a set of blades for grinding into circular discs with a diameter of 0.55 meters. It uses electric motor of 1 horsepower. Rotating at speed of 1,800 rpm, it was found that the grinding blade did not have a top chopper and a support plate (b). Keep the size of the pieces as small as possible. It is significantly different from other blades and can be used ingredient in compost production.

Keywords: Sugarcane leaf, Vertical axis residue grinder

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 12.10 ล้านไร่ หลังการเก็บเกี่ยวอ้อยจะมีใบอ้อยที่เหลือทิ้งไว้ในไร่ประมาณ 17.0 ล้านตัน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563) ซึ่งหลังจากเก็บเกี่ยวอ้อยส่งโรงงานน้ำตาลแล้วจะพบว่า มีเศษซากใบอ้อย ซึ่งประกอบไปด้วย ใบ กาบใบ และยอดอ้อย ที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวอยู่เป็นจำนวนมากและมีน้ำหนักรวมประมาณ 1-2 ตันต่อไร่ เศษซากใบอ้อยสามารถช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่อินทรีย์ได้ ทำให้ดินร่วนซุย ถ่ายเทอากาศและระบายน้ำได้ดีและที่สำคัญคือช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่อินทรีย์ จากการศึกษาของวิมลและวรรณวิภา (2561) เพื่อหาแนวทางการจัดการเศษซากใบอ้อยหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมพบว่า การสับเศษซากใบอ้อยทั้งใบสดและแห้งขนาดความยาว 5-10 เซนติเมตรแล้วไถกลบใบอ้อย ช่วยให้มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในดินสูง ณีภูริชัยธร (2565) ได้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากใบอ้อย

ภายในโรงเรือนโดยใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ร่วมกับเทคโนโลยีการหมักแบบเชิงกลและชีวภาพ โดยสับย่อยใบอ้อยและยอดอ้อย จากแปลงเกษตรกรที่เก็บเกี่ยวด้วยมือและต้องสับย่อยก่อนการหมัก พบว่า คุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้คือความเป็นกรดต่าง 7.3 ค่าการนำไฟฟ้า 4.8 dS/m ความชื้น 47.4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมด 1.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 2.6 เปอร์เซ็นต์ อินทรีย์วัตถุ 41.5 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 20:1 ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้ใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีและลดการเผาใบอ้อย

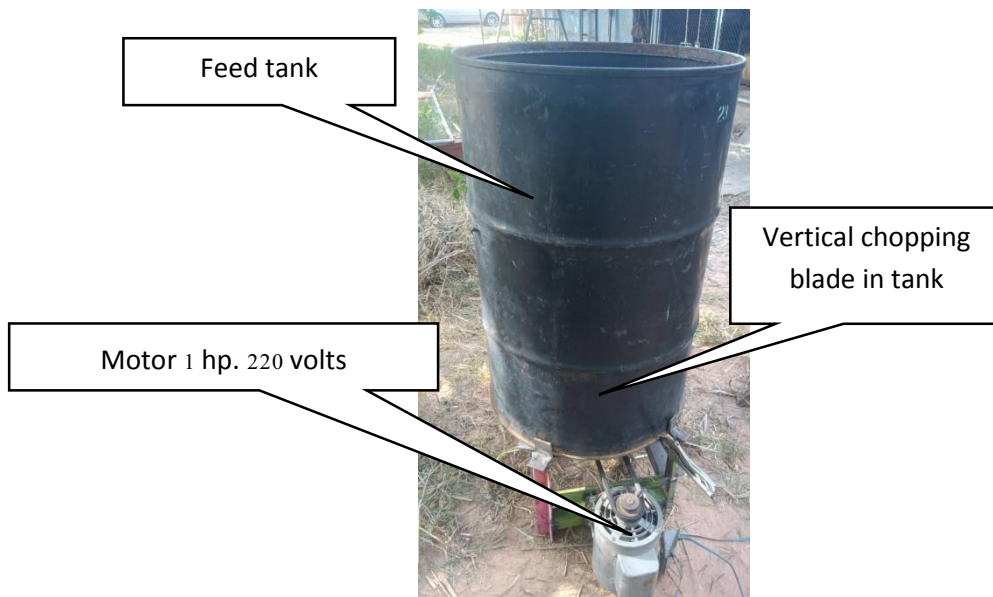
นอกจากกระบวนการนำใบอ้อยและเศษซาก มาเป็นส่วนประกอบสำหรับการผลิตปุ๋ยหมักแล้ว ใบอ้อย และส่วนอื่นๆ ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นได้อีกด้วย วิวัฒน์และนิคม(2549) ได้ทดลองนำใบอ้อยมาอัด เป็นแผ่นอัด และแผ่นขึ้นไม้อัด (Particleboard) วัสดุที่ผลิตขึ้น เพื่อทดแทนการใช้ประโยชน์จากวัสดุธรรมชาติ โดยกระบวนการอัดแบบความร้อนไม่ใช้สารเคมีเป็นตัวประสาน แต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจะต้องบดให้ได้ ขนาดที่เหมาะสมก่อนนำไปสู่กระบวนการอัดร้อน

กระบวนการผลิตปุ๋ยหมักหรือการผลิตไม้อัดจากเศษซากอ้อยเช่น กาบใบหรือยอดอ้อยที่เหลือจากการ เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานในแปลง มาเป็นส่วนผสมหรือส่วนประกอบในการผลิตนั้น จะต้องลดให้ขนาดวัสดุเหล่านี้ให้ มีขนาดเล็กเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งอาจต้องสับหรือบดแล้วแต่ปริมาณความต้องการ แต่หากจำเป็นต้องใช้ใน ปริมาณมากนั้นการใช้แรงงานคนในการเตรียมวัสดุจะต้องใช้เวลานาน หรือเมื่อใช้เครื่องสับย่อยหรือบดที่มีอยู่ ทั่วไปนั้นจะพบว่าเครื่องจะมีต้นทุนสูงเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างเครื่องบด ใบอ้อยและเศษซาก ให้มีลักษณะที่เหมาะสม ต้นทุนต่ำ และมีประสิทธิภาพการที่เหมาะสมเพื่อใช้ในกระบวนการ ผลิตปุ๋ยหมักหรือเป็นวัสดุอัดแผ่น แบบต้นทุนต่ำและให้ได้ขนาดขึ้นที่เหมาะสมได้

วัสดุและวิธีการ

อุปกรณ์ทดสอบ

เครื่องบดใบอ้อยและเศษซากชนิดแกนตั้ง (ภาพที่ 1) มีลักษณะถังป้อนเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 0.58 เมตร สูง 0.90 เมตร ด้านล่างของถังป้อนประกอบด้วยชุดใบมีดสับย่อยที่ติดตั้งบนแผ่นยึดซึ่งมี ลักษณะเป็นแผ่นกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.55 เมตรและบริเวณด้านข้างมีช่องปล่อยเศษใบหรือวัสดุที่บดย่อยแล้ว ออกตรงบริเวณด้านข้างของถังป้อน โดยชุดใบมีดสับหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ 1 แรงม้า ซึ่งปรับ รอบการหมุนของใบสับคงที่



ภาพที่ 1 เครื่องบดใบอ้อยแนวตั้ง ถังทรงกระบอก

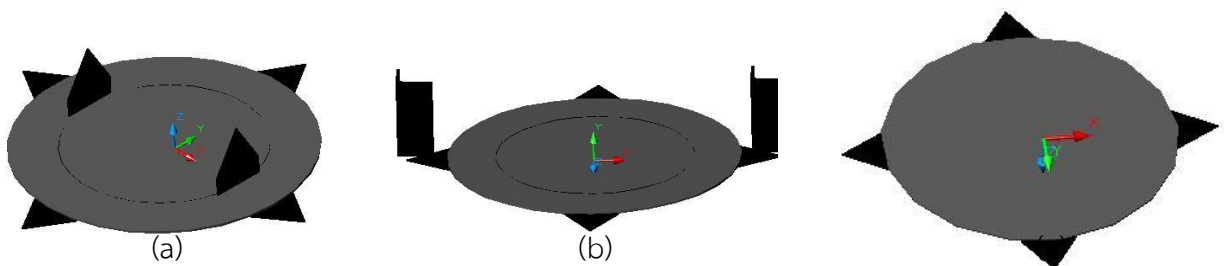
การทดสอบและแผนการทดสอบ

กำหนดปัจจัยการทดสอบคือ ลักษณะใบมีดหมุนสับ 3 แบบคือ 1.ใบมีดสับแบบมีชุดสับด้านบน (A)
2.ใบมีดสับแบบไม่มีชุดสับบน (B) และ 3.ใบมีดสับแบบไม่มีชุดสับบนมีแท่นรองสับ (C) ตามภาพที่ 2

1. แผนการทดลองแบบ CRD 3 ซ้ำ
2. อัตราการป้อนใบอ้อยและเศษซาก ครั้งละ 5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
3. ควบคุมความเร็วรอบใบสับคงที่ 1,800 รอบต่อนาที

การเก็บข้อมูลค่าชี้ผล

1. ระยะเวลาการสับ (นาที)
2. ขนาดมิติของ ซึ้นที่ได้จากการบดสับ (เซนติเมตร)



ภาพที่ 2 ลักษณะใบมีดที่ใช้ในการทดสอบ

ผลการวิจัย

ผลจากการสุ่มเก็บใบอ้อย กาบใบและยอดอ้อยจากแปลงที่เก็บเกี่ยวด้วยแรงงาน แปลงปลูก x ,y และ z
ได้ข้อมูลตาม ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดของใบอ้อย กาบใบ และยอดอ้อย จากแปลงต่างๆ

Field	Length (cm)	Wide (cm)	Moisture (%)
x	122.68±21.40	2.82±0.85	10.2
y	125.76±19.70	2.66±0.87	11.4
z	120.96±21.51	2.54±1.10	10.6

จากการสุ่มวัดมิติของ ใบอ้อย กาบใบและยอดอ้อย ที่ได้จากแปลงเก็บเกี่ยวสามารถวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้ตาม ตารางที่ 2



ภาพที่ 3 ลักษณะของ ใบอ้อย ยอดอ้อย และกาบใบ ที่ได้จากแปลงเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวน ขนาดใบอ้อย ยอดอ้อย และกาบใบ จากแปลงเก็บเกี่ยวที่ต่างๆ

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
length	Between Groups	284.907	2	142.453	.341	.712
	Within Groups	30102.640	72	418.092		
	Total	30387.547	74			
wide	Between Groups	1.014	2	.507	.567	.570
	Within Groups	64.343	72	.894		
	Total	65.357	74			

P<0.05

ผลการทดสอบการบดใบอ้อยด้วยลักษณะใบมีดบด 3 แบบ ซึ่งเป็นใบอ้อยและเศษซากที่เกิดจากการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยแรงงานจากแปลงปลูกทั้ง 3 แปลงด้วยใบมีด a b และ c โดยป้อนครั้งละ 5 กิโลกรัม ได้ข้อมูลตาม ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขนาดใบอ้อย กาบใบและยอดอ้อย หลังการทาดอบ ใบมีดแต่ละแบบ

Type knife	Length (cm)	Wide (cm)
a	60.42±20.70	1.95±0.73
b	22.54±8.02	0.65±0.28
c	30.68±12.99	0.95±0.40

จากการสุ่มวัดมิติของ ใบอ้อย กาบใบและยอดอ้อย ที่ได้จากการบดด้วยเครื่องต้นแบบ สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้ตาม ตารางที่ 4



ภาพที่ 4 ลักษณะของ ใบอ้อย ยอดอ้อย และกาบใบ หลังการบด ด้วยเครื่องบด

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความแปรปรวน ขนาดใบอ้อย ยอดอ้อย และกาบใบ หลังการบด

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
length	Between Groups	19880.180	2	9940.090	45.079	.000
	Within Groups	15876.240	72	220.503		
	Total	35756.420	74			
wide P<0.05	Between Groups	22.861	2	11.431	44.666	.000
	Within Groups	18.426	72	.256		
	Total	41.287	74			

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวน เวลาการการบดของใบบดแต่ละแบบ (วัสดุ 5 กิโลกรัม)

minute

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.018	2	.009	.510	.624
Within Groups P<0.05	.104	6	.017		
Total	.121	8			

วิจารณ์ผล

จากผลการเก็บข้อมูลใบอ้อย กาบใบ และยอดอ้อยที่เก็บมาจากแปลงที่เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนทั้ง 3 แปลงคือ x, y และ z ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) ทั้งความยาวและความกว้าง และเมื่อนำมาบดด้วยเครื่องบดแบบแกนตั้งด้วยใบมีด 3 ลักษณะคือ a, b และ c พบว่า ใบอ้อย กาบใบ และยอดอ้อยที่เก็บมาพบว่ามีขนาดที่ได้จากการบด ของใบบดทั้ง 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (ตารางที่ 4) ทั้งความยาวและความกว้าง ส่วนเวลาของการทำงานของใบบดทั้ง 3 แบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) (ตารางที่ 5) และข้อมูลตามตารางที่ 3 ชนิดใบแบบใบมีดสับแบบไม่มีชุดสับบนมีแทนรับ (b) ให้ค่าของ ความยาวและความกว้าง เล็กสุด

สรุปผล

การประเมินเครื่องบดใบอ้อย แบบแกนตั้ง ที่มีการทดสอบใบบด ทั้ง 3 แบบ เมื่อควบคุมความเร็วรอบการหมุนของใบบดคงที่ 1,800 รอบต่อนาที พบว่าลักษณะของใบบดที่มีแผ่นรับการตัดเฉือน (b) จะมีความสามารถในการบดให้ความละเอียดของใบอ้อย กาบอ้อย และยอดอ้อยที่ได้จากแปลงซึ่งเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน ได้ขึ้นบดออกมาละเอียดเล็กสุดและสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบการทำปุ๋ยหมักหรืออัดแผ่นได้โดยรูปแบบของเครื่องบดแนวแกนตั้งนี้ มีต้นทุนการผลิตเพียง 5,000 บาท

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2563. สรุปสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-พฤศจิกายน 2563. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.dede.go.th/download>. (12 ธันวาคม 2566)
- ณัฐชยธร ชัดติยะพุฒิเมธ. 2565. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากใบอ้อยภายในโรงเรือนโดยใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์. เกษตร ฉบับพิเศษ 50 (1) : 643-649
- วิมล ภูกองไชย และ วรณวิภา แก้วประดิษฐ์. 2561. การจัดการเศษซากใบอ้อยที่ส่งผลต่อการย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจน. เกษตร ฉบับพิเศษ 46(1): 25-29.
- วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์ และ นิคม แผลมสีก. 2549. นิทรรศการงานวิจัย บนเส้นทางงานวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในงานวันเกษตรแฟร์ปี2549. แผ่นใยไม้อัดโดยไม่ใช้กาวจากชานอ้อย. (น. 2 หน้า). ม.ป.ท.

การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ
ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
Using Virtual Reality Technology to Promote Art Tourism
In Mueang District, Chiang Rai Province

สมศักดิ์ มาเยอะ^{1*} และปานุพันธ์ จิตคำ¹

Somsak Ma-ye^{1*} and Panuphan Jitkham¹

¹คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

เลขที่ 80 หมู่ 9 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100

¹ Faculty of Digital Technology, Chiang Rai Rajabhat University

80/9, Ban Du, Mueang, Chiang Rai 57100

*Corresponding author E-mail: somsakball13579@gmail.com

บทคัดย่อ

วิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1. ศึกษาการออกแบบและการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบน Smart Device ในระบบเว็บไซต์ โดยใช้สื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา 2. เพื่อออกแบบเว็บไซต์ส่งเสริมการท่องเที่ยวในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง สื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา 3. เพื่อประเมินผลความพึงพอใจการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จากแบบสอบถามจากผู้ใช้งานจำนวน 75 คน จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย \bar{x} นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเป็นตัวชี้วัด และพัฒนาตามเกณฑ์ความสัมพันธ์จากการทำแบบสอบถามความพึงพอใจ กับกลุ่มเป้าหมายพบว่า จำนวนคนที่เคยใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริง คิดเป็นร้อยละ 54 ไม่เคยใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริง ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านประสิทธิภาพของระบบสื่อความจริงเสมือน 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.51) ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านความสามารถในการนำเสนอข้อมูลด้วยสื่อความเป็นจริงเสมือน 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.40) ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านภาพพาโนรามาเสมือนจริงเสมือน 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.01$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.35) ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านภาพประกอบแผนที่ และสัญลักษณ์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.05$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.41) ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านสื่อความจริงเสมือน 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.22$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.50)

คำสำคัญ – เทคโนโลยีเสมือนจริง, ท่องเที่ยวด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง, พัฒนาสื่อเสมือนจริง

Abstract

1. Investigate the design and utilization of virtual reality technology on smart devices within a website system, using 360-degree panoramic photography. 2. Design a website to promote tourism in the municipal district of Chiang Rai province, employing virtual reality technology and 360-degree panoramic photography. 3. Evaluate the satisfaction with the use of virtual reality technology to promote art-oriented tourism in the municipal district of Chiang Rai province. The evaluation is based on a survey of 75 users. The researchers conducted data

analysis using the average (\bar{x}) as a measure, developing it according to the relationship criteria from the satisfaction questionnaire. The findings reveal that among the respondents, 54% had experience using virtual reality technology, while 46% had not. The satisfaction of the respondents regarding the efficiency of the 360-degree virtual reality media system was high ($\bar{X} = 4.25$) with a standard deviation (S.D. = 0.51). Similarly, satisfaction with the ability to present information using virtual reality media in 360 degrees was also high ($\bar{X} = 4.12$) with a standard deviation (S.D. = 0.40). Respondents expressed high satisfaction with the realism of 360-degree panoramic photography ($\bar{X} = 4.01$) with a standard deviation (S.D. = 0.35). Satisfaction with the depiction of maps and symbols was also high ($\bar{X} = 4.05$) with a standard deviation (S.D. = 0.41). Lastly, satisfaction with virtual reality media in 360 degrees was high ($\bar{X} = 4.22$) with a standard deviation (S.D. = 0.50).

Keywords : Virtual Reality (VR), Tourism with Immersive Technology, Development of virtual Reality Media.

บทนำ

เมืองไทยเป็นเมืองพุทธ คือประโยชน์ที่อยู่คู่กับเมืองไทย มาอย่างช้านาน ศาสนาพุทธคือ ศาสนาประจำชาติไทย วัดและศิลปะเป็นสิ่งที่อยู่คู่กันมาตลอดเวลายาวนานทั้งรูปวาดผนัง และประติมากรรมที่บ่งบอกถึงเรื่องราว ความเชื่อ และความศรัทธา ปัจจุบันศิลปะร่วมสมัยทำให้เกิดความแตกต่าง และเป็นจุดเด่นของแต่ละสถานที่ทำให้น่าสนใจมากยิ่งขึ้น จึงเป็นจุดดึงดูดให้คนในพื้นที่และนักท่องเที่ยวเดินทางมาเยี่ยมชมอย่างมากมายกับความสวยงามของศาสนสถานที่สุดมไปด้วยงานศิลปะที่ผสมเข้ากับความเชื่อและคำว่าศรัทธาได้อย่างลงตัว

ในจังหวัดเชียงราย มีแลนด์มาร์คด้านการท่องเที่ยวเชิงศิลปะมากมาย โดยเฉพาะใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงรายมีจุดแลนด์มาร์คการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ เช่น วัดร่องขุ่น วัดร่องเสือเต้น วัดห้วยปลากั้ง และพิพิธภัณฑ์บ้านคำ ทั้งคนในพื้นที่และนักท่องเที่ยวเดินทางกันมาเยี่ยมชมกับงานศิลปะและประติมากรรมอย่างมากมาย จึงเป็นที่มาของการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย บน Smart Device ในระบบเว็บไซต์ โดยใช้สื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา ที่จะสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงรายได้

การท่องเที่ยวเป็นเศรษฐกิจที่สำคัญเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศไทย ที่ภาครัฐให้ความสนใจเนื่องจากเป็นเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้กับประเทศอย่างมาก เพื่อนำมาสู่การพัฒนาประเทศและหมุนเวียนระบบเศรษฐกิจของประเทศ และเศรษฐกิจท่องเที่ยวเป็นการสร้างรายได้แบบกระจายไม่กระจุก เช่น ที่พักอาศัย การเดินทาง ร้านอาหารร้านต่างๆ จึงนำมาสู่การสร้างรายได้ให้กับคนในประเทศอย่างกว้างขวาง จึงเกิดธุรกิจและการจ้างงานเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เช่นที่พักที่เพิ่มมากขึ้นและการยกระดับคุณภาพที่มากขึ้นทั้งยังมีความหลากหลาย เช่น โฮมสเตย์ เป็นที่พักแบบพื้นบ้าน ร้านอาหาร การเดินทางขนส่ง ที่เพิ่มขึ้น และยกระดับคุณภาพขึ้นมาตามๆ กัน เพื่อสร้างแรงดึงดูดเพิ่มความน่าสนใจให้นักท่องเที่ยวทั้งคนในพื้นที่ ต่างจังหวัดและต่างประเทศ เศรษฐกิจการท่องเที่ยวได้ขยายไปแทบจะทุกภูมิภาคของประเทศไทย เศรษฐกิจการท่องเที่ยวสร้างรายได้ให้กับประเทศและคนในประเทศ จึงเป็นเศรษฐกิจที่สำคัญเป็นลำดับต้นๆ ของประเทศไทย

เศรษฐกิจการท่องเที่ยว หมายถึง การสร้างมูลค่าให้กับสินค้า ที่มนุษย์คิดและสร้างสรรค์ขึ้นมา เศรษฐกิจสร้างสรรค์ หมายถึงอุตสาหกรรมที่สร้างสรรค์ คือกลุ่มธุรกิจการผลิตที่ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์

เป็นสำคัญ เศรษฐกิจสร้างสรรค์เป็นแนวคิดขับเคลื่อนเศรษฐกิจที่อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการใช้องค์ความรู้ ประกอบไปด้วย การศึกษา การสร้างสรรค์งาน และการใช้ทรัพย์สินทางปัญญา ที่เชื่อมโยงกันเป็นรากฐานของ วัฒนธรรมการส่งต่อองค์ความรู้ของสังคม เทคโนโลยี และนวัตกรรมสมัยใหม่ (ดวงพร อ่อนหวาน และคณะ.2556)

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในการใช้ชีวิตประจำวันในปัจจุบัน เช่น การศึกษา และการทำงานในด้านต่างๆ การติดต่อสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทางด้านการท่องเที่ยว ผู้คนที่ต้องการเดินทางจำนวนมากก็ต้องใช้เทคโนโลยีในการศึกษาหาข้อมูลในการท่องเที่ยว ทั้งนี้ ประเทศไทยได้เห็นความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีเทคโนโลยีสารสนเทศ ของคนในปัจจุบันกับการท่องเที่ยว และได้พัฒนาระบบสารสนเทศออนไลน์ต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักท่องเที่ยว เช่น เว็บไซต์ Thai.tourismthailand.org เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของการท่องเที่ยวในประเทศไทย หรือ เว็บไซต์ SawasdeeVR.com ที่เนื้อหาภายในเว็บเป็นการจัดทำภาพเสมือนจริงของสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ของ ประเทศไทย และต่างประเทศที่ได้นำเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR: Virtual reality) มาประยุกต์ใช้กับการนำเสนอ แหล่งท่องเที่ยว และพิพิธภัณฑ์ต่างๆ เช่น พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาแห่งชาติ สมิธโซเนียนที่วอชิงตัน ดีซี สหรัฐอเมริกา ได้จัดทำสื่อพิพิธภัณฑ์ความเป็นจริงเสมือน เพื่อให้นักท่องเที่ยวที่สนใจ ที่ไม่สะดวกจะเดินทาง มาใช้บริการสามารถเข้ามาเยี่ยมชมทางเว็บไซต์ naturalhistory.si.edu/visit/virtual-tour , พิพิธภัณฑ์สุสาน พิระมิด ประเทศอียิปต์ ที่เปิดให้นักท่องเที่ยวที่สนใจสามารถเข้าชมและสำรวจสุสานพิระมิดบางส่วนได้ทาง เว็บไซต์ my.matterport.com ซึ่งภายในเว็บไซต์ดังกล่าวประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นกับนักท่องเที่ยว ที่สนใจไปยังสถานที่ต่างๆ และใช้ค้นหาข้อมูลเพื่อวางแผนในการเดินทาง

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยหวังว่างานวิจัย การพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยการนำเสนอสถานที่ท่องเที่ยวโดยใช้เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) ด้วยสื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา ที่จำลองข้อมูลของสถานที่ในรูปแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง ของสถานที่ท่องเที่ยว โดยสามารถใช้งานผ่านทาง Smart Device เพิ่มความสะดวก และลดปัญหาความแตกต่าง ระหว่างบุคคลสร้างแรงจูงใจและวางแผนสำรวจสถานที่ก่อนออกเดินทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยววันนั้นๆ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการออกแบบและการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบน Smart Device ในระบบเว็บไซต์ โดยใช้สื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา
2. เพื่อออกแบบเว็บไซต์ส่งเสริมการท่องเที่ยว ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง สื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา
3. เพื่อประเมินผลความพึงพอใจการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยใช้ในการนำเสนอแบบภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา ผสมผสานกับเทคโนโลยี Virtual Reality หรือเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงศิลปะ จำนวน 4 แห่ง และลงพื้นที่เก็บภาพถ่ายด้วยตนเอง และทำการศึกษาทฤษฎี และหลักการต่างๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ตามประเด็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ประวัติความเป็นมา
2. แนวคิดเกี่ยวกับการท่องเที่ยว
3. การถ่ายทอดความหมายของสถานที่ (Interpretation in Tourist Destination)

4. เทคโนโลยีที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล
5. สื่อสิ่งพิมพ์ (Printed Media)
6. ทฤษฎีการเรียนรู้
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประวัติความเป็นมา

1. วัดร่องชุ่น ตั้งอยู่ที่ ป่าอ้อดอนชัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ออกแบบและสร้างโดยอาจารย์ เฉลิมชัย โฆษิตพิพัฒน์สร้างขึ้นโดยแรงปณิธานที่มุ่งมั่น วัดร่องชุ่นเป็นศิลปะผสมผสานวัฒนธรรมล้านนา ทั้งศิลปะด้านจิตรกรรม และประติมากรรม จุดเด่นที่ผู้คนคงจดจำได้ดีคือไม่ว่าจะเป็นบ้านหรือประติมากรรมที่เป็นสีขาวแทบทั้งสิ้น อุโบสถสีขาวที่ประดับด้วยกระจกสีเงินที่ใครได้มีโอกาสเข้าไปเยี่ยมชมต้องตั้งกับความสวยงาม ความคมของงานศิลปะ ที่ดูแล้วรื่นหูรันทากับการเก็บรายละเอียดของประติมากรรมให้ความใส่ใจแม้กระทั่งลวดลายบนพื้นเอกลักษณ์ของงานศิลปะที่ยากจะหาใครเปรียบเหมือน ภาพวาดบนผืนผ้าใบนอกจะมีความสวยงามแล้วใครเห็นก็ต้องอ้าปากค้างไปตามๆ กันกับความคมของลายเส้นที่ให้ความรู้สึกว่าคุณค่ากว่าปลายเข็ม

2. วัดร่องเสือเต้น ตั้งอยู่ที่ ตำบลริมกก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ออกแบบ และสร้างโดย นายพุทธากาบแก้ว หรือสล่านก ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของอาจารย์ เฉลิมชัย โฆษิตพิพัฒน์ วัดร่องเสือเต้นเป็นศิลปะแบบไทยประยุกต์ มีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นทั่วทั้งวัดใช้เฉดสีน้ำเงินฟ้าตัดด้วยสีทอง ประติมากรรมที่ดูแล้วมีชีวิต พริ้วไหว และน่าเกรงขามในเวลาเดียวกัน ที่ดูแล้วแตกต่างจากประติมากรรมทั่วไปอย่างเห็นได้ชัด ทั้งประติมากรรมพญานาคมุจลินทร์ และปูศรีสุทโธ หน้าประตูทางเข้าวัด หรือวิหารที่ให้นิยามว่าทิพยสถานเป็นการสรรเสริญพระพุทธเจ้า เชื่อกันว่าใครก็ตามที่มีจิตใจที่ใสสะอาดรักษาศีล จะเกิดสมาธิ และปัญญา ภายในวิหารที่เต็มไปด้วยจิตรกรรมภาพวาดผนังพระพุทธประวัติ ที่ต้องหาโอกาสเข้าไปเยี่ยมชมสักครั้งในชีวิต

3. วัดห้วยปลากั้ง ตั้งอยู่ที่ ตำบลริมกก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ก่อตั้งโดยพระอาจารย์ พบโชค ติสสระวังโส สร้างขึ้นตามนิมิตของพระอาจารย์พบโชค โดยมีวิศวกรท่านหนึ่งจากกรุงเทพฯแจ้งประสงค์ที่อยากจะสร้าง โดยได้รับการสนับสนุนจากชาวใต้หัวดีชื่อ เฉินเซียนเป่า วัดห้วยปลากั้งเป็นศิลปะการผสมผสานศิลปะจีนและล้านนาจุดเด่นของวัดห้วยปลากั้งเราจะเห็นได้ก่อนถึงวัดด้วยประติมากรรมขนาดใหญ่ของเจ้าแม่กวนอิม และยังสามารถขึ้นไปชมทิวทัศน์ที่สวยงามบนยอดเจ้าแม่กวนอิมอีกด้วย ภายในยังมีประติมากรรมที่เห็นแล้วรู้สึกอ่อนช้อย และพริ้วไหวอย่างบอกไม่ถูก บันไดทางขึ้นมีรูปปั้นมังกรขนาดใหญ่ทั้งสองข้าง และมีเจดีย์ 9 ชั้นที่เต็มไปด้วยไม้แกะสลักจากไม้จันทร์หอมขนาดใหญ่ อุโบสถสีขาวที่เมื่อเข้าไปแล้วให้ความรู้สึกร่มรื่นชื่นใจ

4. บ้านดำ ตั้งอยู่ที่ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงรายสร้างขึ้นโดยอาจารย์ ถวัลย์ ดัชนี บ้านดำเป็นศิลปะแบบล้านนา ถึงแม้ว่าอาจารย์ ถวัลย์ ดัชนี ถึงแก่อนิจกรรมไปแล้วแต่ท่านได้สร้างสรรค์ผลงานศิลปะไว้มากมายให้ผู้คนได้เข้าไปเยี่ยมชมทั้งด้านประติมากรรม จิตรกรรม และของสะสมอีกมากมายบ้านดำจะเป็นลักษณะเป็นกลุ่มบ้านที่สร้างด้วยศิลปะแบบล้านนาทุกหลังทาสีดำ ภายในจะมีศิลปะภาพวาดรูปสัตว์ที่มีลักษณะเอกลักษณ์เฉพาะตัวของท่าน และเต็มไปด้วยของสะสมกระดูกสัตว์เยาะเย้ยมากมาย เช่น กระดูกจระเข้ เขาควาย เป็นต้น

แนวคิดเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

องค์การการท่องเที่ยวของโลก(World Tourism Organization: W.T.O) ได้สรุปความหมายของการท่องเที่ยวว่าเป็นการเดินทางไปยังอีกจุดหนึ่งที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างออกไปจากจุดเดิม โดยระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี ที่ไม่รวมการเดินทางเพื่อไปทำงาน หรือทำธุระต่างๆ

กรมการท่องเที่ยว (2546) ให้ความหมายการท่องเที่ยวว่าการท่องเที่ยวเป็นการเดินทางเพื่อพักผ่อน และหาประสบการณ์ใหม่ๆ โดยเป็นการเดินทางชั่วคราวที่ไม่ใช่การโดนบังคับ

Praveetelearning (2556) ให้ความหมายว่าการท่องเที่ยวเป็นการเดินทางไปยังอีกสถานที่หนึ่งด้วย

ความต้องการของตนเอง เพื่อพักผ่อน โดยไม่ได้รายได้ใดๆ จากการเดินทางครั้งนี้ โดยสามารถแบ่งการท่องเที่ยวออกเป็น 3 ประเภท

1. ท่องเที่ยวที่เกี่ยวกับธรรมชาติ (Natural-Based Tourism)
2. ท่องเที่ยวที่เกี่ยวกับวัฒนธรรม (Cultural-Based Tourism)
3. ท่องเที่ยวตามความชอบความสนใจของตนเอง (Special Interest Tourism)

การถ่ายทอดความหมายของสถานที่

การถ่ายทอดความหมายของสถานที่ คือการทำให้นักท่องเที่ยวเกิดความรู้ถึงข้อมูลความเข้าใจต่อสถานที่ และให้นักท่องเที่ยวมีส่วนร่วมกับสถานที่ทำให้เกิดความพึงพอใจกับแหล่งท่องเที่ยว โดยสามารถแบ่งจุดประสงค์ออกได้ดังนี้

1. เพื่อให้นักท่องเที่ยวเกิดความรู้ความเข้าใจต่อสถานที่
2. เพื่อสร้างความเพลิดเพลิน ประสพการณ์ที่ดีและพอใจต่อสถานที่
3. เพื่อให้นักท่องเที่ยวเกิดความรักความหวงแหนต่อสถานที่

เทคโนโลยีที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศถูกพัฒนาไปอย่างกว้างขวางโดยมีการพัฒนา เทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน (Mixed Reality) กล่าวคือเป็นเทคโนโลยีที่สามารถ จำลองสภาพแวดล้อมหรือวัตถุร่วมกับสภาพแวดล้อมหรือวัตถุจริง ทำให้สภาพแวดล้อมหรือวัตถุที่ถูกจำลองนั้นเสมือนมีอยู่จริง โดยเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ การจำลองภาวะเสมือนจริง (Virtual Reality) และความจริงเสริม (Augmented Reality)

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality) ต่อไปนี้จะเรียกว่า VR คือการสร้างสิ่งต่างๆ ให้เสมือนจริงผ่านทางอุปกรณ์การแสดงผล ที่ปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การมองผ่านทางแว่นตา VR กับหน้าจอโทรศัพท์ สมาร์ทโฟน และผ่านทางเครื่องฉายภาพ ในปัจจุบันมีการพัฒนาสื่อข้อมูล (Content) วิธีการแสดงผล และรับการสื่อสารของมนุษย์ผ่านระบบ VR เพื่อไปใช้งานได้ในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น การศึกษาการเรียนการสอน หรือแม้กระทั่งการทดลองขับยาน การแพทย์การท่องเที่ยว และอื่นๆอีกมากมาย โดยหลักก็คือมนุษย์สามารถรับความรู้สึกประสบการณ์ต่างๆ ในการใช้ชีวิตได้โดยไม่ต้องเดินทางหรือไปสถานที่นั้นจริงๆ แต่จะยังสามารถรับรู้ถึงความรู้สึก และยังสามารถมีส่วนร่วมกับเหตุการณ์จริงได้อีกด้วย โดยผ่านอุปกรณ์การแสดงผล โดยรับการตอบโต้จากตัวมนุษย์เอง

สื่อสิ่งพิมพ์ (Printed Media)

สุรสิทธิ์ วิทยารัฐ (2549, น. 19) กล่าวว่าสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อมวลชนที่มีความเป็นมาอย่างยาวนานที่สุดที่มนุษย์ได้ใช้ติดต่อสื่อสาร ส่งต่อความรู้จากอีกคนสู่อีกคน และจากอีกคนสู่มวลชนจากอดีตจนถึงปัจจุบันสื่อสิ่งพิมพ์นับเป็นสิ่งสำคัญกับสังคมเป็นอย่างมาก สื่อสิ่งพิมพ์ หมายถึงสิ่งที่ผ่านการผลิตบนกระดาษที่ผลิตออกมาจากต้นแบบ และมีความเหมือนกันเป็นจำนวนมากๆ โดยใช้ระยะเวลาที่รวดเร็ว มีแนวความคิดกำหนดเนื้อหาที่จะส่งข้อมูลไปยังกลุ่มเป้าหมายอย่างเป็นระบบ และชัดเจนโดยหวังผลการสื่อสารด้านใดด้านหนึ่ง เช่น เพื่อโฆษณา ประชาสัมพันธ์ ความบันเทิง หรือเพื่อการศึกษา

แนวคิดและทฤษฎีการรับรู้

เต็มศักดิ์ คทวนิช นักวิชาการหลายท่าน (2546) กล่าวว่า การรับรู้ หมายถึง กระบวนการในการแปลความหมายที่เกิดขึ้นภายหลังร่างกายเกิดการรับสัมผัสจากสิ่งเร้าทั้งหลาย ในการแปลความหมายของสมองจะถูกต้อง ละเอียดย และชัดเจนมากขึ้นเรื่อยๆ จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ความรู้ที่สะสมไว้ ความจำ ความเชื่อทัศนคติ และค่านิยมซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล

จิตวีรัตน์ บำรุงวงศ์ (2555) สรุปว่า การรับรู้เกิดจากการที่ร่างกายสัมผัสกับสิ่งเร้า และแปลความหมายออกมาจากประสบการณ์ ความรู้ ความคิดที่คนๆได้ผ่านเรื่องราว และสะสมมาซึ่งจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละบุคคล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัย ที่มีลักษณะเกี่ยวข้องโดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality) ในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยว

ธัญพร กุลพรพันธ์ (2558) ได้ศึกษาเรื่อง ระบบสารสนเทศอ้างอิงตำแหน่งเพื่อนำเสนอข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวด้วยวิดีโอ 360 องศา กรณีศึกษา: โบราณสถานวัดศรีชุม จังหวัดสุโขทัย ลักษณะงานวิจัยเป็นการสร้างระบบสารสนเทศออนไลน์เพื่อนำเสนอข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว ด้วยวิดีโอ 360 องศา เพื่อการใช้งานที่ง่าย และสามารถเข้าถึงกลุ่มผู้ใช้งานได้อย่างทั่วถึง โดยพัฒนาระบบสารสนเทศบนเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งสามารถใช้งานบนอุปกรณ์ได้ทุกประเภท โดยมีพื้นที่ทดลองศึกษา คือ โบราณสถานวัดศรีชุม จังหวัดสุโขทัย โดยวิธีการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอข้อมูลในปัจจุบัน

พิเชฐ ทองนาวา (2553) ศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง เรื่อง พระราชวังสนามจันทร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง เพื่อวัดผลการเรียนก่อนและหลังของผู้ที่เรียนจาก คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพ พาโนรามา 360 องศา และวัดผลความพึงพอใจ พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดียภาพพาโนรามาเสมือนจริงอยู่ในระดับที่ดีมาก ผลจากก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

วรลักษณ์ วิภูวินิต (2558) ได้ศึกษาและสร้างสื่อการสอนมัลติมีเดียเสมือนจริง เรื่องประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมอยุธยา เพื่อศึกษาหาความเหมาะสมในการสร้างสื่อการสอนมัลติมีเดียเสมือนจริงโดยผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการสอนมัลติมีเดียเสมือนจริงจากผู้เชี่ยวชาญและนักศึกษา พบว่า ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมาก ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคอยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความพึงพอใจจากนักศึกษาก็อยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เพื่อให้ดำเนินการวิจัยมีความถูกต้องและสามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. การเลือกพื้นที่ที่จะศึกษา
2. ประชากรที่จะศึกษา
3. วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
4. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. วิธีการสร้าง และตรวจคุณภาพวิจัย
7. วิธีการเก็บรวบรวม ข้อมูล ดำเนินการ
8. การตรวจสอบข้อมูล
9. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ โดยการตีความตามรูปแบบ (Theme & pattern) ที่กำหนด
10. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม ค่าสถิติ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การเลือกพื้นที่ที่ศึกษา

ผู้วิจัยเลือกแหล่งท่องเที่ยวเชิงศิลปะ “อำเภอเมือง” จังหวัดเชียงราย ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา เป็นพื้นที่วิจัยเนื่องจากเป็นแหล่งท่องเที่ยวด้านศิลปะความเชื่อและความศรัทธาของชาว อำเภอเมือง เชียงราย จำนวน 4 แห่ง

1. วัดร่องชุ่น
2. วัดร่องเสือเต้น
3. วัดห้วยปลากั้ง
4. พิพิธภัณฑ์บ้านดำ

ประชากรที่จะศึกษา

1. กลุ่มนักท่องเที่ยวชาวไทยที่ได้เดินทางมาท่องเที่ยวทั้ง 4 สถานที่
2. กลุ่มนักเรียนนักศึกษา จังหวัดเชียงราย

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มนักท่องเที่ยวชาวไทย นักเรียน นักศึกษา จำนวน 75 คน สอบถามให้ได้มาซึ่งงานออกแบบ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการท่องเที่ยว
2. การถ่ายทอดความหมายของสถานที่ (Interpretation in Tourist Destination)
3. การให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยว
4. เทคโนโลยีที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล
 - การจำลองภาวะเสมือนจริง
 - 3Dvista
5. ทฤษฎีการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้วิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญในด้านการพัฒนาแอปพลิเคชันและเทคโนโลยีเสมือนจริง

วิธีการสร้าง และตรวจคุณภาพวิจัย

1. เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามกำหนดตัวแปรที่ศึกษาและรวบรวมประเด็นคำถามโดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาประเด็นมาจัดทำเป็นข้อคำถาม
2. นำข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเนื้อหา และความถูกต้องของข้อคำถาม
3. ปรับปรุงข้อคำถาม และเตรียมจัดทำแบบสอบถาม
4. ผู้วิจัยสร้างแบบสังเกต และข้อคำถามความเห็นผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการสำรวจและคัดเลือก แอปพลิเคชัน นำเสนอแหล่งท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง สำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยที่สนใจในเทคโนโลยี VR
5. ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความคิดเห็นของ นักท่องเที่ยว ที่มีต่อการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง สำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยที่สนใจในเทคโนโลยีVR

วิธีการเก็บรวบรวม ข้อมูล ดำเนินการ

1. การเก็บข้อมูลโดยใช้ แบบสอบถามกับ ผู้เชี่ยวชาญในด้านแต่ละด้าน
2. การศึกษา สื่อการเรียนการสอน Workshop ต่างๆ ของการพัฒนาแอปพลิเคชันทำการศึกษาจากเอกสาร และการสำรวจภาคสนาม โดยใช้แบบสังเกต และตัวอย่างจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ

3. การสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาแอปพลิเคชัน และอาจารย์ที่ปรึกษาด้านเทคโนโลยี VR

การตรวจสอบข้อมูล

1. ใช้การตรวจสอบสามเส้า คือข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสังเกต และการสอบถามโดยใช้แบบสอบถาม
2. การคัดเลือกแอปพลิเคชัน นำเสนอแหล่งท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) ตรวจสอบโดย อาจารย์ด้านเทคโนโลยี VR
3. ตรวจสอบซ้ำกับผลการศึกษาเรื่องการพัฒนาสื่อความจริงเสมือน
4. ทดสอบความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่สนใจในเทคโนโลยี VR โดยจะสุ่มตัวอย่างแบบไม่เจาะจง โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา วิเคราะห์โดยการตีความตามรูปแบบ (Theme & pattern) ที่กำหนด

การวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสอบถาม ทำการวิเคราะห์ หาค่าสถิติ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม ค่าสถิติ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. สูตรการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบสอบถามในแบบมาตราส่วนแสดงค่า 5 ระดับ (Rating Scale) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	มากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	มาก
ระดับ 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	น้อย
ระดับ 1	หมายถึง	น้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยมีดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49	หมายถึง	ความเหมาะสมน้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49	หมายถึง	ความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49	หมายถึง	ความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49	หมายถึง	ความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00	หมายถึง	ความเหมาะสมมากที่สุด

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย Mean \bar{X}

N	หมายถึง	จำนวนคน
Mean \bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
S.D.	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จากแบบสอบถามที่ได้ กลับคืนมา เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้านต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมารวบรวมสรุป และทำการวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ผลงานการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

1. การเก็บข้อมูลภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา
2. ผลงานการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง

ตอนที่ 2 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม

ตอนที่ 1 ผลงานการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะในอำเภอเมือง
จังหวัดเชียงราย

การเก็บข้อมูลภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา

ผู้วิจัยได้เดินทางไปเก็บข้อมูลภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศาด้วยตนเอง เพื่อเก็บภาพในรูปแบบ
พาโนรามา 360 องศา เพื่อนำมาใช้งานในโปรแกรม 3Dvista



ภาพที่ 1 ภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา วัดร่องขุน



ภาพที่ 2 ภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา วัดร่องเสือเต้น



ภาพที่ 3 ภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา วัดห้วยปลากั้ง



ภาพที่ 4 ภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา พิพิธภัณฑ์บ้านดำ

ผลงานการพัฒนาสื่อความจริงเสมือน

การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนผู้พัฒนาใช้โปรแกรม 3Dvista ในการพัฒนาโดยการนำไฟล์ภาพพาโนรามา 360 องศา มาผนวกเข้ากับเทคโนโลยี VR โดยที่สื่อจะออกมาในรูปแบบ การท่องเที่ยวแบบจำลอง (Virtual Tour) ที่สามารถให้ผู้ใช้งานหันศีรษะมองดูรอบสถานที่ท่องเที่ยวตามจุดต่างๆ ที่กำหนดไว้โดยสร้างปุ่มเคลื่อนที่ไว้ตามจุดต่างๆ ของสถานที่ท่องเที่ยว



ภาพที่ 5 ภาพแสดงแผนที่



ภาพที่ 6 ภาพแสดงการเคลื่อนที่ไปอีกจุดหนึ่ง



ภาพที่ 7 ภาพแสดงการควบคุมหน้าจอและเสียง



ภาพที่ 8 ภาพแสดงการให้ข้อมูลต่างๆ

ตอนที่ 2 ผลวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามการใช้งานระบบ Virtual Reality (VR)

การใช้งาน	จำนวน	ร้อยละ
เคย	33	44
ไม่เคย	42	56
รวม	75	100

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่เคยใช้งานระบบ Virtual Reality (VR) จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 56 รองลงมาคือ เคยใช้งานระบบ Virtual Reality (VR) จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 44 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านประสิทธิภาพของระบบสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง 360 องศา

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ระบบมีการใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.33	0.62	มาก
2	ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน	4.16	0.68	มาก
เฉลี่ยรวม		4.25	0.51	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าผลความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของระบบสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.51)

ตารางที่ 3 ระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านความสามารถในการนำเสนอข้อมูลด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง 360 องศา

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	การนำเสนอรายละเอียดและข้อมูลของสถานที่	4.27	0.72	มาก
2	สามารถเพิ่มความน่าสนใจในการให้ข้อมูลสถานที่	3.79	0.66	มาก
3	สามารถช่วยในเรื่องการสื่อความหมายของสถานที่	4.12	0.73	มาก
เฉลี่ยรวม		4.12	0.40	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่าผลความพึงพอใจด้านความสามารถในการนำเสนอข้อมูลด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.40)

ตารางที่ 4 ระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านภาพพาโนรามา 360 องศา

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ตำแหน่งในการชมภาพพาโนรามามีความเหมาะสม	4.07	0.64	มาก
2	ความคมชัดของภาพพาโนรามา	3.95	0.71	มาก
3	การควบคุมสื่อความจริงเสมือนง่ายต่อความเข้าใจ	4.00	0.70	มาก
4	จำนวนภาพพาโนรามาที่มีความเหมาะสม	4.04	0.78	มาก
เฉลี่ยรวม		4.01	0.35	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่าผลความพึงพอใจด้านภาพพาโนรามา 360 องศา อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X} =4.01$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.35)

ตารางที่ 5 ระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านภาพประกอบแผนที่ และสัญลักษณ์

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ตำแหน่งตามจุดสำคัญมีความเหมาะสม	4.09	0.76	มาก
2	ความคมชัดของภาพประกอบและสัญลักษณ์	4.01	0.76	มาก
3	การใช้งานภาพประกอบแผนที่และสัญลักษณ์ง่ายต่อความเข้าใจ	4.05	0.70	มาก
4	จำนวนจุดสำคัญของภาพประกอบแผนที่และสัญลักษณ์มีความเหมาะสม	4.04	0.80	มาก
เฉลี่ยรวม		4.05	0.41	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่าผลความพึงพอใจด้านภาพประกอบแผนที่และสัญลักษณ์ 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.05$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.41)

ตารางที่ 6 ระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง 360 องศา

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ได้รับประโยชน์และความรู้จากสื่อความจริงเสมือน 360 องศา	4.23	0.67	มาก
2	ความสวยงาม ความชัดเจนของสื่อความจริงเสมือน 360 องศา	4.08	0.77	มาก
3	สื่อมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในสถานที่ท่องเที่ยวเชิงศิลปะ “อำเภอเมือง เชียงราย”	4.35	0.73	มาก
เฉลี่ยรวม		4.22	0.50	มาก

จากตารางที่ 6 พบว่าผลความพึงพอใจด้านสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.22$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.50)

สรุป และอภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมือง เชียงราย ทำให้ทราบถึงขั้นตอนในการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง และสร้างสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบการใช้เทคโนโลยีสื่อความจริงเสมือนในการนำเสนอข้อมูลในปัจจุบัน จากการศึกษาพบว่าการนำเสนอแหล่งท่องเที่ยวด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยว ต้องมีภาพถ่ายพาโนรามาที่สวยงาม การวางจุดตำแหน่งที่เหมาะสมรวมทั้งการออกแบบ สัญลักษณ์ ภาพประกอบ และการให้ข้อมูลของสถานที่นั้นๆ ให้ครบถ้วนและถูกต้อง ควรทำให้นักท่องเที่ยวรู้ว่าสื่อความจริงเสมือนให้ใช้เมื่อต้องการ ที่จะท่องเที่ยว เพื่อนำมาสู่การสร้างแรงจูงใจในการท่องเที่ยวสถานที่นั้นๆ

จากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อ การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ “อำเภอเมือง” จังหวัดเชียงราย พบว่าสถานที่ท่องเที่ยวมีความน่าสนใจ จากการสำรวจพบว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่ไม่เคยใช้งาน VR มาก่อนเป็นจำนวน 42 คนคิดเป็นร้อยละ 56 ของผู้ใช้งานทั้งหมด เหตุเพราะเทคโนโลยี VR เป็นเทคโนโลยีที่กำลังเติบโตและกำลังพัฒนาขึ้นมาเรื่อย ๆ ผู้ที่เคยใช้ VR และไม่เคยใช้ VR มีความพึงพอใจต่อความเสมือนจริงของระบบ เมนูภายในของสื่อใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน ผู้ใช้งานส่วนใหญ่สามารถเข้าใจการทำงานของปุ่ม ผู้ใช้ที่ไม่เคยไปยังสถานที่ท่องเที่ยว แต่พอใช้งานสื่อความจริงเสมือนนี้ก็ทำให้อยากจะไปสถานที่นั้นจริง ๆ ผู้ทดลองใช้ชื่นชอบการมองไปได้รอบทิศทางโดยการหันศีรษะทำให้การนำเสนอที่น่าสนใจมากเนื่องจากให้ความรู้สึกว่าได้ไปอยู่ที่สถานที่นั้นจริงๆ

ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านประสิทธิภาพของระบบสื่อความจริงเสมือน 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.51) ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านความสามารถในการนำเสนอข้อมูลด้วยสื่อความเป็นจริงเสมือน 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.40) ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านภาพพาโนรามาเสมือนจริงเสมือน

360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.01$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.35) ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านภาพประกอบแผนที่ และสัญลักษณ์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.05$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.41) ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามด้านสื่อความจริงเสมือน 360 องศา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.22$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาวิจัยเรื่องการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อการท่องเที่ยวเชิงศิลปะ ในอำเภอเมืองจังหวัดเชียงราย ทำให้ได้ทราบความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย ข้อเสนอแนะจากแบบประเมิน

1. อยากให้พัฒนา และมีสถานที่ท่องเที่ยวด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเพิ่มขึ้น
2. รู้สึกเวียนศีรษะนิดหน่อยเนื่องจากยังไม่คุ้นชิน

ปัญหาที่พบในการทำงาน

จากการวิจัยที่ผ่านมาได้ทราบถึงปัญหาจากการทำงาน เพื่อให้เกิดความสวยงาม ตรงตามเป้าประสงค์ของการวิจัยปัญหาที่พบในการทำงาน

1. สภาพอากาศที่มีผลอย่างมากกับความสวยงามของภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา
2. ช่วงเวลาในการถ่ายภาพพาโนรามาเนื่องจากผู้คนมากมายมาท่องเที่ยวทำให้มีผลต่อการถ่ายภาพ
3. เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทยการสอนการใช้งานโปรแกรมจึงเป็น

ภาษาอังกฤษในส่วนใหญ่

เอกสารอ้างอิง

- ฐิติรัตน์ บำรุงวงศ์. 2555. สรุปรว่า การรับรู้ คือความรู้สึกนึกคิด ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- ธัญพร กุลพรพันธ์. 2558. ระบบสารสนเทศอ้างอิงตำแหน่ง เพื่อนำเสนอข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวด้วยวิดีโอ 360 องศา กรณีศึกษา. โบราณสถานวัดศรีชุม จังหวัดสุโขทัย. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พิเชฐ ทองนาวา. 2553. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง เรื่องพระราชวังสนามจันทร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่3. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พรลภัส อุณาพรหม. 2556. ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมายในอุทยาน ประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยา. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วรลักษณ์ วิฑูวินิต. 2558. สื่อการสอนมัลติมีเดียเสมือนจริง เรื่องประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมอยุธยา กรณีศึกษา. วัดพระราม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุรสิทธิ์ วิทยาธิรัฐ. การผลิตสื่อสิ่งพิมพ์. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพมหานคร. สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา. 2546.

การจัดการความเสี่ยงของไขมันที่สะสมภายในระบบระบายอากาศของห้องครัวเชิงพาณิชย์

Risk Management for Grease Accumulation in Exhaust System of Commercial Restaurant

ปราชญ์ ชัยสมบัติ^{1*} และอภิชาติ แจ้งบำรุง¹

Prad Chaisombut^{1*} and Apichart Chaengbamrung¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมความปลอดภัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

¹Faculty of Safety Engineering Kasetsart University 50 Ngamwongwan Rd, Chatuchak Bangkok 10900 Thailand

*Corresponding author E-mail: prad.ch@ku.th, fengacc@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การดำเนินการศึกษาค้นคว้าการจัดการความเสี่ยงของไขมันที่สะสมภายในระบบระบายอากาศของห้องครัวเชิงพาณิชย์มีวัตถุประสงค์หลักในการพิจารณาความเสี่ยงของไขมันที่สะสมอยู่ภายในระบบระบายอากาศภายในห้องครัว ตั้งแต่ต้นทางการออกแบบ ก่อสร้าง ใช้งาน และการบำรุงรักษาของร้านค้าเนื่องจากไขมันที่เกิดขึ้นจากการประกอบอาหารนั้นสามารถสะสมอยู่ภายในระบบระบายอากาศนั้นคือเชื้อเพลิงที่เป็น 1 ในสามปัจจัยที่ทำให้เกิดเหตุไฟไหม้ได้ จากผลการศึกษาและประเมินความเสี่ยงของไขมันในระบบระบายอากาศด้วยวิธีการ HAZOP โดยการนำเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากหน้างานของร้านอาหารในเครื่องครัวเชิงพาณิชย์ประเภททอด และย่างที่มีผลผลิตเป็น ไขมันปริมาณสูง ซึ่งมีความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น 29 ข้อ พบว่าการสะสมของไขมันนั้นสามารถเกิดขึ้นในทุกๆด้านของการดำเนินการ ซึ่งจากการประเมินและพิจารณาระดับความเสี่ยงร่วมกับทีมวิศวกรและหัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการของร้านค้าพบความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้ต้องดำเนินการแก้ไขทันที 1 ข้อ ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ 11 ข้อ และความเสี่ยงที่ยอมรับได้ 17 ข้อ ในส่วนของความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้นั้นดำเนินการจัดการความเสี่ยงที่เกิดขึ้นด้วยวิธี PDCA โดยการวางแผนการดำเนินการเพื่อจัดการสาเหตุของความเสียหาย ดำเนินการทดสอบตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบข้อมูลประชุมรวมถึงการจัดการความเสี่ยงนั้น และประกาศใช้งานให้ทีมงานดำเนินการ เพื่อให้ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในอยู่ในช่วงความเสี่ยงที่ยอมรับได้

คำสำคัญ: ระบบระบายอากาศของห้องครัว, การบำรุงรักษา, ร้านอาหารเชิงพาณิชย์, ความเสี่ยง

Abstract

The study investigates of the accumulated grease within the commercial kitchen ventilation system, with the primary objective of the risk associated with grease accumulation. This evaluation from the design, construction, operation and maintenance of the kitchen recognizing that the greases generated during cooking can accumulate within the ventilation system posing a fire hazard as one of the three contributing factors. The Hazard and Operability Study (HAZOP) method was employed to assess the risk of grease within the ventilation system based on incidents observed in commercial kitchens, particularly those involving frying and grilling with high-grease production. The identified 29 items related to grease accumulation highlighting that the accumulation can occur at various stages, including design, construction,

maintenance, and operation,By the engineering team and the store's head of operations. If traders find unacceptable risks, 1 item must be corrected immediately, 11 items are unacceptable risks, and 17 items are acceptable risks. As for unacceptable risks need management by PDCA method actions to manage the causes of risk Carry out testing as planned. Check the meeting information regarding risk management and announce the use for the team to take action. So that the risks that occur are within the acceptable risk range.

Keywords: Kitchen Exhaust Ventilation System; Maintenance, Commercial Restaurant, Risk

บทนำ

ร้านอาหารเชิงพาณิชย์ในประเทศไทยมีการเติบโตขึ้นเห็นได้จากร้านอาหาร ที่มีการรีวิวตามโซเชียลมีเดีย และจากข้อมูลบริษัทธุรกิจเครือข่ายร้านอาหาร ที่มีการเปิดสาขาเพิ่มมากขึ้น 4 เปอร์เซ็นต์ต่อปี โดยเฉพาะร้านอาหารประเภททอดและย่างซึ่งกระบวนการผลิตนั้นก่อให้เกิดความร้อน น้ำมัน และไขมัน เกิดขึ้นในปริมาณมากภายในห้องครัวของร้านอาหาร ซึ่งผลผลิตเหล่านั้นสามารถสะสมภายในระบบระบายอากาศของห้องครัวซึ่งการสะสมของไขมันมีผลต่อระบบระบายอากาศที่ทำให้เกิดความเสียหายต่างๆ พิจารณาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นด้วยวิธี HAZOP ร่วมกับทีมวิศวกรรม และผู้ดูแลร้านค้าซึ่งการเข้าสำรวจและตรวจสอบข้อมูลของร้านค้าพบความเสี่ยงของร้านค้าทั้งสิ้น 29 ข้อซึ่งสามารถแยกความเสี่ยงนั้นออกมา 4 ด้าน ด้านการออกแบบ ด้านการก่อสร้าง ด้านการบำรุงรักษา และด้านการใช้งาน เพื่อให้สามารถจัดการความเสี่ยงที่เกิดขึ้นได้ถึงสาเหตุรากฐานของความเสี่ยงที่เกิดขึ้นได้โดยการนำความเสี่ยงที่เกิดขึ้นเหล่านั้นพิจารณาร่วมกับทีมวิศวกร และผู้จัดการร้านค้าเพื่อแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องในด้านต่างๆรับทราบถึงความเสียหายนั้น ให้ตระหนักถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ซึ่งเมื่อผู้เกี่ยวข้องแต่ละด้านได้รับทราบข้อมูลความเสี่ยงที่เกิดขึ้นเหล่านั้นว่ามีผลกระทบต่อทรัพย์สิน และโอกาสต่างๆที่เสียไป ซึ่งหากเพียงรับทราบหรือตระหนักรู้อย่างเดียวคงไม่อาจลดความเสี่ยงลงได้โดยเฉพาะความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้จำนวน 12 ข้อซึ่งความเสี่ยงเหล่านั้นยังสามารถเกิดขึ้นได้เพราะฉะนั้นจึงเป็นที่มาของการวิเคราะห์ความเสียหาย วิเคราะห์ความเสี่ยงที่พบ ดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงาน และนำเสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อลดความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้ให้อยู่ในช่วงความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้ด้วยวิธีการ PDCA ในแต่ละด้านซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นรูปแบบที่ทำให้การปรับปรุงทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเข้าถึงได้ง่ายเนื่องจากกระบวนการนี้มีการกำหนดเป้าหมายเพื่อลดระดับความเสี่ยงของแต่ละหัวข้อลงในการดำเนินการตั้งแต่การวางแผนเพื่อลดความเสี่ยงลง แล้ววางแผนการดำเนินงานโดยมีการกำหนดขั้นตอนกระบวนการขึ้นโดยมีการชี้แจงให้ผู้เกี่ยวข้องในด้านความเสี่ยงด้านต่างๆรับทราบ แล้วจึงดำเนินการทดลองกระบวนการต่างๆเพื่อทดสอบว่ากระบวนการตามที่วางแผนไว้นั้นสามารถทำได้จริงและเก็บข้อมูลหรือผลลัพธ์นั้นเพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการตามกระบวนการเพื่อตรวจสอบว่าจากการดำเนินการนั้นความเสี่ยงลดลง ซึ่งจากการตรวจสอบข้อมูลจากการดำเนินการตามกระบวนการที่วางไว้ทำให้ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นลดลงมาอยู่ในความเสี่ยงที่ยอมรับได้ซึ่งในแต่ละด้านการออกแบบ การก่อสร้าง การบำรุงรักษา และการใช้งานนั้นกระบวนการดำเนินการนั้นยังทำให้ระบบระบายอากาศมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งหลังจากการประชุมร่วมเพื่อตรวจสอบข้อมูลหลังจากการทดสอบการดำเนินการแล้ว ทีมวิศวกรรมได้ประกาศเพื่อนำมาตรการและกระบวนการดำเนินงานที่ได้รับการทดสอบแล้วนั้นเข้ามาดำเนินการในด้านต่างๆเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในร้านค้าทุกสาขาและ ร้านค้าที่กำลังก่อสร้างอยู่ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นสามารถปฏิบัติงานภายใต้ความปลอดภัยและสามารถดำเนินงานในหน้าที่ของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูลสำหรับการดำเนินการศึกษาเพื่อจัดการความเสี่ยงของไขมันที่สะสมอยู่ในระบบระบายอากาศของห้องครัวเชิงพาณิชย์นั้น จะมีการดำเนินการศึกษาทั้งหมด 3 ส่วนประกอบไปด้วย มาตรฐานในการติดตั้ง การวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยง และการดำเนินการจัดการความเสี่ยงเพื่อลดความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้ให้อยู่ในช่วงระดับความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้ จากขั้นตอนการดำเนินการดังกล่าวต้องมีการศึกษาเพื่อหาความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละด้านตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ การก่อสร้าง การบำรุงรักษา และการใช้งานเพื่อให้การดำเนินการจัดการความเสี่ยงมีประสิทธิภาพ

2.1.1 การศึกษามาตรฐานการติดตั้ง

ร้านอาหารเชิงพาณิชย์ในขอบเขตการศึกษานั้นเป็นร้านอาหารแฟรนไชส์ประเภทย่าง และทอดเป็นหลัก ซึ่งมีมาตรฐานและข้อกำหนดของการก่อสร้างร้านค้าอยู่ซึ่งร้านค้ากลุ่มกรณีศึกษาได้กำหนดค่าลมที่ระบายอากาศโดยการแยกตามประเภทอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหาร(ตารางที่ 1) ตามาตรฐานของร้านค้า(M&E Service engineer. 2014. Burger King Concept Design)[1] และในส่วนข้อกำหนดของงานติดตั้งท่อส่งลมนั้นต้องมีวาล์วระบายน้ำมันโดยที่แนวท่อส่งลมนั้นลาดเอียงเข้าหาจุดระบบของท่อส่งลมเพื่อระบายไขมันเหลวที่สะสมภายในระบบสามารถนำออกสู่ภายนอกได้โดยการเปิดวาล์วดังกล่าว

ตารางที่ 1 ค่าลมระบายอากาศต่ออุปกรณ์

รายละเอียด	ชนิดของครอบตุ๋น	ค่าลมระบายอากาศ(CFM)	การสูญเสียของการไหล(Pa)
ครอบตุ๋นเตาย่าง	ระบายอากาศที่มีไขมัน	1000	250
ครอบตุ๋นเตาทอด		800	250

เมื่อศึกษาข้อมูลการดำเนินการติดตั้งหากได้ดำเนินการศึกษาตามมาตรฐานการติดตั้งระบบระบายอากาศภายในห้องครัวของ NFPA 96 (Standard for Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operations, 2004)[2] ซึ่งเป็นมาตรฐานที่กำหนดเกณฑ์สำหรับระบบระบายอากาศและการป้องกันไฟไหม้ในการทำอาหารในธุรกิจอาหารซึ่งจะมุ่งเน้นไปที่ความปลอดภัยที่อาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลการศึกษามาได้ 5 หัวข้อ สำคัญ

1.1 ขอบเขตและการใช้งาน: NFPA 96 มุ่งเน้นการดำเนินการป้องกันอันตรายจากห้องครัวและอุปกรณ์ประกอบอาหารที่อาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ โดยมาตรฐานนี้ใช้สำหรับทุกร้านอาหารที่ใช้ระบบดับเพลิงหลังจากเกิดเพลิงไหม้ ครอบคลุมร้านอาหารตั้งแต่ขนาดใหญ่และขนาดเล็ก

1.2 การติดตั้งระบบดับเพลิง: มาตรฐานของ NFPA96 ระบบดับเพลิงนั้นต้องถูกติดตั้งตามมาตรฐานที่กำหนดและต้องมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ระบบดับเพลิงควรป้องกันอุปกรณ์ประกอบอาหาร เช่นบริเวณหน้าเตาทอดเราต้องมีการติดตั้งระบบดับเพลิง ซึ่งเป็นระบบการดับเพลิงในห้องครัวที่มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยเฉพาะ บริเวณเตา, ฝาชีหรือ ครอบตุ๋น และ ท่อส่งลม

1.3 การทดสอบและการตรวจสอบอุปกรณ์: มีการกล่าวถึงการดำเนินการตรวจสอบระบบดับเพลิงและแผงกรองน้ำมัน ซึ่งควรตรวจสอบเป็นประจำเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์เหล่านี้มีการทำงานอย่างถูกต้อง โดยการตรวจสอบระบบดับเพลิงและฟิลเตอร์กรองน้ำมันนั้นเป็นส่วนสำคัญในการรักษาความปลอดภัย และลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งการดำเนินการที่ทำอยู่ของระบบดับเพลิงภายในร้านค้าซึ่งทางร้านค้าสามารถดำเนินการตรวจสอบรอบปี ซึ่งมีการดำเนินการทดสอบกลไกทำงานว่าสามารถทำงานได้ ระบบสามารถฉีดสารดับเพลิงได้

ส่วนในส่วนของฟิลเตอร์กรองน้ำมันนั้นเป็นการดำเนินการทำความสะอาดรายวัน และ เทลาดกรองน้ำมันออกเพื่อลดการสะสม และเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองไขมัน หรือไอน้ำมันที่เข้าไปในระบบส่งลม

1.4 การบำรุงรักษา: เจ้าของร้านควรดูแลรักษาระบบดับเพลิง ฟิลเตอร์กรองน้ำมันและ ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ประกอบอาหารเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ประกอบอาหารระบบดับเพลิง และ ระบบระบายอากาศซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเพื่อลดการสะสมของไขมันในท่อระบายอากาศในห้องครัว

1.5 การจัดทำบันทึกและการฝึกอบรม: ควรจัดทำบันทึกการทดสอบและการบำรุงรักษา ผู้ปฏิบัติงานภายในร้านควรมีความรู้ความเข้าใจ ในการใช้ระบบดับเพลิงและการปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดซึ่งในมาตรฐาน NFPA

เกี่ยวกับการควบคุมการระบายอากาศและการป้องกันอัคคีภัยในการทำอาหารในธุรกิจอาหาร ที่มีการนำเสนอแนวทางในการออกแบบ ติดตั้ง ปฏิบัติการ ตรวจสอบ และการบำรุงรักษาระบบระบายอากาศในห้องครัวของธุรกิจ โดยเฉพาะการตรวจสอบ ระบบดับเพลิง ฟิลเตอร์กรองน้ำมัน และระบบระบายอากาศ ที่เป็นสาเหตุหลักของความเสี่ยง ส่วนมาตรฐานของ ASHRAE นั้นระบุถึงต้นทางของอุปกรณ์ประกอบอาหารแต่ละชนิดผลิตน้ำมันมากน้อยเพียงใด เช่น เตาอบ หม้อไอน้ำ ถือเป็นอุปกรณ์ประเภทผลิตเบา (Light-duty ค่าลมจะอยู่ที่ 200 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร หรือเท่ากับ 45.72 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร) (ตารางที่ 2) จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าการออกแบบค่าลม นั้นขึ้นอยู่กับขนาดของครอบดูดลมซึ่งครอบดูดลมนั้นต้องติดตั้ง

ตารางที่ 2 ค่าลมมาตรฐาน NFPA96

	ชนิดของอุปกรณ์	ค่าลมที่ออกแบบ(cfm/lf)
Light Duty(200°F)	เตาอบไอน้ำ, หม้อต้ม	150-200
Medium Duty(400°F)	เตาอบพิซซ่า, เตาทอด	200-300
Heavy Duty(600°F)	เตาย่าง	200-400

ครอบคลุมขนาดของอุปกรณ์ประกอบอาหารไม่ว่าจะเป็นเตาย่างหรือเตาทอดในการติดตั้งและการออกแบบนั้นระยะของครอบดูดลมนั้นตัวอุปกรณ์ต้องครอบคลุมอุปกรณ์ประกอบอาหาร(ตารางที่ 2)ตามชนิดของอุปกรณ์นั้นๆ จากการศึกษาข้อมูลการติดตั้ง และการออกแบบระบบระบายอากาศของทาง วสท.(วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.2559. มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ)[3] ข้อมูลการติดตั้งของNFPA96 นั้นคล้ายคลึงกับทาง วสท. และในส่วนของ วสท.ยังมีการกล่าวถึงการบำรุงรักษาอุปกรณ์ของระบบระบายอากาศเพื่อให้ระบบนั้นยังคงประสิทธิภาพ ตลอดจนการบำรุงรักษาของระบบระบายอากาศภายในห้องครัวยรายวันนั้น ประกอบไปด้วยผู้ปฏิบัติงานภายในร้านค้า ที่ดำเนินการถอดแผงดักไขมันเพื่อล้างทำความสะอาด และการบำรุงรักษาภายในที่ต้องมีความรู้ความเข้าใจในการดำเนินการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศนั้นให้คงประสิทธิภาพได้ดีที่สุด

2.1.2 การศึกษาทฤษฎีความเสี่ยงที่เหมาะสม

การประเมินความเสี่ยงเป็นกระบวนการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุร้ายแรงหรือสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต มีหลายทฤษฎีและแนวคิดในการประเมินความเสี่ยงที่นำเสนอโดยหลายนักวิจัยและวิชาการที่ให้ความสนใจในเรื่องนี้ ต่อไปนี้คือตัวอย่างการศึกษาทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงที่ศึกษาเพื่อเลือกนำมาวิเคราะห์งานวิจัยนี้

1. Risk Management: เป็นมาตรฐานที่กำหนดกระบวนการทางธุรกิจในการจัดการความเสี่ยง มาตรฐานนี้นิยมใช้ทั้งในภาครัฐและเอกชน

2. COSO Enterprise Risk Management (ERM) Framework: OSO ERM Framework เป็นโครงการสำหรับการจัดการความเสี่ยงในบริบทของกิจกรรมทั้งหมดขององค์กร

3. FAIR (Factor Analysis of Information Risk): FAIR เน้นการประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลและเทคโนโลยีสารสนเทศ

4. Hazard and Operability Study (HAZOP): HAZOP เป็นวิธีการที่ใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อการประเมินความเสี่ยงของกระบวนการ หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งการระบุให้เห็นถึงความอันตรายร้ายแรงตั้งแต่เริ่ม การออกแบบ การติดตั้ง การตรวจสอบ และการใช้งานนั้น จะส่งผลทำให้การดำเนินงานมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ทำให้การก่อสร้างโครงการ การบำรุงรักษา และการปฏิบัติงานของร้านอาหารมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และช่วยเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจที่สำคัญต่อตัวร้านอาหารนั้นๆ โดยเครื่องมือหรือสิ่งที่เราใช้ในการประเมินความเสี่ยงนั้นเราใช้ ตารางประเมินความเสี่ยง Risk Matrix จะถูกนำมาใช้ในช่วงสุดท้ายของการซึ่งอันตรายโดยพิจารณาตัวแปรสองตัวคือ ความถี่ในการเกิดเหตุ probability หรือ likelihood กับ ความอันตรายของเหตุการณ์ (The HAZOP Leader's Handbook)[4] ซึ่งโดยทั่วไปจะประเมินความเสี่ยงผลกระทบกับด้านใดด้านหนึ่งเหล่านี้

- 1) ด้านความปลอดภัยของคน safety
- 2) ด้านความปลอดภัยกับสิ่งแวดล้อม environment
- 3) ด้านค่าความเสียหายต่ออุปกรณ์หรือค่าความเสียหายโอกาสในการทำงานปกติ สำหรับทรัพย์สิน หรือผลิตภัณฑ์
- 4) ด้านชื่อเสียง reputation หรือสังคมภายนอก social
- 5) ผลกระทบต่อการดำเนินกิจการ การปฏิบัติงาน

2.1.3 การศึกษามาตรการการจัดการความเสี่ยง

เมื่อศึกษาข้อมูลหลังจากการประเมินความเสี่ยงแล้วนั้น เราต้องดำเนินการศึกษามาตรการดำเนินการจัดการความเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดซึ่งการวางแผน ปฏิบัติ ตรวจสอบ และปรับปรุงกระบวนการนั้น จากการศึกษาข้อมูลมีวิธีที่นิยมใช้ในการจัดการและพัฒนาองค์กร ดังนี้

1. Six Sigma: เป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับการลดของเสียและการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์หรือบริการ โดยใช้วิธีการ Define, Measure, Analyze, Improve, Control) ซึ่งแต่ละกระบวนการมีรายละเอียดดังนี้

1.1 Define (กำหนด): การดำเนินการกำหนดปัญหาหรือโอกาสที่ต้องการแก้ไขหรือปรับปรุง โดยกำหนดลักษณะของผู้ใช้บริการหรือผู้ซื้อผลิตภัณฑ์ กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของสิ่งที่ต้องการปรับปรุง

1.2 Measure (วัด): ระบุตัวชี้วัดที่สำคัญ (Key Performance Indicators - KPIs) ที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือโอกาส การวัดปริมาณ และรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์โดยการกำหนดรายละเอียดการวัดข้อมูลนั้นๆ

1.3 Analyze (วิเคราะห์): ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหาหรือโอกาสใช้เครื่องมือและเทคนิคสถิติเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของข้อมูลที่ใช้ในการวัดผล

1.4 Improve (ปรับปรุง): พัฒนาแผนปฏิบัติการเพื่อแก้ไขปัญหาหรือปรับปรุงกระบวนการทดสอบและดำเนินการด้วยแผนพัฒนาขึ้นเพื่อให้ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ในช่วงที่สามารถควบคุมได้

1.5 Control (ควบคุม): สร้างกระบวนการควบคุมเพื่อรักษาการปรับปรุงตรวจสอบและวัดตัวชี้วัดเพื่อให้ทราบถึงการปรับปรุง

1.6 Verify (ยืนยัน): ทำการยืนยันว่าการแก้ไขหรือปรับปรุงทำให้มีผลในการลดข้อผิดพลาดหรือปรับปรุงคุณภาพจัดทำรายงานและประเมินผล

หลังจากที่ทำขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนนี้เสร็จสมบูรณ์ ระบบ Six Sigma จะกลับไปทำซ้ำขั้นตอนในกระบวนการดังกล่าวเพื่อตรวจสอบคุณภาพและประสิทธิภาพของกระบวนการต่อไป

2. Kaizen: เป็นคำญี่ปุ่นที่หมายถึง "การปรับปรุง" หรือ "การพัฒนาต่อเนื่อง" โดยที่ความสำคัญกับการพัฒนากระบวนการทำงานทุกวัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดสูญเสียตลอดเวลา และสามารถทำได้ทุกวันซึ่งต่อไปนี้เป็นขั้นตอนสำหรับกระบวนการ Kaizen

2.1 แฉงปัญหา (Identify Problems): ส่วนต้นแรกคือการระบุปัญหาหรือโอกาสที่ต้องการปรับปรุงระบุปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพหรือประสิทธิภาพของกระบวนการ

2.2 ค้นหาทางแกไข (Brainstorm Solutions): จัดทำการประชุมหรือเปิดโอกาสให้ทีมงานมีโอกาสเสนอแนวทางแกไขให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการคิดค้นวิธีการแกไข

2.3 ทดลองการแกไข (Implement Solutions): การทดลองวิธีการแกไขที่ได้รับการเลือกซึ่งการทดลองนี้สามารถเป็นขั้นตอนขนาดเล็กก่อนที่จะนำไปใช้ในรูปแบบทั้งหมด

2.4 วัดผล (Measure Results): วัดผลลัพธ์ของการแกไขเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังเพื่อดูว่าต้องมีการดำเนินการมีการปรับปรุงหรือไม่ และผลลัพธ์ของการดำเนินการเป็นอย่างไร

2.5 ประเมินและปรับปรุง (Evaluate and Adjust): ประเมินผลการทดลองและปรับปรุง หากจำเป็นการวัดผลจำเป็นต้องปรับแกไข ปรับแกแผนการแกไขเพื่อทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.6 รักษาแนวทางการแกไขแบบยั่งยืนและทำซ้ำ (Sustain and Repeat): นำแนวทางแกไขที่มีประสิทธิภาพไปใช้ในกระบวนการทั้งหมดทำให้แนวทางแกไขเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมองค์กร

2.7 ส่งเสริมมนุษยสัมพันธ์ (Promote Human Relations): ส่งเสริมความร่วมมือและการทำงานร่วมกันสร้างวัฒนธรรมที่สนับสนุนการแบ่งปันไอเดียและการทำงานทีม

2.8 พัฒนาวัฒนธรรม (Develop a Culture): สร้างวัฒนธรรมที่สนับสนุนการพัฒนาต่อเนื่อง สร้างการตั้งตารองรับ Kaizen ในทุกๆ ระดับขององค์กร

ซึ่งถือว่การ Kaizen ถือเป็นวิธีการปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงานเล็กๆ แบบต่อเนื่องและยั่งยืนโดยผู้มีส่วนร่วมในแผนก คอยช่วยเหลือและดูแลกันเพื่อให้การปรับปรุงกระบวนการนั้นมีประสิทธิภาพ

3. Total Quality Management (TQM): เป็นการบริหารจัดการที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพในทุกๆ ระดับขององค์กร โดยให้ผู้ทุกระดับมีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพ เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์และบริการที่มีคุณภาพสูง ซึ่ง TQM ไม่ได้เป็นกระบวนการหรือวิธีการเฉพาะเจาะจง เนื่องจากมันครอบคลุมทุกด้านขององค์กร สามารถแจกแจงขั้นตอนและกระบวนการใน Total Quality Management ได้ดังนี้

3.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ (Define Objectives): กำหนดวัตถุประสงค์ของการบริหารคุณภาพทั้งองค์กร

แนวคิดที่ต้องการที่จะปรับปรุงหรือพัฒนา เพื่อพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการที่มีคุณภาพสูง

3.2 การให้ความสำคัญในการบริหาร (Emphasize Management Commitment): ส่งเสริมความผูกพันและความรับผิดชอบของผู้บริหารหรือผู้จัดการในการบริหารเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์นั้นๆ

3.3 การพัฒนาบุคลากร (Focus on Employee Involvement): สร้างทีมงานและให้โอกาสให้พนักงานมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจและรับทราบแนวทาง ส่งเสริมการฝึกอบรมและพัฒนาทักษะ

3.4 การทำงานร่วมกับลูกค้าและผู้ขาย (Collaborate with Customers and Suppliers): สร้างความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งกับลูกค้าและผู้ขาย เชื่อมโยงการทำงานขององค์กรกับความต้อการและความคาดหวังของลูกค้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและกระบวนการ (Analyze Data and Processes): ใช้ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และตรวจสอบกระบวนการ ใช้เครื่องมือทางสถิติและเทคนิคการจัดการเพื่อปรับปรุง

3.6 การวางแผน (Planning): กำหนดแผนการทำงานที่มีเป้าหมายและกำหนดระยะเวลา การวางแผนที่ทำให้ทุกคนเข้าใจตลาดและความต้องการของลูกค้า

3.7 การบริหารสัมพันธ์ (Manage Relationships): สร้างและรักษาความสัมพันธ์ที่ดีกับลูกค้า, พนักงาน, และผู้จัดการสร้างศักยภาพที่ดีในการทำงานร่วมกับทุกฝ่าย

3.8 การทำงานตามข้อกำหนด (Adhere to Standards): ปฏิบัติตามมาตรฐานที่ได้จัดทำขึ้น ในกรณีที่มีการปรับปรุงมีการทำงานในขอบข่ายของมาตรฐาน

3.9 การวิจัยและพัฒนา (Research and Development): การตรวจสอบและพัฒนาทักษะและเทคโนโลยีที่จำเป็นการค้นหาและนำเข้ำนวัตกรรมใหม่

3.10 การดำเนินการในทิศทางปรับปรุงต่อไป (Continuous Improvement): การตรวจสอบและปรับปรุงกระบวนการต่อไป

ซึ่งTQM นั้นมุ่งเน้นไปที่การปฏิบัติงาน ลักษณะในการทำงานของทีม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ หรือบริการที่มีคุณภาพ และความพึงพอใจจากลูกค้าที่มาใช้บริการ

4. PDCA (Plan-Do-Check-Act): เป็นกระบวนการทางวิศวกรรมและการจัดการที่ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการและผลลัพธ์ให้ดียิ่งขึ้นจากการร่วมกันวิเคราะห์และเสนอแนวทางการจัดการความเสี่ยงร่วมกับที่ วิศวกรภายในบริษัทและผู้ออกแบบร้านค้า ซึ่งวิธี PDCA ถูกพัฒนาโดยวิศวกรและนักวิจัยชื่อ William Edwards Deming ในช่วงต้นทศวรรษ 1920 และได้รับความนิยมในทวีปเอเชียหลังจากที่ถูกนำเข้ามาใช้ในการจัดการคุณภาพใน xi ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนการจัดการความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในส่วนของขั้นตอนการทำงานได้มีประสิทธิภาพเข้าถึงง่าย และลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นได้ซึ่งเห็นผลได้อย่างดีโดยขั้นตอนของ PDCA นั้นประกอบไปด้วย

1. Plan: (วางแผน): การกำหนดเป้าหมายและเป้าหมายของกระบวนการที่ต้องการปรับปรุง การวางแผนกิจกรรมและการทราบบวิธีการทำงานว่าจะดำเนินการมาตการแก้ไขและเริ่มใช้เอกสารข้อมูลเมื่อไหร่

2. Do: (ดำเนินการ): การดำเนินการตามแผนที่กำหนด โดยให้ทางผู้รับเหมาเข้าดำเนินการหลังจากมีการชี้แจงข้อกำหนดตามที่วิศวกรชี้แจง

3. Check: (ตรวจสอบ): การตรวจสอบผลลัพธ์ของการดำเนินการตามเป้าหมาย หลังจากเข้าดำเนินการตามมาตรฐานที่ที่วิศวกรแจ้งให้ทีมผู้ปฏิบัติงานดำเนินการและนำส่งข้อมูลเพื่อพิจารณา

4. Act: (ปรับปรุง): การประเมินผลลัพธ์และการดำเนินการที่ดีขึ้น จากการปรับปรุงกระบวนการและการวางแผนสำหรับรอบต่อไปหากการดำเนินการไม่เป็นไปตามผลที่วางไว้

2.1.3 การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลของร้านค้า

การตรวจสอบร้านค้าเพื่อนำไปวิเคราะห์ความเสี่ยงการศึกษาและดำเนินการตรวจสอบพร้อมทีมผู้รับเหมาที่ดำเนินการบำรุงรักษาของร้านอาหารและการแจ้งซ่อมเข้ามาในระบบ ที่มีกระบวนการผลิตอาหารแบบทอด และย่าง โดยที่วิศวกรเริ่มพิจารณาตั้งแต่ต้นทาง(บริเวณผลิตอาหารเหนือกรอบตุลจนถึงปลายทางพัดลมระบายอากาศ) ซึ่งสามารถพิจารณา 2 ส่วน

1. ร้านค้า: ดำเนินการเข้าสำรวจร้านค้าที่มียอดขายสูงสุดซึ่งสำรวจในส่วนของการติดตั้งและการออกแบบจะเห็นว่าตั้งแต่ต้นทางบริเวณกรอบตุลควันมีไขมันสะสมอยู่จำนวนมากดังรูป(รูปที่ 1 และ 2) ในส่วนของอาหารประเภททอด ซึ่งมีการจุดเตาอุ่นน้ำมันให้ร้อนอยู่ตลอดเวลา ส่วนเตาข้างนั้นมีการผลิตอาหารเป็นช่วงๆไม่ได้มีการผลิตอาหารอยู่ตลอดเวลาซึ่งจากภาพที่ 1 และ 2 นั้นจะเห็นว่าไขในที่สะสมอยู่ภายในเตาทอดจะเป็นไขมันเหลวและมีการสะสมอยู่จำนวนมากและจากการตรวจสอบในส่วนของท่อส่งลมนี้ดำเนินการตรวจสอบ 2 ส่วน

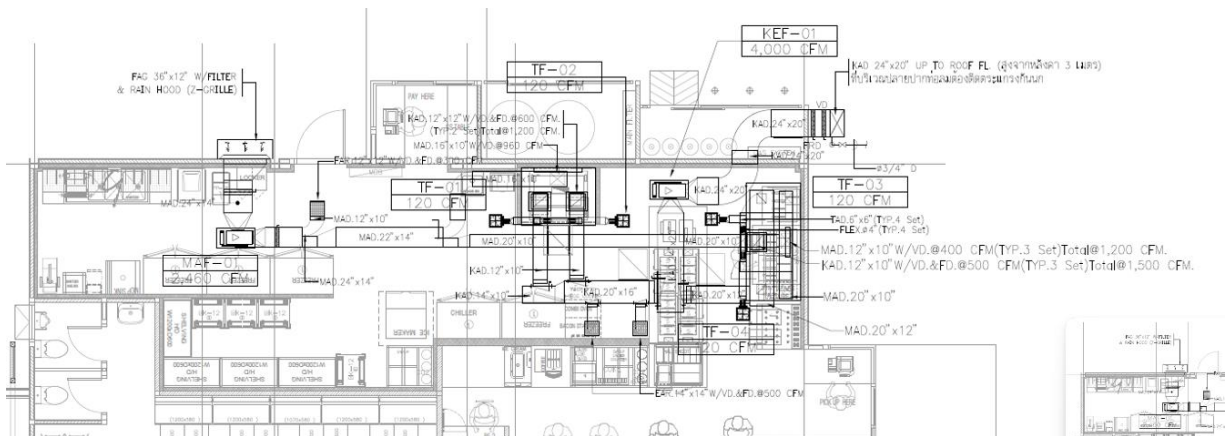


ภาพที่ 1 ภายในฝ้าซีของเตาย่าง



ภาพที่ 2 ภายในฝ้าซีของเตาทอด

1. ตามแบบก่อสร้าง: การตรวจสอบแบบก่อสร้างดำเนินการตรวจสอบทั้งสิ้น 2 ส่วน คือแบบสำหรับงานก่อสร้าง (For Construction) และแบบหลังจากการดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จ(As-Built) สำหรับการส่งมอบงาน และเก็บรวบรวมไว้ที่แผนกวิศวกรรม



ภาพที่ 3 รูปภาพแบบก่อสร้าง

จากรูปภาพที่ 3 เป็นแบบของระบบระบายอากาศของร้านอาหารกรณีศึกษา ตั้งแต่ครอบดูดลมหรือฝ้าซีตลอดจนแนวท่อส่งลม และพัดลมระบายอากาศซึ่งการออกแบบของร้านค้าจะเกิดขึ้นจากผู้ออกแบบซึ่งการออกแบบมักจะคล้ายคลึงกันของแต่ละสาขาที่เปิดใหม่

2. บริเวณหน้างาน: ดำเนินการสำรวจร้านค้าที่มียอดขายสูงทั้งสิ้น 5 สาขา และร้านค้าที่มียอดขายปานกลาง 5 สาขา โดยนำแบบหลังจากการดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จ เพื่อตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้ง ความครบถ้วนของการติดตั้ง โดยการตรวจสอบหากร้านค้าใดไม่ได้ติดตั้งตามแบบจะดำเนินการบันทึกข้อมูลแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปเตรียมการวางแผนและปรับปรุง

3. จากรายการแจ้งซ่อม: ร้านอาหารในเครือนั้นมีระบบการแจ้งซ่อมงานออนไลน์ ซึ่งสามารถแจ้งซ่อมตามระบบของอุปกรณ์ เช่นระบบน้ำ ระบบไฟฟ้า อุปกรณ์ครัว ระบบระบายอากาศ ฯลฯ ซึ่งเมื่อมีการแจ้งซ่อมระบบจะจัดสรรผู้รับเหมาเข้าดำเนินการตรวจสอบ และเก็บข้อมูล รายงานการซ่อม ตั้งแต่สาเหตุ วิธีการซ่อมแซม สาเหตุที่เกิดขึ้น และ รูปภาพการเข้าดำเนินการซึ่งสามารถดึงข้อมูลเพื่อตรวจสอบได้ ซึ่งจากข้อมูลร้านค้าทั้งหมด ในปัจจุบันทั้งสิ้น 101 สาขาซึ่งมีเหตุการณ์แจ้งซ่อมระบบระบายอากาศมากกว่า 141 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2566 ซึ่งบาง

สาขามีการแจ้งซ่อมมากกว่า 5 ครั้งใน 1 ปี และบางสาขาไม่มีการแจ้งซ่อมเลย ซึ่งรายการแจ้งซ่อมที่มีจำนวนครั้ง
การแจ้งซ่อมมากที่สุด 3 อันดับแรกนั้นก็คือ มีน้ำมันหยดจากระบบระบายอากาศ, มีน้ำมันไหลตามบริเวณผนัง
และพัดลมระบายอากาศไม่ทำงาน ตามลำดับ

ผลการวิจัย

จากข้อมูลการดำเนินการศึกษาข้อมูลแลเก็บรวบรวมข้อมูลของร้านค้าในส่วน ขอบมาตรฐานออกแบบ การ
ติดตั้ง และการบำรุงรักษานั้นเราสามารถดำเนินการด้วยมาตรฐานของ วสท. ได้เนื่องจากค่าลมที่มีการออกแบบนั้น
ต้องสามารถนำอากาศเสียทั้งหมดที่เกิดจากการประกอบอาหาร ออกสู่ภายนอกได้หมด ซึ่งจะเท่ากับว่าไอน้ำมัน
นั้นจะเข้าชนกับแผงดักไขมันก่อนเข้าสู่ภายในห้องส่งลมซึ่งจะทำให้ไขมัน ไอน้ำมัน เริ่มสะสมอยู่ภายในระบบ
ระบายอากาศได้(จากข้อมูลการสำรวจร้านค้า) ซึ่งเมื่อมีการสะสมตัวของไขมันและน้ำมันซึ่งไม่ควรอยู่ภายในระบบ
ก็เท่ากับความเสี่ยงของไขมันนั้นเกิดขึ้นภายในระบบระบายอากาศแล้ว ทำให้สามารถสรุปผลการวิจัยได้ 3 ส่วน

3.1 การศึกษามาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษามาตรฐานที่เกี่ยวข้อง NFPA และ วสท. ของการติดตั้ง การก่อสร้างและการบำรุงรักษา
ระบบระบายอากาศภายในห้องครัวนั้นไม่มีหัวข้อที่แตกต่างกันมาก จากตารางที่ 3 ซึ่งในรายละเอียดของ NFPA มี
การระบุข้อเสนอแนะสำหรับแต่ละประเทศเพื่อยึดถือหลักตามข้อกำหนดและการดำเนินการของประเทศนั้นๆ
ซึ่งร้านค้าในเครื่องนั้นต้องมีการกำหนดมาตรฐานอ้างอิงโดยการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ วสท. โดยการ
ออกแบบและติดตั้งต้องไม่น้อยกว่าค่ามาตรฐานไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งช่องเซอร์วิส สำหรับการเข้าบำรุงรักษา การ
ออกแบบค่าลมสำหรับแต่ละอุปกรณ์ ทีมก่อสร้างควรทำความเข้าใจสำหรับการออกแบบระบบระบายอากาศ
ภายในห้องครัวและการเตรียมความพร้อมสำหรับการติดตั้งระบบระบายอากาศ

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานการติดตั้ง ระบบระบายอากาศภายในห้องครัว

หัวข้อ	มาตรฐาน วสท	มาตรฐาน NFPA 96
ความต้องการทั่วไป (General)		
อัตราการระบายอากาศภายในห้องครัว	กฎกระทรวง 39,2537	มาตรฐาน NFPA
ระยะห่างระหว่างพัดลม หรือท่อลม -เว้นระยะห่างจากวัสดุที่ติดไฟ อย่างน้อย 0.5 ม. -ไม่จำเป็นต้องเว้นระยะห่างจากวัสดุไม่ติดไฟ	✓	✓
ครอบดูดลม (Hood)		
ครอบดูดลมเป็นแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.31 มม. หรือเหล็กกล้าไร้สนิม ความหนาไม่น้อยกว่า 1.10 มม.	✓	✓
แผงดักไขมัน (Oil Filter)		
ครอบดูดลมต้องติดตั้งแผงดักน้ำมันตลอดเวลาการทำงาน	✓	✓
แผงดักไขมันต้องมีคุณลักษณะตาม UL 1046 Grease filters	✓	✓

หัวข้อ	มาตรฐาน วสท	มาตรฐาน NFPA 96
แผงดักไขมันต้องติดตั้งรางรับน้ำมัน ซึ่งลาดสู่ถาดรับน้ำมัน	✓	✓
ระบบท่อลมระบายอากาศ (Duct)		
ท่อลมควรติดตั้งโดยไม่ให้เกิดการสะสมของไขมันตำแหน่งท่อลมลาดเอียงจุดต่ำสุด และต้องมีการติดตั้งวาล์ว	✓	✓
ครอบดูดลมที่มีเส้นปรับปริมาณลมจะต้องจัดให้มีช่องเปิดบริการที่ท่อลมเพื่อเข้าไปทำความสะอาดลิ้นปรับลมได้	✓	✓
ท่อลมระบายอากาศแนวนอนต้องมีช่องเปิดบริการอย่างน้อย 1 ช่อง ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งช่องเปิดบริการได้ จะต้องมีช่องเปิดสำหรับล้างทำความสะอาดทุกระยะ 4.00 เมตร	✓	✓
ช่องเปิดบริการท่อลมสำหรับให้คนเข้าไปทำความสะอาดจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 0.50x0.50 m หากมีขนาดเล็กกว่า 0.50 ม. ช่องเปิดสำหรับทำความสะอาดขนาด 0.30x0.30 m	✓	✓

3.2 การสำรวจเก็บข้อมูลร้านค้า

จากการตรวจสอบร้านค้าโดยซึ่งพิจารณา 2 ส่วนพบต้นเหตุของสาเหตุของความเสียหายหลายหัวข้อทั้งในส่วนของการสำรวจร้านค้า และการตรวจสอบการแจ้งซ่อมโดยรายละเอียดผลการสำรวจตามหัวข้อดังนี้

1. ร้านค้า :จากการสำรวจร้านค้าที่มียอดขายสูง นั้นพบว่าบริเวณครอบดูดลมมีไขมันสะสมอยู่จำนวนมากทั้งในส่วนของฝาชี และภายในท่อส่งลมซึ่งรายละเอียดความเสี่ยงที่เกิดจากการสำรวจดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ตารางรายการตรวจสอบร้านค้า

อุปกรณ์	รายละเอียด
แบบก่อสร้าง	แบบก่อสร้างไม่มีการใส่ช่องเซอร์วิซบริเวณท่อส่งลม
	แบบก่อสร้างไม่มีการรวมแบบงานระบบต่างๆเข้าด้วยกันก่อนก่อสร้างทำให้เมื่อก่อสร้างมีท่อส่งลมแอร์ติดตั้งขนานกับท่อส่งลม
ครอบดูดลมหรือฝาชี	ร้านค้าไม่ติดตั้งแผงดักไขมันทั้งหมด
	แผงดักไขมันเสียหายไม่มีการแจ้งซ่อม
	พนักงานร้านค้าไม่เทถาดรับน้ำมัน
	เกิดน้ำมันเจ็บนองบริเวณพื้นและขอบผนัง
	มีคราบไขมันสะสมอยู่ภายในฝาชีจำนวนมาก

อุปกรณ์	รายละเอียด
ท่อส่งลม	ไขมันหยดบริเวณใต้แนวทางเดินของท่อระบายอากาศ
	ไม่มีช่องเซอร์วิสเพื่อรับการดำเนินการบำรุงรักษา
	มีไขมันสะสมอยู่ภายในท่อส่งลมจำนวนมาก
	ลึนปรับลมมีคราบไขมันสะสมอยู่ ทำให้กำลังลมที่ดูมีค่าน้อยกว่าที่ออกแบบ
พัดลมระบายอากาศ	ระบบระบายอากาศไม่สามารถดึงควันที่เกิดจากการประกอบอาหารได้หมด
	ค่าลมของระบบระบายอากาศไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

2. รายการแจ้งซ่อม: จากการตรวจสอบรายงานการแจ้งซ่อมพบว่า การแจ้งซ่อมมากกว่า 141 ครั้ง (ไม่นับรวมงานบำรุงรักษา) ซึ่ง รายการซ่อมที่มีน้ำมันหยดบนผ้า นั้นมีมากกว่า 68.79เปอร์เซ็นต์ (97 ครั้ง) จากร้านค้าทั้งหมด 101 สาขาซึ่งจากกรณีการแจ้งซ่อมนี้ทางเราเพียงแค่นำมาดำเนินการติดตั้งถาดรองรับน้ำมัน และหุ้มฉนวนใหม่ ซึ่งยังไม่เป็นการดำเนินการแก้ไขที่ต้นเหตุ อย่างยั่งยืน จากข้อมูลทั้งหมดนั้นเมื่อดำเนินการพิจารณา ร่วมกับทีมวิศวกร ของบริษัท และทีมปฏิบัติการหน้างาน (หัวหน้าผู้จัดการ) เพื่อชี้แจงความเสี่ยงที่พบเจอเพื่อเป็นการกระจายความรู้ความเข้าใจจากการศึกษาให้รับทราบโดยทั่วกัน

3.3 การดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยง

จากการศึกษาข้อมูลทฤษฎีความเสี่ยงนั้นเรามีการเลือกใช้ทฤษฎี HAZOP ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับการประเมินความเสี่ยงของกระบวนการ และการปฏิบัติงานโดยวิเคราะห์โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง และประสิทธิภาพในการดำเนินงานของกระบวนการซึ่งการทำ HAZOP นั้นเป็นทฤษฎีความเสี่ยงที่มีการกำหนดแบ่งส่วนที่จะนำมาประเมินในแต่ละด้านวิเคราะห์การทำงานของระบบระบายอากาศภายในห้องครัว และจะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นไปได้ทุกประการซึ่งในด้านความเสี่ยงสามารถแยกออกเป็น 4 ส่วน

1. ด้านการออกแบบ
2. ด้านการก่อสร้าง
3. ด้านการบำรุงรักษา
4. ด้านการใช้งาน

จากการพิจารณาด้านความเสี่ยงแต่ละด้านทำให้สามารถระบุความเสี่ยงที่พบได้แล้วสิ่งที่จะต้องดำเนินการประเมินระดับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นนั้น โดยระดับความเสี่ยงนั้นขึ้นอยู่กับ ผลคูณของระดับโอกาสที่เกิดความเสี่ยง (ตารางที่ 5) กับระดับความรุนแรงของผลกระทบ (เสนอร่วมกับฝ่ายจัดการร้านค้า) พิจารณาผลกระทบต่อการดำเนินกิจการซึ่งมีการแก้ไขปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการดำเนินกิจการยิ่งขึ้นโดยที่ระดับผลกระทบ (ตารางที่ 6) ซึ่งเมื่อสรุปความเสี่ยง ร่วมกับทีม วิศวกร และ ผู้ปฏิบัติงานของร้านอาหารแล้วจะได้ ระดับความเสี่ยง จากสูตร

$$\text{Likelihood} \times \text{Impact} = \text{Risk}$$

ตารางที่ 5 ระดับโอกาสที่เกิดความเสี่ยง

โอกาสที่จะเกิด	ระดับ	ปริมาณโอกาสเกิด	โอกาสเกิดเหตุการณ์
สูงมาก	5	1 เดือนต่อครั้งหรือมากกว่า	เกิดขึ้นง่ายมากหากไม่มีมาตรการควบคุม
สูง	4	2 - 6เดือนต่อครั้งแต่ไม่เกิน 5ครั้ง	โอกาสเกิดมากหากไม่มีมาตรการควบคุม
ปานกลาง	3	1 -2 ปีต่อครั้ง	โอกาสเกิดหากไม่มีมาตรการควบคุม
น้อย	2	2 - 4 ปีต่อครั้ง	เกิดขึ้นยากแม้ไม่มีมาตรการควบคุม
น้อยมาก	1	5 ปีต่อครั้งขึ้นไป	เกิดขึ้นยากมากแม้ไม่มีมาตรการควบคุม

ตารางที่ 6 ระดับความรุนแรงของผลกระทบ

ระดับ	รายละเอียด	ระดับ
สูงมาก	มีผลกระทบต่อการดำเนินงานรุนแรงมากเช่นหยุดการดำเนินงานมากกว่า 1 เดือน	5
สูง	มีผลกระทบต่อการกระบวนการและการดำเนินงานรุนแรง เช่น หยุดการดำเนินงาน 1 วัน	4
ปานกลาง	มีการชะงักของกระบวนการและการดำเนินงาน เช่น ต้องดำเนินการแจ้งซ่อม	3
น้อย	มีผลกระทบเล็กน้อยต่อกระบวนการและการดำเนินงาน	2
น้อยมาก	ไม่มีการชะงักของกระบวนการและการดำเนินงาน	1

จากตารางที่ 6 จะเห็นว่าในระดับสูงทางที่ผู้ปฏิบัติงานมีการแจ้งปรับความเสียหายระดับสูงให้อยู่ที่มีผลต่อการปฏิบัติงาน 1 วันเนื่องจาก 1 วันร้านค้ามีค่าเสียโอกาสที่เสียไปในยอดที่สูงมากจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง และการจัดการความเสี่ยงที่มีโอกาสจะเกิดขึ้น นั้นเมื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่ร้ายแรงที่สุดโอกาสที่อาจเกิดเพลิงไหม้ภายในสำหรับ ร้านอาหารประเภทฟาสฟู๊ดนั้น ซึ่งการจะเกิดเพลิงไหม้นั้นถือว่าอยู่ในระดับความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากโอกาสที่จะเกิดขึ้นนั้นอยู่ในช่วงความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้ แต่เมื่อตรวจสอบความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้นั้นคือการที่มีไขมันรั่วไหลออกจากระบบระบายอากาศ ซึ่งสำหรับร้านค้าที่มีฝ้านั้นทำให้เกิดความเสียหายต่อฝ้าภายในห้องครัว และสำหรับร้านค้าที่ไม่มีฝ้านั้นทำให้ไขมัน หยดลงพื้นทำให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นไม่สามารถดำเนินงานได้เป็นเห็นให้เกิดความอันตราย และโอกาสเกิดขึ้นนั้นพบได้บ่อยครั้ง ซึ่งมีการแจ้งซ่อมระบบระบายอากาศมากกว่า 141 ครั้ง(จากข้อมูลการดำเนินการสำรวจ) ซึ่งรายการซ่อมที่มีน้ำมันหยดบนฝ้านั้นมีมากกว่า 68.79%เปอร์เซ็นต์ (97 ครั้ง) จากร้านค้าทั้งหมด 101 สาขาซึ่งเมื่อเหตุการณ์นี้เกิดขึ้น ก็มีผลกระทบตั้งแต่พนักงานลื่นล้ม เป็นเหตุที่ทำให้ต้องมีการดำเนินการพักงาน หรือ สามารถดำเนินการต่อได้แต่พนักงานหรือผู้ปฏิบัติงานที่ต้องผ่านพื้นที่เหล่านั้นต้องดำเนินงานบนความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อตัวบุคคลและทรัพย์สินได้

3.4 การดำเนินการตามมาตรการจัดการความเสี่ยง

วิธี PDCA (Plan-Do-Check-Act) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการจัดการความเสี่ยงและปรับปรุงกระบวนการหรือระบบต่าง ๆ ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้ในการจัดการความเสี่ยงของไขมันที่สะสมอยู่ในระบบระบายอากาศในร้านอาหารดังนี้

3.4.1 Plan (วางแผน):

การระบุความเสี่ยง: โดยความเสี่ยงที่จะนำมานั้นจะเป็นความเสี่ยงจากการวิเคราะห์ที่อยู่ระดับ 25-8 คะแนน ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ทั้งหมด 12 ข้อ เข้ามาสู่กระบวนการวางแผนเพื่อดำเนินการแก้ไข

การกำหนดเป้าหมาย: วางเป้าหมายที่จะลดหรือป้องกันความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้ ในระบบระบายอากาศของห้องครัว ซึ่ง วิธีการจัดการของแต่ละส่วนมีจุดประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงของไขมันที่สะสมอยู่ภายในระบบระบายอากาศ ในแต่ละด้าน

การวางแผนการดำเนินการ: วางแผนการดำเนินงานกิจกรรมและการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการลดความเสี่ยง, เช่น การติดตั้งอุปกรณ์กันไขมันหรือการอบรมพนักงาน

Do (ดำเนินการ): การดำเนินการตามแผน: ดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้โดยแบ่งเป็นทั้งสิ้น 4 ด้าน ด้านการออกแบบ, ด้านการก่อสร้าง, ด้านการบำรุงรักษา และด้านการใช้งาน ซึ่งในแต่ละด้านมีผู้รับผิดชอบดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตารางการดำเนินการและผู้รับผิดชอบ PDCA ในแต่ละด้าน

ด้านความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
ด้านการออกแบบ	ผู้ออกแบบ	จัดทำเอกสารคู่มือคุณสมบัติหรือลักษณะการออกแบบของร้านค้า	แบบก่อสร้างร้านค้าใหม่มีการเขียนตำแหน่งของช่องเซอร์วิสและ มีการรวมแบบงานระบบแล้ว
ด้านการก่อสร้าง	ผู้ตรวจสอบ	จัดทำเอกสารตรวจสอบรายการติดตั้งของร้านค้า	จากการตรวจสอบด้วยเช็คลิสก่อนปิดฝ้างานระบบระบายอากาศมีการติดตั้งช่องเซอร์วิสแล้วเสร็จ
ด้านการบำรุงรักษา	ผู้รับเหมาดำเนินการบำรุงรักษา	จัดทำเอกสารคู่มือการบำรุงรักษา และเอกสารบันทึกการทำงาน	ทีมบำรุงรักษาสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ครบถ้วน และมีการตัวเปิดช่องเซอร์วิสในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้
ด้านการใช้งาน	ผู้จัดการร้านค้า	จัดทำเอกสารคู่มือการใช้งาน	มีการจัดอบรมทีมผู้จัดการและดำเนินการแจกจ่ายคู่มือสำหรับการใช้งานเพื่อติดตั้งหน้าตู้ควบคุมระบบระบายอากาศ

Check (ตรวจสอบ) การประเมินผลตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการ จากการตรวจสอบโดยทีมผู้ตรวจสอบใช้เอกสารการCheck list หลังจากเข้าตรวจสอบหน้าร้าน ข้อมูลที่ดังกล่าวจะถูกพิจารณาอีกครั้งโดยทีมวิศวกร ซึ่งจากข้อมูลของผู้รับเหมาและการตรวจสอบซ้ำที่วิศวกรผลการดำเนินงานนั้นสามารถดำเนินการได้ครบถ้วนทำให้คราบไขมันที่สะสมอยู่ภายในลดลง

Act (ปรับปรุง): แบ่งออกเป็นสองส่วน

การปรับปรุงแผน: ปรับปรุงแผนการจัดการความเสี่ยงตามผลลัพธ์และประสบการณ์ซึ่งการปรับปรุงแผนนั้นยังไม่ต้องมีการปรับปรุงเนื่องจากปริมาณไขมันมัน และการแจ้งซ่อมเกี่ยวกับระบบระบายอากาศลดลง

การสอนพนักงาน: ปรับปรุงกระบวนการการทำงานและการฝึกอบรมด้วยคู่มือให้แก่พนักงานเพื่อป้องกันความเสี่ยงในอนาคตเนื่องจากพนักงาน

การดำเนินการจัดการความเสี่ยงอย่างทีกล่าวในกรณีศึกษาวิธีการ PDCA นั้นเป็นกระบวนการจัดการและปรับปรุงที่เหมาะสมและเข้าถึงง่ายในการดำเนินการเพื่อเป้าหมายในการลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นของการสะสมของไขมันภายในระบบระบายอากาศซึ่งผลจากการดำเนินการนั้นยังคงพบเจอปัญหาในส่วนของการตรวจสอบที่ไม่สามารถเข้าช่องเซอร์วิสของระบบระบายอากาศได้ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษานั้นไม่สามารถเข้าไปดำเนินการทำความสะอาดคราบไขมันที่สะสมอยู่ภายในท่อส่งลมได้(ภาพที่ 6) ซึ่งอยู่นอกเหนือจากกรณีศึกษา

วิจารณ์ผล

จากการดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นและ การจัดการความเสี่ยงของ การสะสมของไขมันในระบบระบายอากาศพบว่า ส่วนใหญ่โอกาสที่เกิดขึ้นที่ร้ายแรงจนไม่สามารถยอมรับได้เลย(ระดับความเสี่ยงสูงมาก 13-25 คะแนน) นั้น มีเพียง 10 เปอร์เซนต์ของรายการความเสี่ยง ซึ่งเกิดจากการสะสมตัวของไขมันภายในระบบระบายอากาศ ซึ่งสำหรับร้านค้าที่เปิดมานานกว่า 4 ปีจะเริ่มเจอปัญหาดังกล่าว และยังมีร้านค้าส่วนน้อยไม่สามารถเข้าแก้ไขได้เนื่องจากร้านค้าของแต่ละสาขานั้นมีงบประมาณจำกัดในการปรับปรุงและแก้ไข ซึ่งการออกแบบแก้ไขก่อนสร้างร้านค้า การวางตำแหน่งท่อ และดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน ตลอดจนการตรวจงานขณะก่อสร้างก่อนส่งมอบงาน รวมถึงการบำรุงรักษาที่ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจความเสี่ยงของ

ไขมันที่สะสมอยู่ภายในระบบระบายอากาศมากขึ้น ตลอดจนถึงตอนทำงานที่สามารถเข้าซึ่งเมื่อเราดำเนินการควบคุมความเสี่ยงเหล่านี้ ทำให้สามารถลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ในกรณีที่น้ำมันไหลออกสู่ภายนอก หรือการสะสมไขมันที่มากจนอาจทำให้เกิดอัคคีภัย ภายในร้านค้าได้

สรุปผล

งานวิจัยการจัดการความเสี่ยงของไขมันที่สะสมภายในระบบระบายอากาศของห้องครัวเชิงพาณิชย์ นั้นจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงนั้นเมื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่ร้ายแรงที่สุดโอกาสที่อาจเกิดเพลิงไหม้ภายในสำหรับร้านอาหารประเภทฟาสต์ฟู้ดนั้น ซึ่งการจะเกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ยากมากซึ่งลำดับถัดมานั้นคือไขมันหยดบริเวณใต้แนวทางเดินของท่อระบายอากาศ ที่มีระดับความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้นั้นลดลงอยู่ที่ระดับที่สามารถยอมรับได้จากการดำเนินการลดความเสี่ยงโดยการดำเนินการจัดทำข้อมูล คู่มือการดำเนินการซ่อมบำรุงรักษา การแก้ไขเปิดช่องเซอร์วิสเพื่อให้สามารถดำเนินการกวาดล้างไขมันในระบบ และการดำเนินการทำฟอร์มเอกสารบันทึกข้อมูลสำหรับการบำรุงรักษา ทำให้ไขมันที่สะสมอยู่ภายในระบบระบายอากาศลดลง จากการพิจารณาการแจ้งซ่อมของร้านอาหารสาขาต่างๆ ซึ่งตลอดการพิจารณาความเสี่ยงตั้งแต่การออกแบบ การก่อสร้าง การบำรุงรักษาและการใช้งานนั้น ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนั้นมีความตระหนักรู้ถึงว่าเราต่างอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดความสูญเสียได้ตลอดเวลา โดยหลักการแล้ว การประเมินความเสี่ยง และการจัดการความเสี่ยง ซึ่งเมื่อเรามีวิธีการบำรุงรักษาระบบระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอเพื่อลดความเสี่ยงที่มีไขมันสะสม, การตรวจสอบท่อส่งลมเพื่อตรวจหาการสะสมของไขมัน, ตรวจสอบระบบท่อระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอเพื่อตรวจหาความเสียหาย และติดตั้งได้ตามมาตรฐานทำให้ไขมัน หรือเชื้อเพลิงนั้นมีปริมาณที่น้อย ไฟก็เผาไหม้เชื้อเพลิงได้น้อย การเกิดอัคคีภัยที่อันตรายก็น้อยลง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของ ของทีมวิศวกรรม รวมถึงทีมผู้ปฏิบัติงาน ที่คอยช่วยร่วมระดมแรงกายแรงใจ ช่วยมอบความรู้ การปรับปรุงเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ตลอดจนถึงร่วมมือในการประชุม ลงความเห็น และปรับปรุงแก้ไขให้การวิเคราะห์ และลดโอกาสเกิดความเสี่ยงนั้นๆลงได้ ขอขอบคุณครอบครัวคุณพ่อคุณแม่ คุณน้ำ ที่คอยช่วยเป็นแรงผลักดันในการดำเนินงานวิจัยนี้จนสามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จซึ่งคุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาขอมอบเป็นเครื่องมือเพื่อให้ทุกๆท่านใช้ชีวิตด้วยความตระหนักรู้ถึงความเสี่ยงที่เราอาจต้องพบเจอเพื่อให้รอดพ้นจากเหตุการณ์ร้ายๆที่อาจเกิดขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] M&E Service engineer. 2014. Burger King Concept Design.
- [2] NFPA 96. Standard for Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operations. 2004
- [3] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. 2559. มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ.
- [4] PHIL EAMES. 2022. The HAZOP Leader's Handbook.

การปรับปรุงผังคลังสินค้า เพื่อลดระยะทางการจัดเก็บสินค้าคงคลัง
กรณีศึกษา บริษัทค้าปลีกและค้าส่ง

Warehouse Layout Improvement for Reducing the Traveling Distance of
the Putaway Process

The Case Study of Retail and Wholesale Business

พชรพล ไชยแสง¹ ศิรดา แนบเนื่อ¹ และพีรพงศ์ ภควณิช^{1*}

Pachcarapon Chaisang¹, Sirada Naebnuea¹ and Peerapong Pakawanich^{1*}

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

¹ Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Amphoe Muang,
Nakhon Pathom, 73000

*Corresponding author E-mail: pting322@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ เสนอการปรับปรุงผังคลังสินค้า ของธุรกิจค้าปลีกค้าส่งกรณีศึกษา โดยพบว่า ในปัจจุบัน บริษัทมีการจัดเก็บสินค้าเข้าคลัง (Putaway) แบบสุ่ม (Random location) ในชั้นที่ 2 และ 3 ของชั้นวางสินค้า จากนั้นจะมีการเคลื่อนย้ายและเติมเต็มสินค้าจากตำแหน่งแบบสุ่มไปไว้ในตำแหน่งที่กำหนดตายตัว (Fixed location) ในชั้นที่ 1 ของชั้นวางสินค้า สำหรับการหยิบสินค้า (Picking) ตามคำสั่งซื้อ โดยแบ่งโซนตามมูลค่าการขายของสินค้านั้น จึงก่อให้เกิดการรอคอยการเติมเต็มสินค้าและทำให้ระยะทางรวมสำหรับการจัดเก็บในแต่ละใบรับสินค้าเข้ามีค่ามาก เนื่องจาก ต้องมีการตามหาสินค้าที่ถูกเก็บแบบสุ่มและตำแหน่งที่ถูกเก็บแบบสุ่มอยู่ห่างจากตำแหน่งที่ต้องการหยิบ ในงานวิจัยนี้ เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยเปลี่ยนการเก็บสินค้าเข้าคลังเป็นแบบ fixed location เช่นเดียวกับการหยิบสินค้า ซึ่งจากการทดสอบกับใบรับสินค้าเข้าในเดือนธันวาคม พบว่า สามารถลดระยะทางรวม จาก 10,816.40 เป็น 7,824.94 เมตร คิดเป็น 2,991.46 เมตร หรือ 27.66% และเนื่องจากสินค้าถูกจัดเก็บในตำแหน่งเดียวกันแล้วจึงสามารถลดเวลารอคอยการเติมเต็มสินค้าได้เช่นกัน

คำสำคัญ: การออกแบบผังคลังสินค้า, why why analysis, ธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง

Abstract

This paper presents warehouse layout improvement for the case study of retail and wholesale business. At present, the business uses the random location method for putaway process. The goods are stored on the second and third floors of the rack. Thus, the traveling distance from this process is high. After that, the goods are moved to the fixed location that is categorized from A, B, and C by the value of those goods for the picking process. This random location method in putaway causes the waiting time between picking and replenishment. Thus, this paper proposed to change the putaway strategy from random to fixed location. The receiving order from 1-15 December 2023 is used to test the proposed strategy. The result shows that the traveling distance is reduced from 10,816.40 to 7,824.94 meters (2,991.46 meters or 27.66%). Furthermore, the waiting time can be reduced because the goods are stored on the same rack.

Keywords: warehouse layout design, why why analysis, retail and wholesale business

บทนำ

ธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง ถือเป็นธุรกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทย โดยในปี 2564 มีผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ มีมูลค่ารวม 2,703,123 ล้านบาท หรือคิดเป็น 16.7% ของ GDP รวมทั้งประเทศ (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2565) นอกจากนี้ ยังเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการจำหน่ายสินค้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภคหรือร้านค้าปลีกอื่น โดยมีกิจกรรมต่างๆ คือ การจัดหาสินค้า การจัดเรียงสินค้า การจัดจำหน่าย การบริการลูกค้า และการบริหารสินค้าคงคลัง ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมสินค้าในคลังสินค้า โดยไม่ให้มีสินค้ามากหรือน้อยเกินไป เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและควบคุมสต็อกในระดับที่เหมาะสม การบริหารคลังสินค้าจึงมีส่วนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในธุรกิจค้าปลีกและค้าส่ง

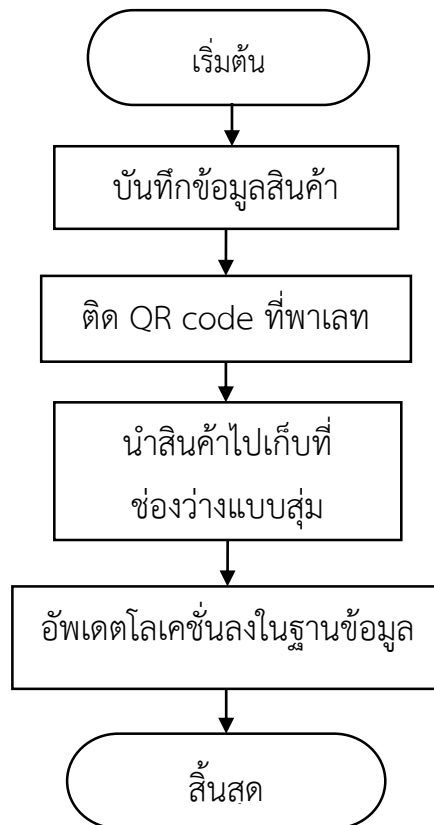
คลังสินค้า มีหน้าที่ในการรับเข้า จัดเก็บ เติมเต็ม เคลื่อนย้าย และส่งออกสินค้า โดยต้องมีการตรวจนับและแยกประเภทสินค้า เพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายจึงต้องมีการออกแบบผังและตำแหน่งการวางสินค้าที่เหมาะสม (ชยุตม์, 2561) โดย ชยุตม์ (2561) ได้เสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในการออกแบบผังคลังสินค้าตามหลัก ABC analysis โดยให้นำสินค้าที่มีการเคลื่อนไหวเร็วไว้ใกล้ประตู ทำให้สามารถลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าคงคลังได้ รัฐประศาสน์ และ อัครนันท์ (2565) ได้ออกแบบคลังพัสดุของโรงพยาบาลรัฐแห่งหนึ่งตามหลัก ABC analysis เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยสามารถลดระยะทางลงได้ 77,591.7 เมตรต่อปี ต่อมา ธนัชชา (2566) ได้ใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์สาเหตุที่คลังสินค้าขาดประสิทธิภาพในการทำงานและปรับปรุงผังคลังสินค้าด้วยหลักการของ ABC analysis เช่นกัน

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทที่ประกอบธุรกิจค้าปลีกและค้าส่งแห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม โดยมีคลังสินค้าเป็นส่วนสำคัญของธุรกิจ เนื่องจาก จะมีการซื้อสินค้าเป็นลอตเข้ามาจัดเก็บ และรอส่งต่อให้ลูกค้าภายในพื้นที่ต่อไป จากการศึกษาพบว่า บริษัทประสบปัญหาเส้นทางการนำสินค้าเข้าจัดเก็บมีระยะทางมาก และมีปัญหาการรอคอยการเติมเต็มสินค้าเมื่อต้องหยิบสินค้าเพื่อส่งออกให้ลูกค้า ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์การทำงานในปัจจุบันและใช้วิธีการ why why analysis ในการหาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว และเสนอแนวทางแก้ไขโดยให้มีการปรับผังการจัดเก็บสินค้าจาก random location เป็น fixed location เช่นเดียวกับการหยิบสินค้า

วิธีการดำเนินการวิจัย

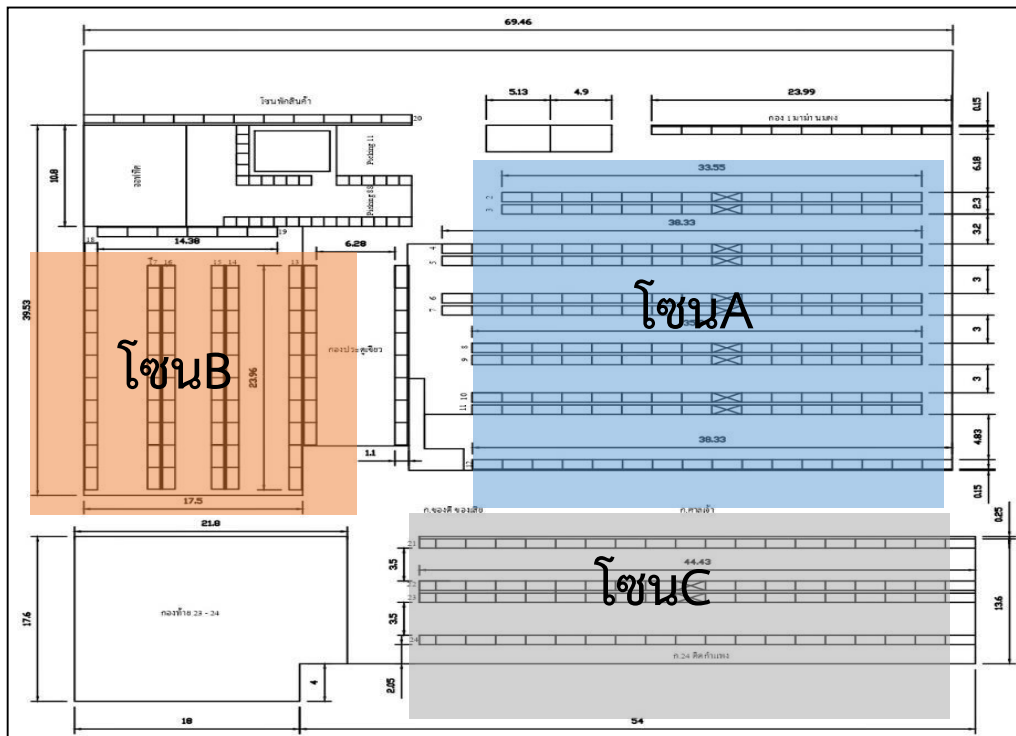
สภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทค้าปลีกและค้าส่งสินค้าอุปโภคและบริโภค เช่น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป กาแฟกระป๋อง น้ำยาล้างจาน และน้ำยาปรับผ้านุ่ม เป็นต้น โดยบริษัทมีขั้นตอนการดำเนินงานภายในคลังสินค้า คือ การจัดเก็บ การเติมเต็ม และการหยิบสินค้า โดยเมื่อสินค้าที่ส่งมาถึงคลัง พนักงานจะรับเข้าสินค้า บันทึกข้อมูลและจำนวนสินค้า ติด QR Code ที่พาเลท และนำสินค้าไปจัดเก็บแบบ Random Location System เพื่อให้มีการใช้พื้นที่จัดเก็บอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยจะเก็บไว้ที่ชั้น 2 และ 3 ของชั้นวางสินค้า แสดง ดังภาพที่ 1



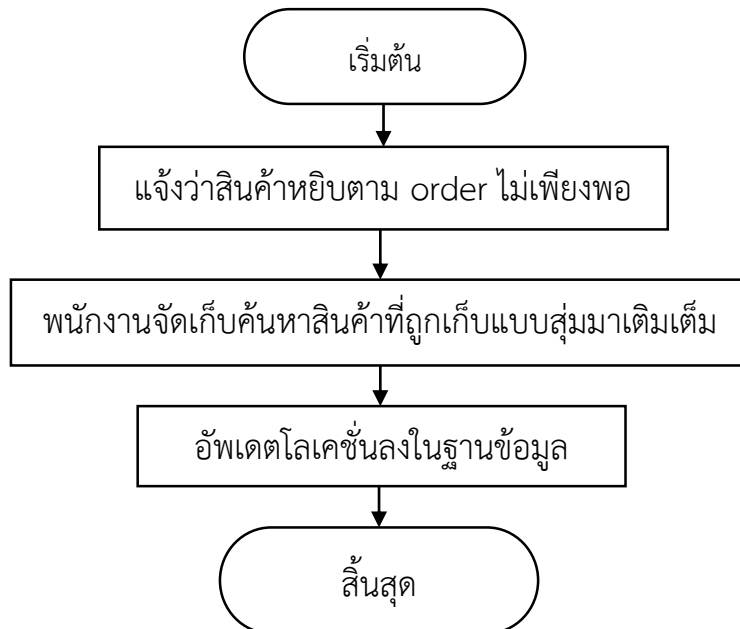
ภาพที่ 1 ขั้นตอนการรับสินค้าเข้าจัดเก็บ

จากนั้นเมื่อมีคำสั่งซื้อเข้ามา พนักงานหยิบสินค้าจะไปหยิบสินค้าตามตำแหน่งที่กำหนด โดยในปัจจุบันสินค้าที่หยิบจะอยู่ที่ชั้น 1 ของชั้นวางสินค้า ถูกจัดเก็บแบบ fixed location แบ่งพื้นที่เป็นโซน A B และ C โดยโซน A คือ สินค้าที่ขายดี โซน B คือ สินค้าที่ขายได้รองลงมา และโซน C คือ สินค้าที่ขายได้น้อยที่สุด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การแบ่งโซนการหยิบสินค้า

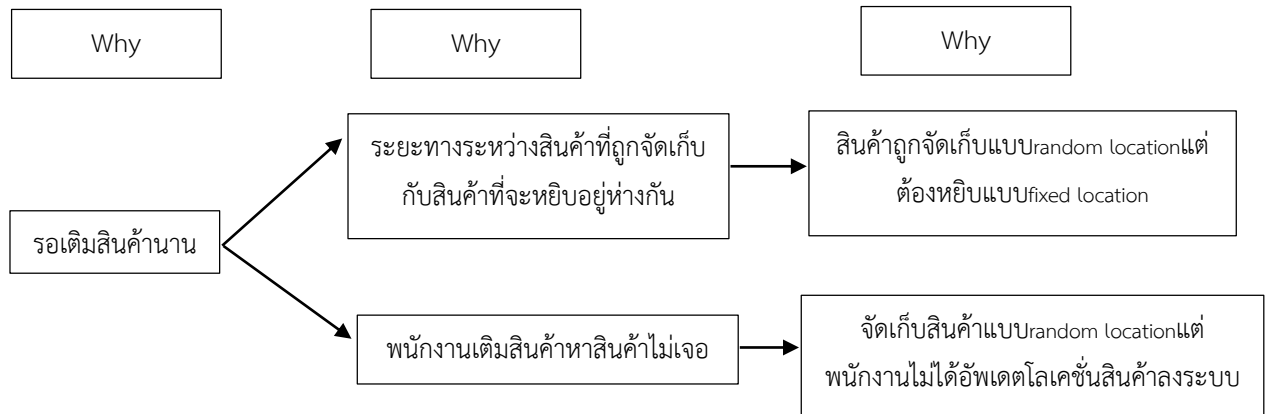
เนื่องจาก บริษัทมีการจัดเก็บสินค้าแบบrandom location แต่มีการหยิบสินค้าแบบfixed location ทำให้ต้องมีขั้นตอนการเติมเต็มสินค้าเพิ่มเข้ามา ซึ่งมีขั้นตอน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการเติมเต็มสินค้า

การวิเคราะห์ปัญหา

จากการศึกษา พบว่า เกิดปัญหาการจับเก็บใช้เวลานาน ต้องใช้ระยะทางมากต่อการจับสินค้า 1 ใบรับเข้า และเกิดกรณีที่พนักงานเติมเต็มสินค้าไม่ทัน โดยพนักงานหยิบสินค้าจำเป็นต้องรอการเติมสินค้าประมาณ 10 นาที ถึง 1 ชั่วโมง และเกิดขึ้น 3-4 ครั้งต่อวัน จึงได้นำปัญหานี้มาวิเคราะห์ด้วย Why Why Analysis ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 Why why analysis

จากการวิเคราะห์ พบว่า การใช้วิธีการจัดเก็บสินค้าแบบ random location เป็นรูปแบบที่ใช้พื้นที่จัดเก็บอย่างคุ้มค่า และเป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นสูง มีข้อดีคือ สามารถใช้งานพื้นที่จัดเก็บได้เกิดประโยชน์สูงสุดง่ายในการปฏิบัติงานสำหรับคนจัดเก็บสินค้า แต่ก็มีข้อเสียก็คือ ต้องมีการบันทึกข้อมูลการจัดเก็บสินค้าอย่างละเอียดและมีประสิทธิภาพ ต้องเข้มงวดในติดตามการบันทึกข้อมูลการจัดเก็บ และเพื่อความรวดเร็วในการหยิบบริษัทจึงต้องมีพนักงานเติมเต็มสินค้า คอยทำหน้าที่นำสินค้าที่ถูกจัดเก็บแบบสุ่มตามที่ตั้งต่างๆ มาไว้ตามตำแหน่งที่กำหนดเป็นโซน ซึ่งหากพนักงานเติมเต็มสินค้าไม่ทัน หรือไม่ได้ติดตามการเติมเต็มสินค้า ก็จะทำให้เกิดการรอคอยในขั้นตอนการหยิบสินค้าขึ้น

งานวิจัยนี้ จึงมีแนวคิดที่จะเปลี่ยนการจัดเก็บสินค้าให้เป็นการจัดเก็บสินค้าแบบ fixed location ตามการแบ่งโซนสำหรับการหยิบสินค้าโดยไว้บนชั้นวางสินค้าชั้นที่ 2 และ 3 เพื่อลดเวลาการรอคอยการเติมเต็มสินค้า ระยะทางที่ห่างกันของสินค้าที่จะหยิบกับสินค้าที่ต้องนำมาเติมเต็มและลดการต้องค้นหาสินค้าที่ถูกจัดเก็บแบบสุ่ม โดยใช้ข้อมูลคำสั่งซื้อสินค้าเข้าคลังระหว่างวันที่ 1-15 ธันวาคม พ.ศ. 2566 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รหัสสินค้า จำนวนที่สั่ง และจำนวนรอบนำไปเก็บของใบรับสินค้าเข้าระหว่างวันที่ 1-15 ธันวาคม 2566

รหัสสินค้า	จำนวนที่สั่ง	จำนวนรอบนำไปเก็บ
10061	91	4
3021	72	3
4081	100	5
9654	100	5
5921834	825	9
7586	960	20

ตารางที่ 1 รหัสสินค้า จำนวนที่สั่ง และจำนวนรอบนำไปเก็บของใบรับสินค้าเข้าระหว่างวันที่1-15 ธันวาคม 2566 (ต่อ)

รหัสสินค้า	จำนวนที่สั่ง	จำนวนรอบนำไปเก็บ
5921166	200	5
5904360	540	12
5931414	240	5
7115	300	13

ผลการวิจัย

นำคำสั่งซื้อมาหาระยะทางรวม เพื่อเปรียบเทียบระหว่างการจัดเก็บสินค้าแบบrandom location (แบบเดิม)และแบบfixed location (แบบที่นำเสนอ) โดยแสดงตัวอย่างการทำงาน 2 รายการ จำนวนรอบที่นำไปเก็บ 7 รอบ ได้ดังนี้

การจัดเก็บสินค้าแบบrandom locationทำโดยการสุ่มตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าด้วยวิธี มอนติคาร์โล ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รหัสสินค้า ตำแหน่งจัดเก็บ และระยะทางจัดเก็บสินค้าไปกลับ เมื่อจัดเก็บสินค้าแบบrandom Location

รหัสสินค้า	ตำแหน่งที่จัดเก็บ	ระยะทางไปกลับ (เมตร)
10061	13-03-018	219.7
10061	14-03-008	155
10061	07-04-027	181
10061	17-03-009	107.7
3021	22-03-006	212.6
3021	02-04-008	67.7
3021	09-04-016	138

จากตารางที่ 2 พบว่ามีระยะทางรวม 1,081.70 เมตร และหากทำจนครบทั้ง 10 รายการ จะได้ระยะทางรวม 10,816.40 เมตร

การจัดเก็บสินค้าแบบfixed locationทำโดยกำหนดตำแหน่งจัดเก็บเป็นตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งการหยิบสินค้าในปัจจุบัน โดยสามารถเก็บได้ชั้น 2 และ 3 ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รหัสสินค้า ตำแหน่งจัดเก็บ และระยะทางจัดเก็บสินค้าไปกลับ เมื่อจัดเก็บสินค้าแบบfixed location

รหัสสินค้า	ตำแหน่งที่จัดเก็บ	ระยะทางไปกลับ (เมตร)
10061	04-04-022	149.4
10061	04-04-022	149.4
10061	04-05-022	104
10061	04-05-022	104
3021	06-04-011	114

ตารางที่ 3 รหัสสินค้า ตำแหน่งจัดเก็บ และระยะทางจัดเก็บสินค้าไปกลับ เมื่อจัดเก็บสินค้าแบบfixed location
(ต่อ)

รหัสสินค้า	ตำแหน่งที่จัดเก็บ	ระยะทางไปกลับ (เมตร)
3021	06-04-011	114
3021	06-05-016	165

จากตารางที่ 3 พบว่ามีระยะทางรวม 899.80 เมตร และหากทำจนครบทั้ง 10 รายการ จะได้ระยะทางรวม 7,824.94 เมตร

เมื่อเปรียบเทียบระยะทางรวมในการจัดเก็บสินค้า 10 รายการ พบว่า การจัดเก็บแบบrandom location มีระยะทางรวม 10,816.4 เมตร การจัดเก็บแบบ fixed location มีระยะทางรวม 7,824.94 เมตร สามารถลดระยะทางได้ 2,991.46 เมตร คิดเป็น 27.66%

วิจารณ์ผล

จากข้อมูลที่ได้รับจากบริษัทกรณีศึกษาเป็นเฉพาะวันที่ 1-15 ธันวาคม พ.ศ. 2566 สามารถแสดงให้เห็นถึงระยะทางที่สามารถลดได้จากการเปลี่ยนรูปแบบการจัดเก็บแบบrandom เป็น fixed location ถึง 27.66% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ การเปลี่ยนกลยุทธ์การจัดเก็บยังสามารถแก้ไขปัญหาการรอคอยการเติมเต็มสินค้าได้เนื่องจาก มีการย้ายสินค้าที่ต้องจัดเก็บและหยิบมาไว้ตำแหน่งเดียวกันทำให้ไม่ต้องค้นหาสินค้าและไม่ต้องเดินทางจากจุดที่ต้องการหยิบเพื่อไปค้นหาสินค้าในจุดที่จัดเก็บอื่นอีกต่อไป

สรุปผล

กิจกรรมการจัดเก็บ เติมเต็ม และหยิบสินค้าภายในคลังสินค้าถือเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการลดระยะทางการจัดเก็บและเวลาในการรอคอยในการหยิบสินค้า จากการศึกษาสภาพการดำเนินงานในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา พบว่า มีการจัดเก็บสินค้าแบบrandom location ในชั้นที่ 2 และ 3 ของชั้นวางสินค้า และมีการเติมเต็มสินค้าโดยนำไปวางที่ชั้น 1 ของชั้นวางสินค้า ตามตำแหน่งที่กำหนด (fixed location) โดยแบ่งการเก็บเป็นโซน A B และ C ตามมูลค่าการขายของสินค้า โดยบริษัทพบปัญหาการจัดเก็บใช้เวลานาน ต้องใช้ระยะทางรวมมากต่อการจัดเก็บสินค้า 1 ใบรับเข้า และก่อให้เกิดการรอคอยเมื่อต้องหยิบสินค้าแต่สินค้าหมด เนื่องจาก ต้องรอพนักงานมาเติมเต็มสินค้า จากการวิเคราะห์ด้วยwhy why analysis พบว่า มีสาเหตุมาจากการจัดเก็บสินค้าแบบrandom location ในกรณีที่พนักงานไม่ได้กรอกตำแหน่งจัดเก็บลงในฐานข้อมูล พนักงานเติมเต็มจะต้องตามหาสินค้าเอง และเกิดจากเมื่อจัดเก็บสินค้าแบบ random location ทำให้สินค้ามีโอกาสที่จะอยู่ไกลจากพื้นที่หยิบสินค้า ในงานวิจัยนี้ จึงได้เสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยการเปลี่ยนรูปแบบการจัดเก็บสินค้าจากรandom location เป็นfixed locationตามโซน เช่นเดียวกับการหยิบสินค้า จากการทดสอบโดยใช้คำสั่งซื้อสินค้าเข้าในช่วงเดือนธันวาคม พบว่าสามารถลดระยะทางการจัดเก็บสินค้าได้ 2,991.46 เมตร คิดเป็น 27.66% และสามารถลดระยะเวลาการรอคอยที่พนักงานเติมเต็มสินค้าจะต้องไปตามหาสินค้าได้

กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ให้ข้อมูลสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ชยุตม์ บันเทิงจิตร. 2561. การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในการออกแบบผังคลังสินค้าเพื่อลดเวลาในการขนถ่ายวัสดุ. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต. 8(3): 1-13.
- ธนัชชา ชลุ่มประเสริฐ และ ไพโรจน์ ไร่ธนชลกุล. 2566. การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดผังคลังสินค้า กรณีศึกษา บริษัท ABC จำกัด. วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี. 19(3): 1-16.
- รัฐประศาสน์ รักบางแหลม และ อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์. 2565). การออกแบบผังและปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารคลังพัสดุ : กรณีศึกษาโรงพยาบาลรัฐแห่งหนึ่ง. Journal of Engineering and Digital Technology (JEDT). 10(2): 32-45.
- สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2565. รายงานสถานการณ์ MSME 2565. แหล่งข้อมูล: https://www.sme.go.th/upload/mod_download/download-20220930104334.pdf.
ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2566.

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว
ของสวนสัตว์แม่ลาว อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย

Developing Augmented Reality Technology Media in Application For
Promoting Tourism at Mae Law Zoo, Mae Lao District, Chiang Rai
Province

พลิษฐ์ จงจิตวิเชียร^{1*} ภาณุพันธ์ จิตคำ¹ และคมกฤช จิระบุตร¹
Pasit Jonjitvachai^{1*}, Panuphan Jitkham¹ and Khomkrit Jiraboot¹

¹ คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
เลขที่ 80 หมู่ 9 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100

¹ Faculty of Digital Technology, Chiang Rai Rajabhat University
80/9, Ban Du, Mueang, Chiang Rai 57100

*Corresponding author E-mail: Pasit6905@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบสื่อความเป็นจริงเสริม 2) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันส่งเสริมการท่องเที่ยวสวนสัตว์แม่ลาว จังหวัดเชียงราย ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และ 3) เพื่อหาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวสวนสัตว์แม่ลาว จังหวัดเชียงราย โดยมีเทคโนโลยีเครื่องมือที่ใช้พัฒนาแอปพลิเคชันประกอบด้วยโปรแกรม Unity, Blender, ActorCoreAccuRIG, Adobe Illustrator และ Visual Studio Code กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในสวนสัตว์แม่ลาว จังหวัดเชียงราย จำนวน 150 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบสุ่มบังเอิญ (Accidental Sampling) จากตาราง Krejcie&Morgan ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ค่าไคสแควร์) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เกิน 5 % และสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรเป็น 0.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ สื่อความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น แบบประเมินคุณภาพของสื่อความเป็นจริงเสริม และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริมส่งเสริมการท่องเที่ยวสวนสัตว์เปิด อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ในรูปแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยแบ่งเป็นด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านประโยชน์ของสื่อความเป็นจริงเสริมต่อการนำไปใช้งาน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษากระบวนการออกแบบสื่อแผนผังความเป็นจริงเสริม ได้ผลลัพธ์ข้อมูลที่เป็นรูปภาพ คำบรรยายสั้นๆ และ Marker สำหรับใช้ส่องเพื่อแสดงโมเดล 3D ในรูปแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อเสริมสื่อ AR ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้ผลลัพธ์คือ แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมที่มีลักษณะการทำงานแบบนำเสนอข้อมูลของสวนสัตว์ ตัวโมเดลสัตว์ป่าที่อยู่ในสวนสัตว์ในรูปแบบ AR และแผ่นพับ และ 3) ผลการศึกษพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมของสวนสัตว์แม่ลาว อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.00, S.D.=0.82$) จึงสรุปได้ว่าการออกแบบแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวในสวนสัตว์แม่ลาวมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อเทคโนโลยีเผยแพร่ให้ความรู้และข้อมูลของสวนสัตว์

คำสำคัญ: สื่อความเป็นจริงเสริม, แอปพลิเคชัน, เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

Abstract

The purposes of the research were to 1) To study the process of designing augmented reality map media, 2) To develop an application to promote tourism at Mae Lao Zoo. Chiang Rai Province with augmented reality technology and 3) To find tourists satisfaction on the augmented reality technology to promote tourism at Mae Lao Zoo. Chiang Rai Province. the technology tools used to develop applications include Unity, Blender, ActorCoreAccuRIG, Adobe Illustrator and Visual Studio Code. The target group of this research was 150 tourists of the Faculty of Education, Roi Et Rajabhat University. using the Accidental Sampling method from the Krejcie&Morgan table at the 95 % confidence level, the tolerance is not more than 5 % and the proportion of the trait of interest in the population is 0.5. The research tool is the developed augmented reality media, quality assessment of augmented reality media and assessment of satisfaction with the use of augmented reality media to promote open zoo tourism in Mae Lao District, Chiang Rai Province. in the form of augmented reality technology divided into content areas design and the benefits of augmented reality media for use statistics used in research include mean and standard deviation.

The research findings showed that the 1) Results of the study of the process of designing augmented reality maps and get results that are images, short descriptions and markers for displaying 3D models in augmented reality. 2) Results of application development to enhance AR media with augmented reality technology and the result is an augmented reality application that features a zoo presentation feature on AR models of wild animals in the zoo and brochures. 3) The results of the study found that the sample group was satisfied with the effectiveness of the Mae Lao Zoo's augmented reality media at a high level ($\bar{x}=4.00$, $S.D.=0.82$). so it can be concluded that the design of augmented reality applications to promote tourism in Mae Lao Zoo, it is appropriate to use it as a technological medium to disseminate knowledge and information about the zoo.

Keywords: Augmented Reality Media, Applications, Augmented Reality Technology

บทนำ

การอนุรักษ์สัตว์ป่าของประเทศไทยได้มีกฎหมายเกี่ยวกับการคุ้มครองสัตว์ป่า ได้แก่ พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า ปี พ.ศ.2562 ว่าประเทศไทยถือเป็นประเทศหนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีชนิดพันธุ์ของสัตว์และพืชเป็นจำนวนมาก หากจะกล่าวถึงการคุ้มครองสัตว์ป่าเป็นการเฉพาะ ประเทศไทยมีกฎหมายที่คุ้มครองสัตว์ป่ามาตั้งแต่ พ.ศ. 2443 แม้จะเป็นกฎหมายเกี่ยวกับการคุ้มครองช้างป่าเพียงชนิดเดียว แต่ก็ถือว่าเป็จุดเริ่มต้นของการตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของสัตว์ป่า (พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า, 2562) จนต่อมาภายหลัง อาวุธต่างๆ สำหรับการล่าสัตว์ป่าได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ประกอบกับพลเมืองของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจึงมีการทำลายป่าและล่าสัตว์ป่าเพิ่มมากขึ้นเป็นผลทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ถูกทำลายทำให้สัตว์ป่าจะสูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย รัฐบาลจึงได้ออกกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ขึ้น ซึ่งมีการก่อตั้งสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าแม่ลาวขึ้น ปัจจุบันสถานีวิจัยการเพาะเลี้ยง

สัตว์ป่าแม่ลาวได้กลายเป็นสวนสัตว์แม่ลาวที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ (สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัด
เชียงราย, ออนไลน์)

ปัจจุบันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ถูกนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย
มากขึ้น โดยผู้ผลิตได้เริ่มจำหน่ายอุปกรณ์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับผู้ทั่วไปในช่วงเวลา 6 ถึง 7 ปีที่
ผ่านมา แม้ว่าอุปกรณ์ที่วางจำหน่ายได้ถูกพัฒนาจนสามารถจำหน่ายให้แก่ผู้ใช้ทั่วไป การใช้งานนั้นยังจำกัดวงอยู่ที่
นักพัฒนาและผู้ใช้เพียงบางกลุ่ม เนื่องจากเป็นยุคเริ่มต้นของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้อุปกรณ์ และ
เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังต้องมีการพัฒนาในเกือบทุกด้าน (พรชัย เตชะธนเศรษฐ์, 2562) โดยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสมือนสามารถนำระบบความเป็นจริงเสริม มาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อถ่ายภาพ เสียง วิดีโอ หรือ
เนื้อหาในรูปแบบดิจิทัลมาผสานเข้ากับมุมมองในโลกแห่งความเป็นจริง (ยุภา คำตะพล, 2562) ซึ่งสามารถ
นำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน ได้แก่ ด้านการแพทย์ การบันเทิงการท่องเที่ยว หรือการเรียนการสอนโดยนำ
เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์แสดงผลผ่านหน้า
จอคอมพิวเตอร์ หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ (สุนิ ประจิตร์, 2565) ที่สามารถใช้ผ่านอินเทอร์เน็ตได้หรือ
อุปกรณ์เชื่อมต่อแบบเสมือนจริงของโมเดลแบบสามมิติ ซึ่งในปัจจุบันมีเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้ก้าวเข้ามาใน
ชีวิตประจำวันมากขึ้น โดยสวนสัตว์แม่ลาวขาดเทคโนโลยีสื่อประชาสัมพันธ์รูปแบบใหม่ที่จะช่วยส่งเสริมการ
ท่องเที่ยว จึงทำให้แหล่งท่องเที่ยวไม่ได้รับความนิยม

เพื่อให้นักท่องเที่ยวได้รู้จักข้อมูลเกี่ยวกับสวนสัตว์เปิด อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ผู้วิจัยได้เล็งเห็น
ความสำคัญของการนำเอาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาสร้างเป็นแอปพลิเคชัน เพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการ
ประชาสัมพันธ์ส่งเสริมการท่องเที่ยวสวนสัตว์เปิด อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย โดยนักท่องเที่ยวจะได้เห็นสื่อ
ความเป็นจริงเสริมผ่านแอปพลิเคชันและสามารถพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีคุณภาพ

วัตถุประสงค์

- 1.1 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบสื่อความเป็นจริงเสริม
- 1.2 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันส่งเสริมการท่องเที่ยวสวนสัตว์แม่ลาว จังหวัดเชียงราย ด้วยเทคโนโลยีความ
เป็นจริงเสริม
- 1.3 เพื่อหาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการ
ท่องเที่ยวสวนสัตว์แม่ลาว จังหวัดเชียงราย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรชัย เตชะธนเศรษฐ์, สุชาติดา เกตุดี, วรดา นันทเหมนิธิ, วันรักษ์ ศรีสังข์ ได้ทำการวิจัยเรื่อง พัฒนาการของ
เทคโนโลยีความเป็นจริง เกี่ยวกับการพัฒนาของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจากการที่ทบทวนวรรณกรรมที่
เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการทำวิจัย
และเป็นให้ความรู้ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับนิยามของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประวัติและพัฒนาการของ
เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อุปกรณ์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริม

ยุภา คำตะพล ทำแอปพลิเคชันส่งเสริมการท่องเที่ยว 8 แหล่งท่องเที่ยวที่ต้องไปในจังหวัดเพชรบูรณ์
ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้
เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น โปรแกรม Unity และโปรแกรมภาษา C# สร้างแอปพลิเคชัน

ที่จะแสดงข้อมูลที่เป็นรูปภาพ คำบรรยายสั้นๆ บอกเล่าเรื่องราวต่างๆ และ Marker สำหรับใช้ส่องเพื่อแสดงวิดีโอในรูปแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อดึงดูดความน่าสนใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

สุนิ ประจิดร,วีรศักดิ์ จงเลขา,ปราโมทย์ บุญยิ่ง,สมเกียรติ สนธิวัฒน์ตระกูล และ สุภัทรา เหมือนจันเชย ได้พัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวในเขตพื้นที่บึงพลาญชัย จังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้เทคโนโลยีเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวโดยศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่บึงพลาญชัย จังหวัดร้อยเอ็ด เพื่อนำมาทำเป็น Marker จำนวน 9 แบบ ลงในแผ่นพับ ซึ่งสามารถใช้แอปพลิเคชัน AR ในการหาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับสถานที่บึงพลาญชัย จังหวัดร้อยเอ็ด

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวของสวนสัตว์แม่ลาว และกำหนดรูปแบบเนื้อหาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสวนสัตว์แม่ลาวโดยใช้แบบสอบถามข้อมูล การสัมภาษณ์ข้อมูล กับผู้ดูแลและผู้เชี่ยวชาญท้องถิ่นของสวนสัตว์แม่ลาวและจากเอกสารการท่องเที่ยวของสวนสัตว์แม่ลาว
- 1.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นที่ 1 โดยวิเคราะห์แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ ข้อมูลความต้องการด้านรูปแบบสื่อและเนื้อหาที่ให้ความรู้ของสวนสัตว์แม่ลาว
- 1.3 ออกแบบระบบโดยทำการออกแบบสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยยึดหลักการสร้าง Augmented Reality
 - 1.3.1 การออกแบบ Marker ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ Marker สำหรับการท่องเที่ยวของสวนสัตว์แม่ลาว จำนวน 20 ภาพ โดยใช้โปรแกรม Adobe Illustrator ในการออกแบบ
 - 1.3.2 การสร้างสื่อนำเสนอในรูปแบบแผ่นพับเพื่อนำเสนอข้อมูลต่างๆ ภายในสวนสัตว์แม่ลาว โดยใช้โปรแกรมในการออกแบบเช่น Blender, ActorCoreAccuRIG และ Visual Studio Code เพื่อใช้ในการออกแบบแอปพลิเคชันได้
 - 1.3.3 การเขียนโปรแกรมแอปพลิเคชันโดยทำการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมภาษา C# ร่วมกับโปรแกรม Unity และ Vuforia แล้วทำการ Import โมเดลเพื่อกำหนดการเชื่อมโยงระหว่างโมเดลและMarker และ Export Program ชื่อ MarelawAR ออกมาอยู่ในรูปแบบไฟล์ .apk เพื่อนำไปใช้กับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 1.4 นำต้นแบบของแอปพลิเคชันAR และแผ่นพับของสวนสัตว์แม่ลาวไปตรวจสอบความถูกต้องของผลงานโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบกราฟิกและเทคโนโลยี และผู้ดูแลในสวนสัตว์แม่ลาว จำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณาและปรับแก้ไขตามคำแนะนำ
- 1.5 เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปรู วิเคราะห์ และจัดทำคู่มือการใช้งานระบบโดยนำแอปพลิเคชันAR และแผ่นพับของสวนสัตว์แม่ลาวไปทดสอบประสิทธิภาพกับนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในอำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงรายจำนวน 150 คน

2. เครื่องมือการวิจัย

- 2.1 สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวของสวนสัตว์แม่ลาว อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย
- 2.2 แบบประเมินคุณภาพสื่อความจริงเสริมของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและผู้ดูแลสวนสัตว์แม่ลาว
- 2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อสื่อเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวสวนสัตว์แม่ลาว จังหวัดเชียงราย ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 3.1 ประชากร คือ นักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยว เป็นจำนวน 150 คน
- 3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในอำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย เป็นจำนวน 108 คน โดยการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) จากสูตรคำนวณของ Krejcie & Morgan ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ค่าไคสแควร์) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เกิน 5 % และสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรเป็น 0.5 จากจำนวนประชากร 150 คน

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (บุญชมและประคอง, 2545)

- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาและออกแบบและสร้างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวของสวนสัตว์แม่ลาว

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลและการออกแบบสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวสวนสัตว์แม่ลาว ตามขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 1 โดยนำข้อมูลจากการศึกษา และวิเคราะห์มาจัดทำระบบแอปพลิเคชัน AR และแผ่นพับ ซึ่งสามารถใช้โทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์สแกนที่ QR code เพื่อดาวโหลดติดตั้งแอปพลิเคชัน MaelawAR.apk และหลังจากที่ติดตั้งสำเร็จให้ดับเบิลคลิกเข้าแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานกับแผ่นพับ ดังภาพที่ 1

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 1 การออกแบบ Model ใน โปรแกรม Blender (1) ที่จะใช้ใน Application MaelawAR โดยออกแบบ
แนวตัวการ์ตูน อัตราส่วนโมเดล 1 ต่อ 3



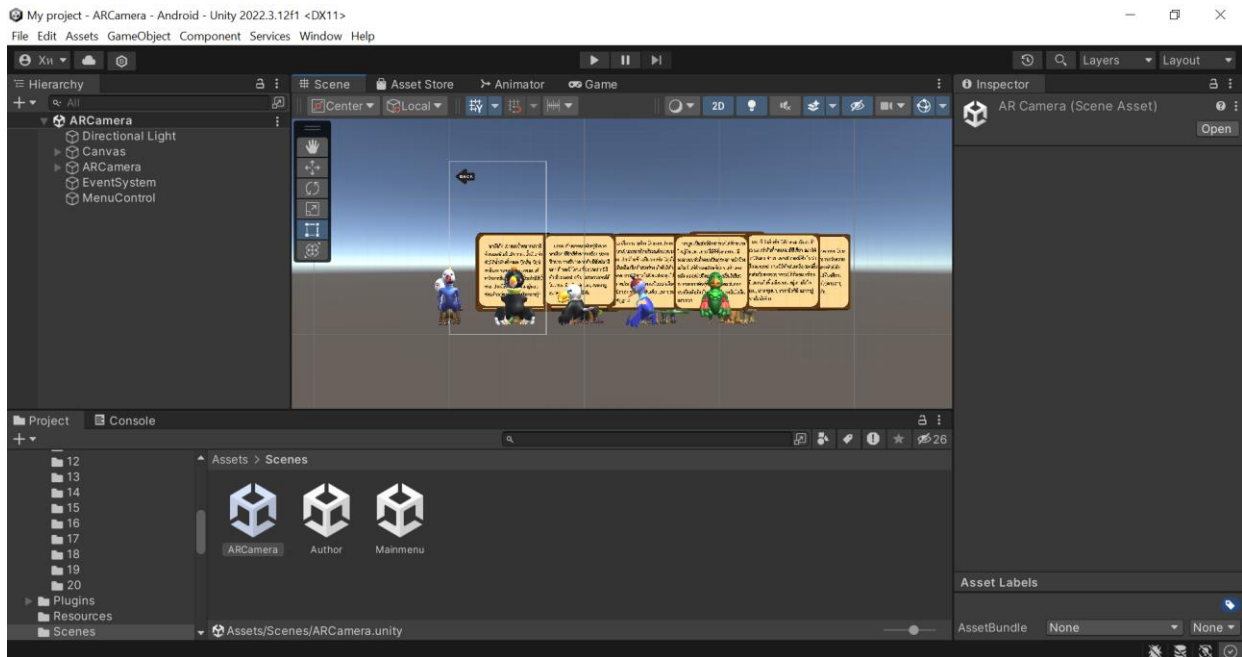
ภาพที่ 2 การออกแบบ Model ใน โปรแกรม Blender (2) ที่จะใช้ใน Application MaelawARในส่วนของแผ่น
พับจะมีข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านข้อมูลสถานที่ตั้ง วัตถุประสงค์ของสวนสัตว์ วิธีการติดต่อสวนสัตว์
แม่ลาว วิธีการดาวน์โหลด Application MaelawAR รวมทั้งแผนที่ของสวนสัตว์แม่ลาวในเวลาปัจจุบัน



ภาพที่ 3 ผลงานการออกแบบ แผ่นพับ (ด้านหน้า) เพื่อที่จะใช้คู่กับ Application MaelawAR โดยออกแบบ
สามารถพับกรพดาซเป็น 8 ทบ ใช้กระดาษอาร์ตมัน ขนาด A3



ภาพที่ 4 ผลงานการออกแบบ แผ่นพับ (ด้านหลัง , หน้าสแกน AR) เพื่อที่จะใช้คู่กับ Application MaelawAR



ภาพที่ 5 การออกแบบหน้าจอ AR Camera ของ Application MaelawAR ในโปรแกรม Unity โดยใช้คู่กับระบบปฏิบัติการ Vuforia Engine เพื่อสแกนรูปภาพ Tracking AR

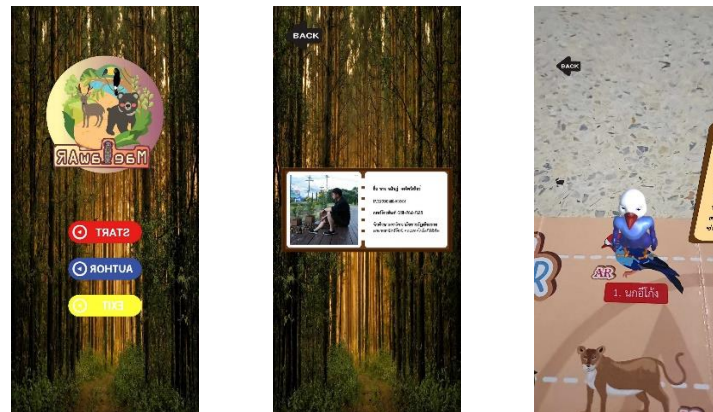
ในส่วนของ Marker AR ของ Application MaelawAR มีการออกแบบมาในรูปแบบของตัวสัตว์ในสวนสัตว์แม่ลาว ซึ่งสามารถใช้กล้องของ Application MaelawAR ในการส่องโมเดล AR พร้อมให้ความรู้

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

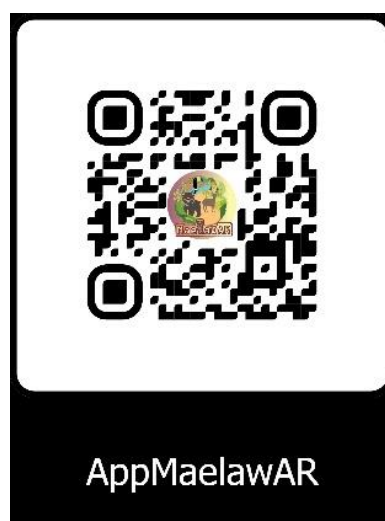


ภาพที่ 6 การออกแบบภาพ Marker ที่ใช้สำหรับ Application MaelawAR ในการส่องกล้อง AR เพื่อดูโมเดลของแอปพลิเคชัน

สำหรับการ build Application MaelawAR ผู้วิจัยได้ทำไฟล์ apk. สำหรับผู้ดาวน์โหลดโดยสามารถดาวน์โหลดได้เฉพาะผู้ใช้ Android เท่านั้น



ภาพที่ 7 รูปภาพภายใน Application MaelawAR จะประกอบไปด้วย หน้าเมนูหลัก หน้าผู้จัดทำ และ หน้ากล้องแอปพลิเคชันAR ตามลำดับ



ภาพที่ 8 QR Code สำหรับดาวน์โหลดไฟล์ apk. Application MaelawAR (เฉพาะผู้ใช้ระบบมือถือ Android เท่านั้น)

2. ผลการประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยดำเนินการทำแบบประเมินคุณภาพให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่มีต่อแอปพลิเคชัน AR และแผ่นพับจากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพ

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
สีและภาพของภาพมาร์คเกอร์ในแผ่นพับมีความเหมาะสม	4.67	0.47	มากที่สุด
เนื้อหาในสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีความน่าสนใจที่ทำให้มาท่องเที่ยวที่สวนสัตว์แม่ลาว	4.67	0.47	มากที่สุด
แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ง่าย	4.67	0.47	มากที่สุด
แอปพลิเคชันมีความเหมาะสมในการนำไปประกอบความรู้ให้กับนักท่องเที่ยว	4.67	0.47	มาก
เนื้อหาของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีความน่าสนใจและเข้าใจง่าย	3.67	0.47	มาก
เนื้อหาของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นประโยชน์ต่อการท่องเที่ยว	4.33	0.47	มาก
ภาพและโมเดลของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถสื่อความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	4.33	0.94	มาก
แผ่นพับและภาพมาร์คเกอร์มีความชัดเจนและสื่อสารได้ง่าย	4.33	0.94	มาก
แอปพลิเคชันสามารถเข้าถึงได้ง่าย	3.67	0.47	มาก
แผ่นพับและภาพมาร์คเกอร์มีการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบที่เหมาะสม	3.67	0.47	มาก
แอปพลิเคชันมีความเสถียร	4.00	0.82	มาก
แผ่นพับภาพมาร์คเกอร์มีความคมชัดของภาพที่เหมาะสม	4.33	0.47	มาก
รวม	4.25	0.59	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.25$, $SD. = 0.59$)

3. ผลการศึกษาแอปพลิเคชันARและแผ่นพับสวนสัตว์แม่ลาว

ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมผลของนักท่องเที่ยวในสวนสัตว์แม่ลาว จังหวัดเชียงรายจำนวน 108 คน จากตารางสำเร็จรูปของ Krejcie & Morgan ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% จากจำนวนประชากร 150 คน และเก็บแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจ

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
สีและภาพของในแผ่นพับมีความเหมาะสม	3.79	0.85	มาก
รูปแบบมีความชัดเจนและสื่อสารได้ง่าย	3.95	0.74	มาก
แผ่นพับและภาพมาร์คเกอร์มีการจัดวางองค์ประกอบที่เหมาะสม	4.24	0.80	มาก
แผ่นพับภาพมาร์คเกอร์มีความคมชัดของภาพที่เหมาะสม	3.94	0.84	มาก
เนื้อหาของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีความน่าสนใจและเข้าใจง่าย	4.19	0.84	มาก
เนื้อหาของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีประโยชน์ต่อการท่องเที่ยว	4.06	0.92	มาก
ภาพและโมเดลของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถสื่อความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	3.97	0.81	มาก
เนื้อหาในสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีความน่าสนใจที่ทำให้มาท่องเที่ยวที่สวนสัตว์แม่ลาว	3.85	0.78	มาก
แอปพลิเคชันสามารถเข้าถึงได้ง่าย	3.94	0.78	มาก
แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ง่าย	3.96	0.77	มาก
แอปพลิเคชันมีความเสถียร	3.97	0.79	มาก
แอปพลิเคชันมีประโยชน์ต่อการให้ความรู้	4.17	0.91	มาก
รวม	4.00	0.82	มาก

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ระดับความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันAR และแผ่นพับของสวนสัตว์แม่ลาว โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีคะแนนการประเมินคุณภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00

วิจารณ์ผล

การศึกษาระบบการออกแบบและสร้างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่เหมาะสมต่อรับรู้และเข้าใจ ทำให้ทราบถึงขั้นตอนในการออกแบบและสร้างสื่อความเป็นจริงเสริมโดยรวบรวมข้อมูลจากสื่อและงานวิจัยที่ให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยมีการออกแบบหลักการ วิธีการใช้งานได้อ้างอิงมาจากงานวิจัยของพรชัย เตชะธนเศรษฐ์, สุชาติดา เกตุดี, วรดา นันทเหมนิธิ, วันรักษ์ ศรีสังข์ ที่แสดงข้อมูลต่างๆของความเป็นจริงเสริม ที่สามารถนำมาใช้แสดงข้อมูลเนื้อหาของสถานที่ ความสำคัญ และความสะดวกสบายในรูปแบบแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม และซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุภา คำตะพล ที่ได้ออกแบบแอปพลิเคชันส่งเสริมการท่องเที่ยว 8 แหล่งท่องเที่ยวที่ต้องไปในจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง สุนิ ประจิตร์, วิรัชศักดิ์ จงเลขา, ปราโมทย์ บุญยิ่ง, สมเกียรติ สนธิวัฒน์ตระกูล และ สุภัทรา เหมือนจันเชย ที่ทำการออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวของเขตพื้นที่บึงพลายชัย จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้อ้างอิง หรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา ด้านการแพทย์ ด้านธุรกิจ อีกทั้งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังเป็นเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยในยุคปัจจุบัน

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่า สื่อสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะมีความสะดวกสบายในการใช้งาน ข้อมูลที่รวบรวมได้ง่ายต่อการนำไปใช้ต่อ และยังมีความทันสมัยอีกด้วย และมีผลการประเมินคุณภาพสื่อความเป็นจริงเสริมของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและผู้ดูแลสวนสัตว์แม่ลาวที่มีต่อแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมและแผ่นพับของสวนสัตว์แม่ลาว จำนวน 3 ท่าน โดยการประเมินคุณภาพมีค่าคะแนนเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.25 ซึ่งแปลผลออกมาได้ว่าแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมและแผ่นพับมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก เป็นเหตุที่สามารถนำไปต่อยอดหรือนำมาใช้ในการอ้างอิงได้ ซึ่งการเก็บรวบรวมผลการประเมินผลความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวเกี่ยวกับแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมของสวนสัตว์แม่ลาวพบว่าภาพรวมอยู่ในระดับมาก (4.00) จึงเหมาะสม ที่สามารถนำไปใช้ในเชิงธุรกิจ โปรโมตสถานที่ หรือพัฒนา AR ให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ราชกิจจานุเบกษา. 2562. “พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562” เล่ม 136 ตอนที่ 71 ก, หน้า 104-144, (29 พฤษภาคม 2562)
- พรชัย เตชะธนะเศรษฐ์, สุชาติ เกตุดี, วรดา นันทเหมนิธิ, & วันรัชช์ ศรีสังข์. 2562. พัฒนาการของ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม. วารสารเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มทร.พระนคร, 4(2), หน้า 72-83
- ยุภา คำตะพล, 2562. แอปพลิเคชันส่งเสริมการท่องเที่ยว 8 แหล่งท่องเที่ยวที่ต้องไปในจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง. วารสารวิชาการ "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ", 5(1), หน้า 84-94
- สุนิ ประจิตร์, วีรศักดิ์ จงเลขา, ปราโมทย์ บุญยั้ง, สมเกียรติ สนธิวัฒน์ตระกูล และ สุภัทรา เหมือนจันเขย. 2565. การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวในเขตพื้นที่ บึงปลาอุบชัย จังหวัด ร้อยเอ็ด. วารสารพหุวัฒนธรรมและการจัดการ, 5(2), หน้า 13-21.
- เว็บไซต์สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเชียงราย.สืบค้น 2566.
<https://www.cots.go.th/travelview/detail.php?id=158>

ระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก Security Alert System for Unauthorized Entry

นิชาภัทร ยางสวuy^{1*}, นภัสสร จันทร์ศรี¹, ภาวัต ฉิมเล็ก¹, ศุภชัย คนเที่ยง¹
พงษ์พิชญ์ เลิศเจริญวุฒา¹, ธงรบ อักษร¹ และไพทูนญ์ จิวทัง¹
Nichapat Yangsuy^{1*}, Naphatson Chansri¹, Pawat Chimlek¹, Suphachai Khonthiang¹,
Phongphit Loescharoenwutha¹, Thongrob Auxsorn¹ and Paitoon Ngewtung¹

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เลขที่ 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹ Pibulsongkram Rajabhat University Number 156 Village No. 5, Plai Chumphon Subdistrict,
Mueang District, Phitsanulok Province 65000

*Corresponding author E-mail: naphatson.c@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกผ่านระบบเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว และแจ้งเตือนสถานะผ่านแอปพลิเคชัน LINE 2) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้พักอาศัย และทรัพย์สินภายในบ้าน ซึ่งอาจเกิดการอาชญากรรมและการโจรกรรมได้ในอนาคต โดยระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกนี้ใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (PIR Module HC-SR501) ในการตรวจจับการเคลื่อนไหว เมื่อพบผู้บุกรุก และใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) Node MCU ESP8266 เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ และส่งข้อความแจ้งเตือนสถานะผ่าน LINE Notify บนแอปพลิเคชัน LINE พร้อมทั้งส่งเสียงการแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์แจ้งเตือนด้วยเสียง (Buzzer) เพื่อแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้งานหากไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกนี้ ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจเป็นเครื่องมือ กลุ่มตัวอย่างเป็นประชาชนตำบลบ้านคลอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 30 คน มีการคัดเลือกผู้เข้าร่วมดำเนินการโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากผลการศึกษาพบว่าความคิดเห็นโดยรวมของผู้เข้าร่วมเกี่ยวกับระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 4.16 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.58 โดยรวมแล้ว ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกที่พัฒนาขึ้นนั้นนำไปใช้ได้จริง และได้รับการตอบรับอย่างดีจากผู้เข้าร่วม

คำสำคัญ : ระบบแจ้งเตือนภัย แอปพลิเคชัน LINE อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Abstract

The objectives of this research are: 1) to study and develop a security alert system for unauthorized entry through a motion sensor system and communicate status updates through the LINE application, and 2) to enhance the safety of residents and property within homes, potentially mitigating the risk of future crimes and theft. This security alert system for unauthorized entry utilizes the motion detection sensor (PIR Module HC-SR501) to detect movement. When an intruder is detected, the system is controlled by a microcontroller board (Node MCU ESP8266). It also sends status notifications through LINE Notify on the LINE application. At the same time, notification sounds are sent to a sound notification device (Buzzer) to alert users in case of an absence of an internet signal. To evaluate the effectiveness of this security alert system for unauthorized entry. Use a satisfaction questionnaire as a tool. The

sample group consisted of 30 people in Ban Khlong Subdistrict, Mueang District, Phitsanulok Province. Participants were selected using purposive sampling. The study revealed that participants held generally positive opinions about the security alert system for unauthorized entry, with an overall satisfaction mean of 4.16 and a standard deviation of 0.58. In summary, the findings suggest that the developed intruder alarm system is effective and well-received by the participants.

Keywords : Security Alert System, LINE Application, Internet of Things

บทนำ

ปัจจุบันสภาวะทางเศรษฐกิจของประเทศไทยนั้นมีสภาพที่ไม่แน่นอน อันเนื่องมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปัจจัยทางการเมืองและสภาวะทางเศรษฐกิจที่มีการชะลอตัว ทำให้ประชากรจำนวนมากตกงาน ส่งผลให้ประเทศไทยมีการเกิดอาชญากรรมและการโจรกรรมตามที่พิกอาศัยอยู่บ่อยครั้ง ทำให้สูญเสียทรัพย์สินจำนวนมาก เมื่อเกิดการโจรกรรมขึ้นแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการติดตามผู้กระทำความผิดเนื่องจากไม่มีข้อมูลหลักฐานที่เพียงพอต่อการดำเนินการ

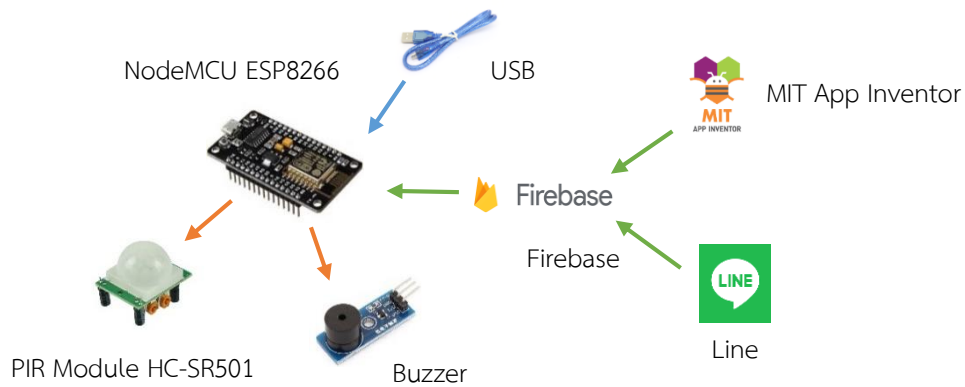
การรักษาความปลอดภัยนั้นมีหลายรูปแบบ โดยหลัก ๆ มีการใช้พนักงานรักษาความปลอดภัยและการใช้กล้องวงจรปิด แต่ระบบรักษาความปลอดภัยเหล่านี้ยังไม่สามารถดูแลได้อย่างทั่วถึง อีกทั้งกล้องวงจรปิดยังมีราคาแพง ทำให้ผู้ใช้เลือกที่จะติดตั้งในสถานที่ที่มีความสำคัญ และจุดที่จำเป็นเพียงเท่านั้น จึงทำให้มีช่องโหว่ในการเกิดโจรกรรมได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนั้นได้มีการนำเอาระบบรักษาความปลอดภัยมาประยุกต์ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างแพร่หลาย ด้วยราคาอุปกรณ์ที่ไม่สูงมาก และความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อัตโนมัติ การติดตั้งระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกจึงเป็นทางเลือกที่ดีในการแก้ปัญหา

ดังนั้น ผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้กับระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกนี้ เพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้พักอาศัยและทรัพย์สินภายในบ้าน โดยการใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ป้องกันไม่ให้ผู้ประสงค์ร้ายเข้ามากระทำการใด ๆ ได้โดยที่เราไม่รู้ตัว สามารถแจ้งเตือนสถานะผ่านแอปพลิเคชัน LINE ในมือถือ และส่งเสียงแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์แจ้งเตือนด้วยเสียง เพื่อแจ้งเตือนให้กับผู้พักอาศัยหากไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตอีกด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

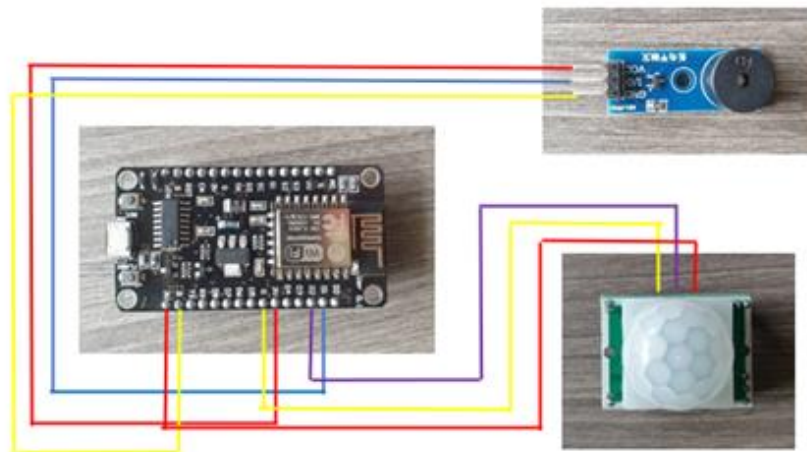
ขั้นตอนที่ 1: ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก เพื่อใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา

ขั้นตอนที่ 2: นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์การทำงานของระบบเดิม และความต้องการที่มีจากระบบใหม่ รวมทั้งความน่าจะเป็นในการดำเนินการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : ออกแบบวงจรการทำงาน

ขั้นตอนที่ 3: ทำการออกแบบระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ตามที่ได้วางแผนไว้ จากนั้นจึงนำอุปกรณ์มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ซึ่งได้แก่ NodeMCU ESP8266, PIR Module HC-SR501 และ Buzzer ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : วงจรการทำงาน

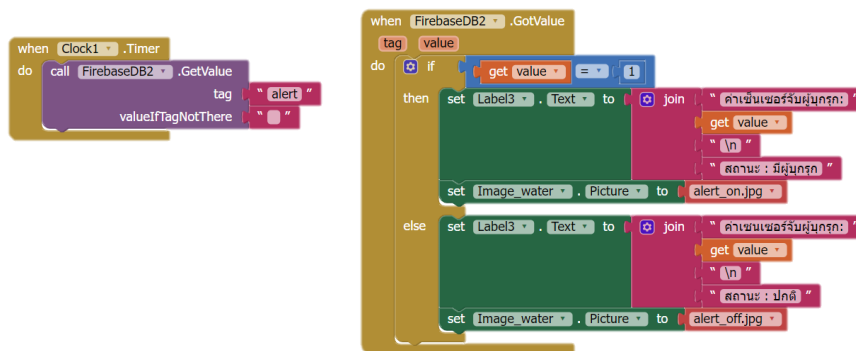
ขั้นตอนที่ 4: นำระบบที่ได้ออกแบบไว้มาทบทวนเพื่อพัฒนาโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรม เพื่ออัปโหลดลงบอร์ด Arduino ดังภาพที่ 3 และใช้โปรแกรม MIT App Inventor ในการสร้างแอปพลิเคชัน ดังภาพที่ 4 เพื่อให้ได้หน้าแอปพลิเคชัน ดังภาพที่ 5 โดยใช้ Firebase ในการเก็บข้อมูลค่าของเซนเซอร์

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

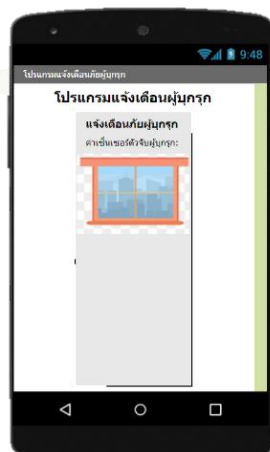
```

student_alert.ino
1 #include <TridentID_LineNotify.h>
2 #include <firebaseESP8266.h>
3 #include <ESP8266WiFi.h>
4 #define WIFI_SSID "wifi1w" //ชื่อไวไฟ
5 #define WIFI_PASSWORD "12345678" // รหัสผ่าน
6 #define FIREBASE_HOST "project1-43598-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com" //ตำแหน่งของฐานข้อมูลใน Firebase เช่น https:// หน้าจอ
7 #define FIREBASE_KEY "OCkCEa6esueuER2PZXGvGvBak8hGooDKRjncuB6" // Database secrets Firebase
8 #define LINE_TOKEN "t5SH8yaynnbXoFYoAFHjdgFz1eFkC0n0Ao2m9CEQs" // ใช้ รหัส TOKEN ที่ได้มาจากข้างบน
9 firebaseData firebaseData; //กำหนดตัวแปร firebaseData เพื่อใช้กับข้อมูล
10 int buzzer = D2; //กำหนดตัวแปร ไฟ digitalPin แทนขา D2
11 int digitalPin = D2; //ประกาศตัวแปร ไฟ digitalPin แทนขา D2
12 int val = 0;
13 void setup() {
14   pinMode(buzzer, OUTPUT); // sets the pin as output
15   Serial.begin(115200);
16   pinMode(digitalPin, INPUT); //ประกาศตัวแปร ไฟ analogPin input ผ่านค่าจากเซนเซอร์
17   connectWiFi(); //ใช้กับไลบรารีเชื่อมต่อไวไฟ connectWiFi
18   Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_KEY); //ใช้สำหรับการเข้าถึง Firebase
19   LINE.setToken(LINE_TOKEN); //ใช้กับไลบรารี LINE_NOTIFY
20 }
21
22 void loop() {
23   val = digitalRead(digitalPin); //อ่านค่าสัญญาณ digital ขา D2
24   Serial.print("val = "); // พิมพ์ค่าตามตัวเลขที่คอมพิวเตอ์ "val = "
25   Serial.println(val); // พิมพ์ค่าของตัวแปร val
26   //แจ้งเตือนว่ามีคนเข้า
27   Firebase.setInt(firebaseData, "/student_alert/alert", val); // เป็นการเพิ่มข้อมูลพื้นฐานข้อมูลชื่อ /student_alert/alert แทนค่า Int
28   if (val == 1) { // ถ้า 1 หมายถึงมีการเคลื่อนไหวจริง
29     digitalWrite(buzzer, HIGH); // สั่งให้ buzzer
30     digitalWrite(buzzer, LOW); // สั่งให้ buzzer เสียงดัง แทนชุดค่า Convert
  
```

ภาพที่ 3 : โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรม



ภาพที่ 4 : โปรแกรม MIT App Inventor ในการสร้างแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 5 : โปรแกรมแอปพลิเคชัน MIT App Inventor

ขั้นตอนที่ 5: ทดสอบระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกก่อนที่จะนำระบบไปใช้งานจริง โดยทดสอบเบื้องต้นด้วยการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมา เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบงาน หากพบข้อผิดพลาดจึงทำการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 : ทดสอบระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกก่อนที่จะนำระบบไปใช้งานจริง

ขั้นตอนที่ 6: เมื่อทำการทดสอบระบบจนมั่นใจว่าสามารถทำงานได้จริง และตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระบบแล้ว จึงนำระบบที่พัฒนาจนสมบูรณ์มาติดตั้ง เพื่อเริ่มใช้งานในสถานการณ์จริง

ขั้นตอนที่ 7: หลังจากระบบได้ถูกนำไปใช้งานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้พัฒนาระบบจำเป็นต้องบำรุงรักษาระบบ โดยดำเนินการติดตามและแก้ไขให้ถูกต้อง หากพบข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องจากการทำงานของระบบงานใหม่ และทำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ

โดยการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกจะใช้รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Static) ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ คือ ค่าผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{x-x^2}{n-1}}$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x คือ ข้อมูล

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า แบบประเมินความพึงพอใจ ระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกได้พัฒนาขึ้น มีการประเมินทั้งหมด 3 ด้าน ประเมินทางด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านความคุ้มค่า โดยประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแบบ 3 กลุ่มรวมทั้งหมดจำนวน 30 คน ต.บ้านคลอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก พบว่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับมาก โดยพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า ด้านโครงสร้างอยู่ในระดับมาก ด้านการใช้งานอยู่ในระดับมาก และด้านความคุ้มค่าอยู่ในระดับมาก ดังตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 การประเมินความพึงพอใจ ด้านโครงสร้าง

ด้านโครงสร้าง	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1) ความแข็งแรงของอุปกรณ์แจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก	4.07	0.63	มาก
2) ขนาดของอุปกรณ์แจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก	4.13	0.56	มาก
3) ความทนทานของวัสดุที่ใช้	4.07	0.51	มาก
รวม	4.09	0.57	มาก

ตารางที่ 2 การประเมินความพึงพอใจ ด้านการใช้งาน

ด้านโครงสร้าง	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ
4) ความสะดวกการใช้งานของอุปกรณ์แจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก	4.13	0.62	มาก
5) ความปลอดภัยของอุปกรณ์แจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก	4.30	0.53	มาก
6) ระยะเวลาการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก	4.13	0.56	มาก
รวม	4.19	0.57	มาก

ตารางที่ 3 การประเมินความพึงพอใจ ด้านความคุ้มค่า

ด้านโครงสร้าง	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ
7) อุปกรณ์แจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกสามารถใช้งานได้จริง	4.00	0.58	มาก
8) ระยะเวลาที่ใช้ในการทำอุปกรณ์แจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก	4.23	0.67	มาก
9) ราคาวัสดุอุปกรณ์ในการทำอุปกรณ์แจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก	4.40	0.55	มาก
รวม	4.21	0.60	มาก
โดยรวม	4.16	0.58	มาก

จากตารางที่ 1-3 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานของระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก ความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.16, S.D. = 0.58$) เมื่อพิจารณารายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านความคุ้มค่าอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21, S.D. = 0.60$) รองลงมาคือด้านการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19, S.D. = 0.57$) และด้านโครงสร้าง ($\bar{X} = 4.09, S.D. = 0.57$) ตามลำดับ โดยคำนวณจากกลุ่มตัวอย่าง ต. บ้านคลอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก จำนวน 30 คน โดยค่า \bar{X} คือค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ S.D คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย ค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 - 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 - 4.50 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 - 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 - 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

แบบประเมินความพึงพอใจระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกที่ได้พัฒนาขึ้น พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทำให้ระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกสามารถนำไปใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามจึงควรที่จะมีการพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกต่อไปในอนาคต เพื่อช่วยให้การทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกมีประสิทธิภาพที่มากขึ้น

วิจารณ์ผล

ระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานในการตรวจจับการเคลื่อนไหว เมื่อพบผู้บุกรุกเข้ามาในที่พักอาศัย มีการสร้างระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ รวมทั้งสามารถแจ้งเตือนสถานะผ่านแอปพลิเคชัน LINE ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของเรือตรี อรรถพล อมาตยกุล (2564) ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่องระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว อินฟราเรดแบบพาสซีฟ บนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง นำเสนอต้นแบบสำหรับระบบตรวจจับผู้บุกรุกภายในบ้านโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีวัตถุประสงค์ในการทดสอบหาระยะการตรวจจับความเคลื่อนไหว ตลอดจนจนระยะที่เหมาะสมที่สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้นอกจากนี้ ยังมีการตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงลักษณะการทำงานของเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวอินฟราเรดแบบพาสซีฟ โดยระบบสามารถทำงาน

การตรวจจัดการเคลื่อนไหวรายวันได้อัตโนมัติให้การตรวจจับผู้บุกรุกในระยะทางและมุมของสถานการณ์ที่หลากหลายและตำแหน่งที่ทำการติดตั้งระบบเฝ้าระวังไว้

สรุปผล

จากการพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก ได้ทำการทดสอบระบบก่อนนำไปใช้งานจริง เมื่อทดสอบระบบเสร็จสิ้นแล้ว จึงได้นำระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุกไปติดตั้ง และทำการทดสอบคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยใช้แบบสอบถามจากผู้ใช้งานที่เป็นประชาชนที่อาศัยอยู่ตำบลบ้านคลอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 30 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง พบว่าผู้ใช้งานมีการประเมินคุณภาพในการใช้งานระบบ โดยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบโดยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยระบบแจ้งเตือนภัยผู้บุกรุก ประสบความสำเร็จไปด้วยดี เป็นเพราะได้รับการชี้แนะในเรื่องต่าง ๆ อันเป็นความรู้และแนวทางในการทำงาน รวมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่ ตลอดจนความเอาใจใส่ และการให้ปรึกษาเป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ ไพฑูรย์ จิวทั้ง ที่ได้ให้คำปรึกษาและสนับสนุน รวมทั้งอาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่คอยให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณภาควิชาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ทรงพล นามคุณ. 2557. ระบบแจ้งเตือนและติดตามการบุกรุกที่พิกอาศัยด้วยการประมวลผลภาพ. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, 1(1), 33-34.
- สุระสิทธิ์ ทรงม้า. 2557. การตรวจจับการบุกรุกโดยการรวมกันของเทคนิคการตรวจจับการใช้สิทธิ์โดยมิชอบและเทคนิคการตรวจจับความผิดปกติ. ปรินญาปรัชญาดุสิตบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต. ปทุมธานี.
- ประวีณ ไม้เกตุ. 2565. การพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยอาคารสถานที่โดยเทคโนโลยี NFC. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอินฟอร์เทิร์น, 3(3), 77-79.
- ประเสริฐศักดิ์ อู่อรุณ, ไชยพงศ์ จันธราภิญญาบุญ และ สุพัตรา ผลภาค. 2561. ระบบรักษาความปลอดภัยบนพื้นฐานระบบสมาร์ตโฮม: กรณีศึกษาการแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบวัตถุเคลื่อนไหวที่เป็นมนุษย์. น. 1-2. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ “วลัยลักษณ์วิจัย” ครั้งที่ 10. คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- อรรถพล อมาตยกุล. 2564. ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวอินฟราเรดแบบพาสซีฟบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ทของสรรพสิ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ.

การปรับปรุงการจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การเคลื่อนย้ายสินค้าด้วยเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS)

The Improvement of Storage Layout in Warehouse to Increase
The Efficiency of Moving Products with Technique for Order Preference
by Similarity to Ideal Solution

วีริศ ศรีเท่า^{1*} ธนภณ เจียรณัย² และภาสุระ อังกุลานนท์¹

Veerich Srithao^{1*}, Thanaphon Chearanai² and Pasura Aungkulanon¹

¹มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800

²สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง 21120

¹ Department of Materials Handling and Logistics Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800

² Division of Industrial and Logistics Engineering Technology, Faculty of Engineering and Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Rayong 21120

*Corresponding author E-mail: s.veerich@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบการจัดวางสินค้า โดยผ่านการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยหลักการของการแบ่งประเภทสินค้าคงคลังแบบ ABC ร่วมกับเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS) นำไปสู่การลดเวลาในการเคลื่อนที่ของรถขนส่งสินค้าภายในคลังสินค้า โดยทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาขนถ่ายที่ใช้ระยะเวลาอันยาวนานเกินความจำเป็น และการวิเคราะห์แบบ ABC พร้อมทั้งให้คะแนนปัจจัยต่างๆ ด้วยเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ ผลการศึกษาพบว่า การจัดวางสินค้าบนชั้นวางในตำแหน่งที่เหมาะสม สามารถลดเวลาการเคลื่อนที่ของสินค้าลงไปได้ 2,113.9 วินาที หรือ 35.2 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงไปได้ร้อยละ 52.57 ของเวลาทั้งหมด

คำสำคัญ : การวิเคราะห์แบบ ABC, เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS), การปรับปรุงการจัดวางสินค้า

Abstract

The purpose of this study was to design the classification of goods by analyzing the principle of ABC classification combined with the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) to reduce the travel time in the warehouse. The procedures started with finding the causes of the problem of excessively prolonged transportation, analyzing the classification of inventory goods using the ABC system, and rating the factors of various types of products with the TOPSIS technique. The simulation showed the product was selected to be placed on the shelf in a suitable position to reduce product moving time. The results showed that the time before the improvement was 4,020.7 seconds, and the time after the improvement was 1,906.8 seconds. The time could be reduced to 2,113.9 seconds, or 35.2 minutes, accounting for 52.57% of the total time.

Keywords : ABC Analysis, Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Improvement of Storage Layout

บทนำ

การจัดการสินค้าคงคลังเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับธุรกิจทุกประเภท ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผน การจัดซื้อ การติดตาม การจัดเก็บ และการเคลื่อนย้ายสินค้าคงคลัง ปัญหาของการจัดการสินค้าคงคลังอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานของธุรกิจในด้านต่างๆ เช่น ต้นทุน การบริการลูกค้า และกระแสเงินสด ประเด็นปัญหาหลักของการจัดการสินค้าคงคลังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัญหาด้านปริมาณ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา และปัญหาด้านสถานที่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความเหมาะสมของพื้นที่การจัดเก็บ

บริษัทกรณีศึกษาประกอบธุรกิจขนส่งและกระจายสินค้าต่างๆ ซึ่งมีปริมาณสินค้าผ่านเข้าออกเฉลี่ยต่อวันเป็นจำนวนมาก แต่มีพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้าไม่เพียงพอต่อปริมาณสินค้าในแต่ละวัน ส่งผลให้เกิดการจัดวางสินค้าในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมและจำเป็นต้องเร่งการขนย้ายให้รวดเร็วมากที่สุด จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานพบความสูญเปล่าที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ความสูญเปล่าด้านการขนส่ง ความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนไหว และความสูญเปล่าด้านการรอคอย อธิบายรายละเอียดได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสูญเปล่า ลักษณะการทำงานในปัจจุบัน และสาเหตุที่พบในกระบวนการทำงาน

ความสูญเปล่า	ลักษณะการทำงานในปัจจุบัน	สาเหตุ
ด้านการขนส่ง	มีการใช้เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ขนถ่ายหลายชนิด ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเวลา และระยะทางในการขนย้าย	ตำแหน่งของสินค้าที่มีความต้องการสูงและเคลื่อนย้ายบ่อยอยู่ในจุดที่ไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย
ด้านการเคลื่อนไหว	พนักงานใช้ท่าทางผิดหลักกายศาสตร์ ทำให้เสียเวลาดันหาสินค้าเป็นเวลานาน	ตำแหน่งของสินค้าที่มีความต้องการสูงและเคลื่อนย้ายบ่อยอยู่สูง ไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย
ด้านการรอคอย	หากสินค้าถูกเก็บที่ชั้น 2 ขึ้นไป จะต้องทำการลำเลียงสินค้าดังกล่าวมาที่ชั้น 1 และรอคอยการขนส่งในลำดับถัดไป	ตำแหน่งของการจัดเก็บสินค้าไม่สอดคล้องกับความถี่ในการขนส่งสินค้านั้น

ด้วยเหตุนี้ การปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้าจึงมีความจำเป็นที่ต้องดำเนินการ เพื่อลดเวลาในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าภายในคลังสินค้า โดยเริ่มจากการแบ่งความสำคัญของสินค้าตามความถี่และมูลค่าด้วยการวิเคราะห์แบบ ABC และการประยุกต์ใช้เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution : TOPSIS) ทำให้ได้วิธีการจัดวางสินค้าแบบใหม่ อันจะนำไปสู่การลดขั้นตอนการทำงาน เวลา และระยะทางในการเคลื่อนที่ให้มีเหมาะสมต่อไป

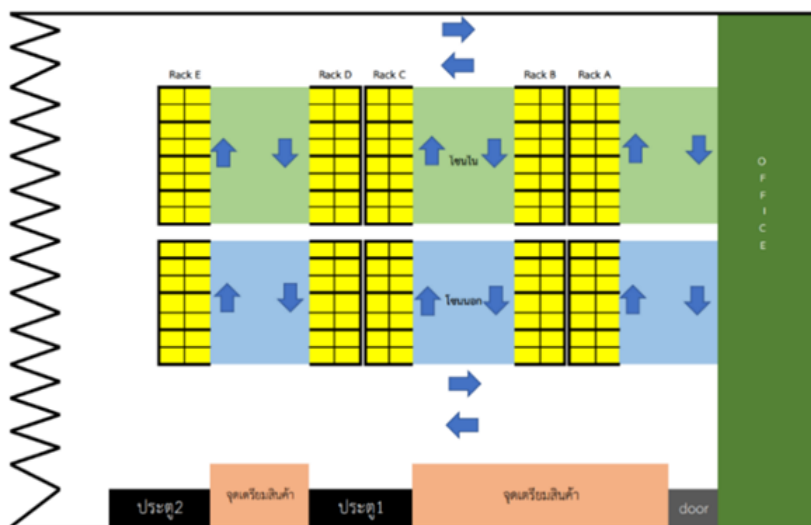
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการแก้ปัญหาที่กล่าวมา มีนักวิจัยหลายท่านที่นำ วิธีการ TOPSIS ในการแก้ไขปัญหา ได้แก่ อุไร นัยพรม และคณะ เมื่อปี พ.ศ. 2563 ได้นำเทคนิคการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ TOPSIS มาจัดลำดับ

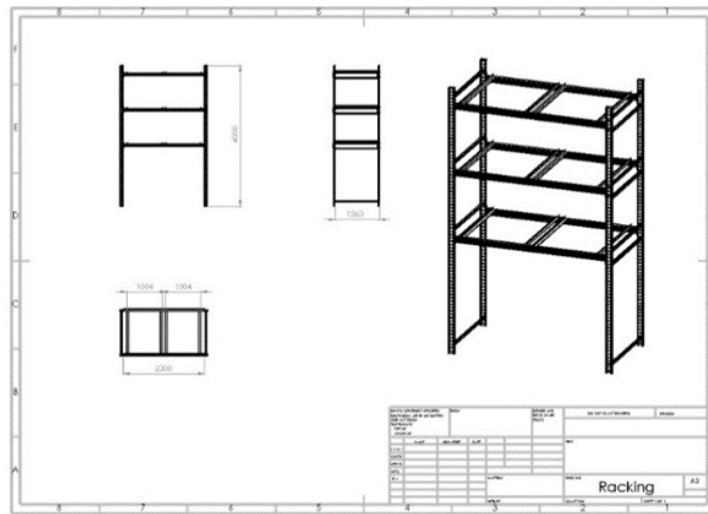
ความเหมาะสมในการจัดตั้งศูนย์จำหน่ายและกระจายสินค้าโอท็อปในแต่ละทำเล จำนวน 13 สถานี ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ TOPSIS พบว่า ทำเลที่เหมาะสมในการจัดตั้งเป็นศูนย์จำหน่ายและกระจายสินค้า เรียงลำดับตามความเหมาะสมจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้แก่ สถานีหลักหก สถานีรังสิต สถานีบางบำหรุ สถานีบางซ่อน สถานีตลิ่งชัน สถานีทุ่งสองห้อง สถานีการเคหะ สถานีหลักสี่ สถานีดอนเมือง สถานีบางเขน สถานีวัดเสมียนนารี สถานีจตุจักร และสถานีกลางบางซื่อ และงานวิจัยของ เชษฐพงษ์ แสงแก้ว และคณะ เมื่อปี พ.ศ. 2565 โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการ TOPSIS ในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือพื้นที่ที่เหมาะสมในการจัดตั้งโรงงานดังกล่าว คือพื้นที่ตำบลกุดน้ำใสมีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่ตำบลม่วงหวาน และพื้นที่ตำบลโคกสูง ตามลำดับ ซึ่งยังมีนักวิจัยอีกหลายท่านที่ได้นำทฤษฎี ABC Analysis มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาด้วยเช่นกัน ได้แก่ จันทรเพ็ญ อนุรัตน์ และคณะ เมื่อปี พ.ศ. 2562 ได้นำทฤษฎี ABC Analysis มาประยุกต์ใช้ในการแบ่งกลุ่มของสินค้าภายในคลังสินค้า และจัดรูปแบบการจัดคลังสินค้าที่เหมาะสมกับการทำงานเพื่อลดเวลาการทำงานและต้นทุนตามหลักทฤษฎีการจัดการคลังสินค้า ซึ่งพบว่าสามารถลดต้นทุนได้ 0.76 บาทต่อชิ้น ลดเวลาทำงานได้ 14.48% และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ 13.24% รวมถึงงานวิจัยของ ธงชัย แสงสุวรรณดี และคณะ เมื่อปี พ.ศ. 2564 โดยการนำทฤษฎี ABC Analysis มาประยุกต์เพื่อจัดกลุ่มสินค้าทั้งหมดในคลังสินค้าตามมูลค่าการสั่งซื้อสินค้า ซึ่งผลลัพธ์ที่จากการปรับปรุงแสดงให้เห็นว่าระยะเวลา และเวลาที่ใช้ในการเบิกจ่ายสินค้าในคลังสินค้าลดลงประมาณ 70.69% และ 65.97% ตามลำดับ

การศึกษาการทำงานและสภาพทั่วไปของคลังสินค้า เป็นกระบวนการทำงานเริ่มตั้งแต่ลูกค้าส่งรายการสินค้ากับคลังสินค้า จากนั้นพนักงานจะทำการออกไปสั่งซื้อ ส่วนการจัดส่งจะมีแบบส่งไปที่ลูกค้าโดยตรง (Direct Ship) และศูนย์กระจายสินค้าเป็นคนส่งเอง หากส่งมากกว่า 800 ลัง จะเป็นการจัดส่งแบบส่งไปที่ลูกค้าโดยตรง แต่ถ้าส่งน้อยกว่า 800 ลัง จะเป็นการส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้าของบริษัท

การจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้ามีการเลือกใช้ชั้นวางสินค้าแบบ Double Deep Racking มีจำนวนทั้งสิ้น 5 ชั้นวาง แต่ละชั้นวางถูกกำหนดด้วยตัวอักษร A - E (ภาพที่ 1) ชั้นวางสินค้ามีขนาดกว้าง 2.30 เมตร สูง 4.00 เมตร และมีความลึก 1.27 เมตร (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 ผังคลังสินค้าชั้นชั้นวาง A-E



ภาพที่ 2 ชั้นวางในปัจจุบัน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1) เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS)

เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติเป็นวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ ที่พยายามหาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากเกณฑ์หลายเกณฑ์ โดยทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่ใกล้เคียงกับทางเลือกที่ดีที่สุดในแต่ละเกณฑ์มากที่สุด และห่างไกลจากทางเลือกที่แย่ที่สุดในแต่ละเกณฑ์มากที่สุด ระเบียบวิธีของ TOPSIS เริ่มจากกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจและการให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ จากนั้นแปลงข้อมูลการประเมินผลของแต่ละทางเลือกบนเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข แล้วคำนวณค่าความคล้ายคลึงระหว่างทางเลือกแต่ละทางเลือกกับทางเลือกที่ดีที่สุดในแต่ละเกณฑ์ ทำการคำนวณค่าความคล้ายคลึงระหว่างทางเลือกแต่ละทางเลือกกับทางเลือกที่แย่ที่สุดในแต่ละเกณฑ์ และจัดลำดับทางเลือกจากมากไปน้อยตามค่าความคล้ายคลึงกับทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

ทำการปรับค่าข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน เพื่อให้ได้เมตริก ดังสมการที่ (1)

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{(\sum_{i=1}^m x_{ij}^2)^{1/2}} \quad (1)$$

จากนั้นพิจารณาเมตริก r_{ij} ร่วมกับค่าน้ำหนัก W_{ij} ของแต่ละหลักเกณฑ์ เพื่อให้ได้เมตริก v_{ij} ดังสมการที่ (2)

$$v_{ij} = W_j r_{ij} ; i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

โดยที่ m คือลำดับทางเลือกและ n คือ ลำดับหลักเกณฑ์

คำนวณหาค่าอุดมคติในเชิงบวกและลบของค่าคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการพิจารณาค่าน้ำหนักแล้ว ดังสมการที่ (3) และ (4)

$$v_{ij}^+ = \{v_1^+, v_2^+, v_3^+, \dots, v_n^+\} = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J)\} \quad (3)$$

$$v_{ij}^- = \{v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots, v_n^-\} = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J)\} \quad (4)$$

โดยที่ v_j^+ คือค่าคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการพิจารณาค่าน้ำหนักแล้วมีค่ามากที่สุดของแต่ละหลักเกณฑ์

v_j^- คือ ค่าคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการพิจารณาค่าน้ำหนักแล้วมีค่าน้อยที่สุดของแต่ละหลักเกณฑ์

จากนั้น คำนวณหาค่าความสอดคล้องกัน เพื่อให้เป็นค่าเชิงบวก โดยหาได้ ดังสมการที่ 5

$$c_i^+ = \frac{s_i^-}{(s_i^+ + s_i^-)} \quad (5)$$

โดยที่ S_i^+ คือระยะห่างของค่าคะแนนเชิงตัวเลขของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงบวก (สมการที่ (6)) และ S_i^- คือระยะห่างของค่าคะแนนเชิงตัวเลขของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงลบ (สมการที่ (7))

$$(s_i^+ = [\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^+)^2]^{1/2}) \quad (6)$$

$$(s_i^- = [\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2]^{1/2}) \quad (7)$$

และ $0 \leq c_i^+ \leq 1$ โดยที่ $c_i^+ = 0$ เมื่อ $A_i = A^-$ และ $c_i^+ = 1$ เมื่อ $A_i = A^+$
ในขั้นตอนสุดท้ายทำให้ทำการจัดอันดับจากคะแนน c^+ โดยทางเลือกที่มีค่าคะแนน c^+ มากสุด

2) การวิเคราะห์แบบ ABC

การวิเคราะห์แบบ ABC เป็นเทคนิคการแบ่งสินค้าคงคลังออกเป็น 3 กลุ่มหลักตามมูลค่าหรือปริมาณ ได้แก่ กลุ่ม A กลุ่ม B และกลุ่ม C สามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังตารางที่ 2 การแบ่งกลุ่มดังกล่าวนี้ได้รับความนิยมในการบริหาร จัดการ และการกำหนดระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ไม่ซับซ้อนและเข้าใจง่าย อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับสินค้าทุกประเภท

ตารางที่ 2 ความหมายของสินค้าคงคลังกลุ่ม A กลุ่ม B และกลุ่ม C

กลุ่ม	ความหมาย
A	กลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าหรือปริมาณสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 20 ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด แต่มีมูลค่าหรือปริมาณสูงถึงร้อยละ 70 - 80 ของมูลค่าหรือปริมาณสินค้าคงคลังทั้งหมด กลุ่มนี้มีความสำคัญสูงสุด จำเป็นต้องได้รับการควบคุมอย่างเข้มงวด
B	กลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าหรือปริมาณปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 30 ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด แต่มีมูลค่าหรือปริมาณร้อยละ 15 - 25 ของมูลค่าหรือปริมาณสินค้าคงคลังทั้งหมด กลุ่มนี้มีความสำคัญรองลงมา จำเป็นต้องได้รับการควบคุมปานกลาง
C	กลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าหรือปริมาณต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50 ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด แต่มีมูลค่าหรือปริมาณร้อยละ 5 - 10 ของมูลค่าหรือปริมาณสินค้าคงคลังทั้งหมด กลุ่มนี้มีความสำคัญน้อยที่สุด ไม่จำเป็นต้องได้รับการควบคุมมากนัก

3) การปรับปรุงกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสังเกตและจับเวลาในกระบวนการทำงานปกติ ซึ่งจับเวลาโดยการประมาณจำนวนรอบจับเวลาด้วยตาราง Maytag โดยสมมติค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ ± 5 ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้นใช้วิธีการ TOPSIS กำหนดปัจจัยและจัดอันดับความสำคัญกับคุณลักษณะของปัจจัย และแบ่งกลุ่มสินค้าด้วยการวิเคราะห์แบบ ABC ออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อให้สะดวกต่อการจัดตำแหน่งการวางสินค้าให้เหมาะสมแก่การขนถ่าย โดยประชากรในการวิจัย คือสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาที่จัดเก็บและขนส่งสินค้าของตนเองเท่านั้น และเป็นสินค้าที่จัดวางอยู่ที่ชั้นวางสินค้า A - E จำนวน 55 SKU

4) การเปรียบเทียบผลดำเนินการระหว่างก่อนและหลังปรับปรุง

จากการสรุปการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้า จะเห็นได้ว่าเวลาที่สูญเปล่านั้นเกิดจากการจัดเรียงสินค้าในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมต่อการขนย้าย ดังนั้น หากจะเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาการขนย้าย ก็จะต้องทำการปรับตำแหน่งและจับเวลาเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

ผลการวิจัย

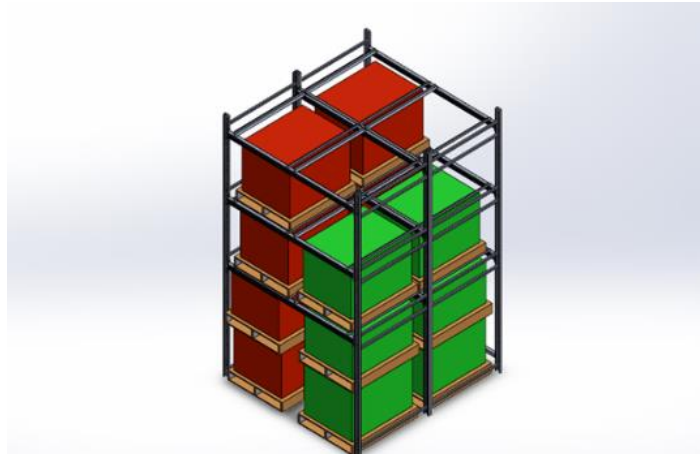
ผลจากการประยุกต์ใช้กระบวนการ TOPSIS ซึ่งมีหลักเกณฑ์ที่นำมาพิจารณา 5 หลักเกณฑ์ ได้แก่ มูลค่าสินค้าขาออก ความถี่ในการเคลื่อนย้ายสินค้า ราคาสินค้าต่อแท่นรองรับสินค้า น้ำหนักต่อแท่นรองรับสินค้า และปริมาณสินค้าคงคลัง จากการรวบรวมข้อมูลของสินค้าเพื่อนำมาให้คะแนนในแต่ละปัจจัยและเรียงลำดับความสำคัญของสินค้า พบว่ามีสินค้ากลุ่ม A จำนวน 5 รายการ กลุ่ม B จำนวน 16 รายการ และกลุ่ม C จำนวน 34 รายการ แสดงดังตารางที่ 3 จากนั้นจึงนำไปจัดวางสินค้าบนชั้นวางสินค้าแบบใหม่ และทำการเปรียบเทียบเวลาการขนย้ายสินค้าก่อนและหลังการจัดวาง

ตารางที่ 3 การจำแนกกลุ่มสินค้าตามกระบวนการ TOPSIS และการวิเคราะห์แบบ ABC

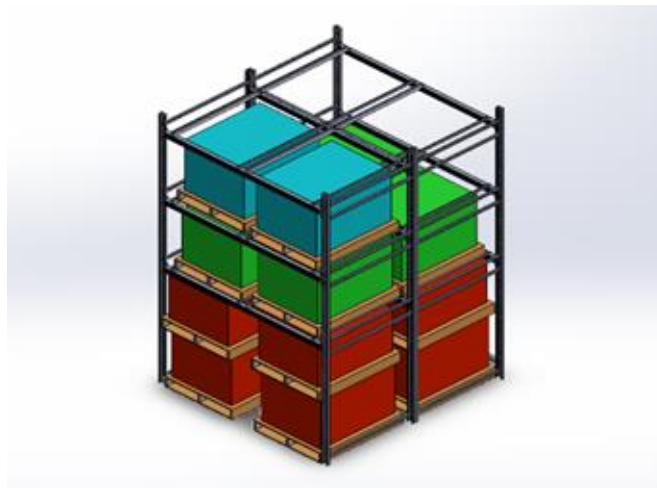
Product	Performance Score	Type	Code
1	0.796434	A	A01
3	0.785473	A	A02
2	0.781975	A	A03
4	0.523837	A	A04
5	0.500506	A	A05
6	0.468444	B	B01
7	0.455503	B	B02
9	0.449921	B	B03
15	0.420616	B	B04
12	0.407488	B	B05
10	0.403716	B	B06
11	0.397887	B	B07
8	0.395716	B	B08
13	0.391169	B	B09
14	0.388935	B	B10
20	0.329013	B	B11
18	0.327334	B	B12
30	0.300123	B	B13
23	0.289342	B	B14
32	0.289171	B	B15
24	0.278850	B	B16
16	0.274937	C	C01
17	0.272198	C	C02
22	0.261002	C	C03
19	0.258963	C	C04
28	0.258780	C	C05
25	0.258249	C	C06

Product	Performance Score	Type	Code
21	0.257951	C	C07
26	0.251586	C	C08
46	0.249347	C	C09
27	0.244826	C	C10
31	0.244531	C	C11
29	0.223979	C	C12
33	0.220256	C	C13
39	0.215410	C	C14
37	0.188574	C	C15
36	0.183097	C	C16
34	0.168965	C	C17
35	0.168823	C	C18
38	0.167440	C	C19
42	0.162875	C	C20
45	0.162318	C	C21
40	0.150799	C	C22
41	0.146900	C	C23
43	0.146233	C	C24
44	0.146044	C	C25
47	0.145984	C	C26
48	0.121177	C	C27
50	0.121132	C	C28
52	0.121097	C	C29
53	0.121096	C	C30
54	0.121055	C	C31
55	0.121046	C	C32
49	0.100003	C	C33
51	0.099970	C	C34

รูปแบบการจัดวางสินค้าก่อนปรับปรุง เป็นการแบ่งการจัดวางสินค้าตามชนิดสินค้าด้วยเกณฑ์ Fast Move และ Slow Move หรือการจัดวางเป็นแนวตั้ง 1 แถวต่อ 1 SKU ดังภาพที่ 3 สำหรับการจัดวางสินค้าหลังปรับปรุงจะนำสินค้ากลุ่ม A วางไว้ชั้นล่างสุด และมีระยะห่างจากประตูขนถ่ายสินค้าน้อยที่สุด สินค้ากลุ่ม B จะมีระยะห่างรองลงมา และตำแหน่งที่วางที่เหลือจะเป็นที่วางสินค้ากลุ่ม C ดังภาพที่ 4

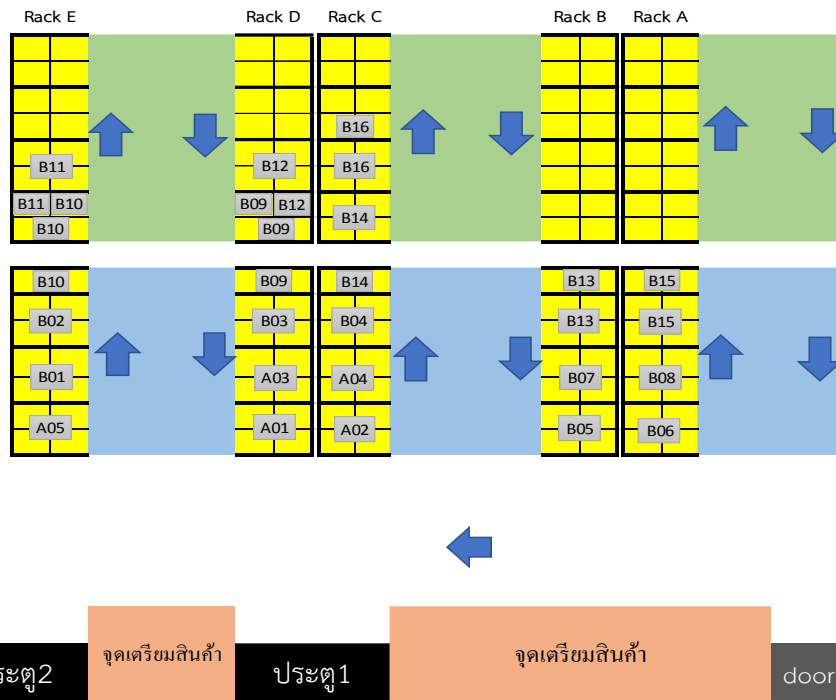


ภาพที่ 3 การจัดวางสินค้าก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 4 การจัดวางสินค้าหลังการปรับปรุง

การเปรียบเทียบเวลาขนถ่ายสินค้าก่อนและหลังปรับปรุง พบว่าการจับเวลาตามใบสั่งซื้อ ตัวอย่างจำนวน 8 ใบเพื่อนำไปขึ้นรถบรรทุก ณ ประตู 1 ซึ่งจะทำให้หยิบสินค้าจากด้านล่างขึ้นด้านบนตามลำดับ โดยสินค้าที่อยู่ชั้นบนจะสามารถใช้ Reach Truck ยกลงมาได้ครั้งละ 1 แทนรองรับสินค้า และ Power Pallet Truck สามารถยกแทนรองรับสินค้าไปยังประตู 1 ได้ครั้งละ 2 แทนรองรับสินค้ามีเวลาก่อนปรับปรุง 4,020.7 วินาที และเวลาขนถ่ายสินค้าหลังการปรับปรุง 1,906.8 วินาที สามารถลดเวลาไปได้ 2,113.9 วินาที หรือ 35.2 นาที คิดเป็นร้อยละ 52.57 ของเวลาทั้งหมด แสดงให้เห็นถึงความสามารถขนถ่ายสินค้าที่สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถลดเวลาในการทำงานแต่ละชั้นตอนลงได้



ภาพที่ 5 ตำแหน่งการจัดวางสินค้าหลังการปรับปรุง

สรุปผล

วิจัยฉบับนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลและศึกษากระบวนการหยิบและขนถ่ายสินค้า ในบริษัทขนส่งกรณีศึกษา จากการเก็บข้อมูลพบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการหยิบสินค้าทั้งหมด เท่ากับ 3,983 วินาที ทางผู้จัดทำโครงการจึงได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีความสูญเสีย 7 ประการ จึงได้นำทฤษฎี ABC Analysis ร่วมกับกระบวนการ TOPSIS มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในสาเหตุของปัญหา โดยใช้วิธี TOPSIS ในการกำหนดปัจจัย คำนวณคะแนนและเรียงลำดับความสำคัญ เพื่อนำสินค้ามาแบ่งกลุ่มตามทฤษฎี ABC Analysis และทำการจัดวางตำแหน่งใหม่ ซึ่งหลังจากกาปรับปรุงพบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการหยิบสินค้ามีค่าลดลง 2,112 วินาที หรือเท่ากับ 35.2 นาที คิดเป็นร้อยละ 53.03 ของเวลาทั้งหมด ซึ่งวิธีการ TOPSIS ที่นำมาใช้นั้นมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ อื่นๆ เช่น การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน หรือการเลือกลำดับปัจจัยที่มีความสำคัญในด้านต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์เพ็ญ อนุรัตน์ นานนท์, ประจวบ กล่อมจิตร, สิทธิชัย แซ่เหล่ม, กัญญาภัค กุจิรพันธ์, ธิเบศร์ เจริญนพกิจ และปัทมรา ยะหัตตะ. 2562. การลดเวลาในการหยิบสินค้าตามใบสั่งขาออก กรณีศึกษา: คลังวัสดุ กระเบื้องมุงหลังคา. วารสารข่าวงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย 5: 36-45.
- จิราวรรณ เนียมสกุล. 2562. การจัดผังพื้นที่จัดเก็บในคลังสินค้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตรายรถยนต์. วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี 15: 67-77.
- ธงชัย แสงสุวรรณดี และ สกนธ์ คล่องบุญจิต. 2564. การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า ด้วยเทคนิค ABC และ การพยากรณ์ กรณีศึกษาระบบการจัดเก็บสินค้า. วิศวกรรมลาดกระบัง 38: 13-22.

- สายชล แซ่ย่าง, วศิน อินถา, เอกลักษณ์ ทองสมัย, พัชรมณฑ อ่อนเขต และธนวิทย์ ฟองสมุทร. 2564. แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิค 7 waste ของโรงงานตุ๊กตาอ้วนเรซิ่น. น. 618-631. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติสำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 22 กุมภาพันธ์ 2564. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, กำแพงเพชร.
- เชษฐพงษ์ แสงแก้ว และศิริวดี อรัญนารถ. 2565. การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี 20: 1-12.
- อุไร นัยพรม และปริญ วีระพงษ์. 2566. การประยุกต์ใช้เทคนิค AHP –TOPSIS เพื่อเลือกที่ตั้งที่เหมาะสมในการจัดตั้งศูนย์จำหน่ายและกระจายสินค้าโอท็อป ตามแนวเส้นทางรถไฟฟ้าชานเมืองสายสีแดง. วิทยาการจัดการวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ 4: 1-17.

การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการคัดเลือกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ
การคัดเลือกผู้ส่งมอบวัตถุดิบผลิตไอศกรีม
กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตไอศกรีมแห่งหนึ่ง
An Application Of The Analytical Hierarchy Process For Criteria
Selection Influencing Ice Cream Raw Material
Supplier Selection
A Case Study Of Ice Cream Manufacturing Factory

พรนวิติ ผลทวีชัย^{1*} นพคุณ แสงเขียว¹ และพีรภพ จอมทอง²

Pornniwat Pontawechai^{1*}, Noppakun Sangkhiew¹ and Peerapop Jomtong²

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

²ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน ตำบลดอนยายหอม อำเภอเมือง
จังหวัดนครปฐม 73000

¹Department Of Industrial Engineering And Management, Faculty Of Engineering And Industrial Technology, Silpakorn
University, Sanam Chandra Palace Campus, Phra Pathom Chedi Muang,

²Department Of Biomedical Engineering, Faculty Of Health Sciences, Christian University, Don Yai Hom, Muang,
Nakhon Pathom 73000

*Corresponding author E-mail: PONTAWECHAI_P@su.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่มีความสำคัญและตรงความต้องการ
ของบริษัทกรณีศึกษาในการตัดสินใจคัดเลือกผู้ส่งมอบน้ำตาล และผู้ส่งมอบนม เนื่องจากวัตถุดิบน้ำตาล และ
วัตถุดิบนมเป็นวัตถุดิบส่วนหนึ่งที่สำคัญในการผลิตไอศกรีม ทั้งนี้ได้ทำการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินใน
การคัดเลือกผู้ส่งมอบน้ำตาล และผู้ส่งมอบนม โดยนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy
Process : AHP) มาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกและลำดับความสำคัญปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้ส่งมอบน้ำตาล
และผู้ส่งมอบนม จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญสามารถกำหนดปัจจัย
(Criteria) ได้เป็น 8 ปัจจัย ดังนี้ ปริมาณในการจัดส่ง สถานที่ตั้ง ระยะเวลาการจัดส่ง ค่าการจัดส่ง สินเชื่อ ราคา
คุณภาพ และด้านบริการและการติดต่อสื่อสาร จากผลการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นพบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนัก
ความสำคัญของปัจจัยในบริษัทกรณีศึกษามากที่สุดคือ ด้านคุณภาพ (0.32) ด้านระยะเวลาในการจัดส่ง (0.18)
ด้านราคา (0.17) ด้านบริการและการติดต่อสื่อสาร (0.09) ด้านปริมาณในการจัดส่ง (0.08) ด้านค่าจัดส่ง (0.07)
ด้านสินเชื่อ (0.06) และด้านสถานที่ตั้ง (0.03) ตามลำดับ โดยผลงานวิจัยสามารถไปต่อยอดสร้างเครื่องมือในการ
คัดเลือกผู้ส่งมอบน้ำตาล และผู้ส่งมอบนม ภายใต้ความต้องการของบริษัทกรณีศึกษา

คำสำคัญ: อุตสาหกรรมผลิตไอศกรีม, การคัดเลือกปัจจัย, การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

Abstract

This research studies the current situation of case study factory to find criteria which are
important and requirement of case study factory in decision making to select the sugar suppliers
and milk supplier for the sugar and milk are parts of important raw material in produce ice cream,

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อดิศักดิ์ ธีรานุพัฒนา และศุภลักษณ์ ใจสูง (2555) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์โดยใช้กระบวนการตัดสินใจแบบลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และสร้างแบบสอบถามในการเก็บข้อมูลและเปรียบเทียบเพื่อสร้างแบบจำลองจากนั้นวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice ผลการศึกษาพบว่าเกณฑ์หลักที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ต้นทุน เกณฑ์รองลงมาคือ ความน่าเชื่อถือในการส่งมอบ การตอบสนอง ความมั่นคงทางการเงินและเทคโนโลยีสารสนเทศ

อังกูร วีรสกุล (2557) นำแนวคิดการใช้ระบบ AHP เข้ามาช่วยในการตัดสินใจและหาค่าความสำคัญในการคัดเลือกผู้ส่งมอบ โดยกำหนดปัจจัยหลักที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้ส่งมอบ คือ การสั่งซื้อขั้นต่ำ คุณภาพระยะเวลาจัดส่ง ราคาสินค้า หลังจากได้ค่าความสำคัญแล้วนำมาเปรียบเทียบเพื่อการตัดสินใจ นำเอาแนวทางวิเคราะห์กระบวนการจัดซื้อโดยใช้ระบบลิ้นมาปรับปรุงสายธารคุณค่า เพื่อลดขั้นตอนในการทำงาน

พีรภพ จอมทอง และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้ส่งมอบแผนวงจรมิตรภาพ ในโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการกำหนดเกณฑ์หลักออกเป็น 9 เกณฑ์หลัก จากนั้นนำไปสร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วทำการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการลำดับชั้นวิเคราะห์ ผลการทดลองพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้ส่งมอบ คือ ปัจจัยด้านสถานที่

ธัญญาลักษณ์ มีแสง (2561) เป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการคัดเลือกผู้ส่งมอบกรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมพัฒนาโบลเวอร์ และปั้มน้ำ โดยใช้เกณฑ์หลักในการคัดเลือกผู้ส่งมอบ 6 ปัจจัยประกอบด้วย กำลังการผลิต สถานที่ตั้ง ราคา คุณภาพและนโยบายในการรับประกันสินค้า การจัดส่ง และการเงินและความน่าเชื่อถือ และสร้างแบบสอบถามส่งมอบให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อมาหาค่าถ่วงน้ำหนัก และเก็บข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel

Bukhori et al. (2015) ศึกษาปัญหาบริษัท XYZ เป็นบริษัทขายสัตว์ปีกรายใหญ่มีปัญหาทั้งในห่วงโซ่อุปทาน คุณภาพ และการติดต่อกับลูกค้า จึงนำเอา SCOR เข้ามาช่วยในกระบวนการทางธุรกิจภายในและการติดต่อกับลูกค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่บริษัท XYZ จากนั้นใช้แผนภูมิแกงปลาเข้ามาหาสาเหตุของปัญหาในห่วงโซ่อุปทานได้ทั้งหมด 9 ปัญหา เมื่อได้ปัญหาแล้ว นำปัญหาทั้งหมดเข้ากระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) จะได้ปัญหามากที่สุด 3 ปัญหาคือ ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิต ปัญหาจากลูกค้า และปัญหาจากระยะเวลาการจัดส่งสินค้าของผู้ส่งมอบ จากนั้นหาทางแก้ปัญหาดังกล่าวเพื่อให้บริษัท XYZ ได้ผลผลิตที่มีมาตรฐาน

Erdogan et al. (2017) ได้ทำการศึกษาการคัดเลือกผู้รับเหมางานก่อสร้างที่เหมาะสมที่สุดทั้งความสามารถในการตรวจสอบคุณภาพของอาคารที่สร้างได้ สิ้นทรัพย์ จากผู้สมัครเข้ามาเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงนำเอากระบวนการการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) เข้ามาหาทางเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างที่เหมาะสมกับงานมากที่สุด และคำนวณทางเลือกโดยใช้โปรแกรม Expert Choice

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. กำหนดปัญหาและขอบเขตของปัญหา

ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างและการคัดเลือกผู้ส่งมอบ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลวัตถุดิบน้ำตาล และผู้ส่งมอบนม จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของบริษัทกรณีศึกษาว่ามีปัญหาใดบ้างที่เป็นปัญหาหลักที่ต้องทำการแก้ไขให้เป็นมาตรฐานลำดับต้น ๆ มาสร้างเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์

2. ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เริ่มทำการสืบค้นข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกและประเมินงาน ทั้งในด้านงานส่งมอบด้านต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม งานด้านบริการ และรวมถึงสถานที่ตั้ง แต่มุ่งเน้นงานวิจัยที่ศึกษาการคัดเลือกผู้ส่งมอบผลิตภัณฑ์เป็นหลักในการสืบค้น ซึ่งงานวิจัยประเภทนี้มักใช้เครื่องมือเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตภัณฑ์นั้น ๆ แล้วนำมาวิเคราะห์สรุปประเด็น

3. การคัดเลือกปัจจัยในการคัดเลือกผู้ส่งมอบ

หลังจากที่ทำการสรุปเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยสรุปประเด็นปัญหาที่ได้จากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ และจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากบริษัท ทรนศึกษาและนำหลักเกณฑ์ที่ได้นำไปปรึกษาผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำของเกณฑ์ที่เหมาะสมมาสร้างแผนภูมิลำดับชั้นแบบสอบถามตามแนวทางของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งปัจจัยหลักที่มีผลต่อกระบวนการผลิตและต้นทุนในการพัฒนาการคัดเลือกในองค์กรประกอบด้วย ปริมาณในการจัดส่ง สถานที่ตั้ง ระยะเวลาการจัดส่ง ค่าการจัดส่ง สินเชื่อ ราคา คุณภาพ และด้านบริการและการติดต่อสื่อสาร

หลังจากได้ปัจจัยในการคัดเลือกในการประเมินผู้ส่งมอบเพื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกผู้ส่งมอบที่เหมาะสม มีการแบ่งลำดับชั้นไว้ ดังนี้

ลำดับชั้นที่ 1 เป้าหมาย (Goal) คือ ผู้ส่งมอบ

ลำดับชั้นที่ 2 เกณฑ์หลัก (Criteria) ประกอบด้วย 8 หลักเกณฑ์

- A: ปริมาณในการจัดส่ง
- B: สถานที่ตั้ง
- C: ระยะเวลาการจัดส่ง
- D: ค่าการจัดส่ง
- E: สินเชื่อ
- F: ราคา
- G: คุณภาพ
- H: ด้านบริการและการติดต่อสื่อสาร

4. ออกแบบสอบถาม (Questionnaire)

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ทราบถึงเหตุผลความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ และมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในบริษัททรนศึกษา ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ส่งมอบ และเพื่อการวิเคราะห์การคัดเลือกผู้ส่งมอบน้ำตาลและ ผู้ส่งมอบนมจึงได้ทำการสัมภาษณ์เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญในบริษัททรนศึกษา เพื่อสร้างแบบสอบถามที่มีคุณภาพ และมีความเหมาะสมและตรงประเด็นต่อความต้องการของบริษัททรนศึกษา

การสร้างแบบสอบถามทั้งหมด 1 ชุด เพื่อใช้ในการหาค่าน้ำหนักของปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัยในการคัดเลือกผู้ส่งมอบน้ำตาล และผู้ส่งมอบนม คือแบบสอบถามผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในบริษัททรนศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้ส่งมอบน้ำตาล และผู้ส่งมอบนม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยโดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนตัวทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามการเปรียบเทียบน้ำหนักเกณฑ์ความสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่

5. ตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม

การวิเคราะห์และตรวจเช็คความเที่ยงตรงของแบบสอบถามโดยการสร้างเครื่องมือแบบประเมินหลักการ สอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC : Index of item objective congruence) และ ส่งมอบแบบประเมินให้แก่ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ในการประเมินแบบสอบถาม

6. ส่งแบบสอบถามให้แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

หลังจากผู้เชี่ยวชาญประเมินและยอมรับความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ผู้วิจัยจะนำแบบสอบถามที่ ผ่านการประเมินมาส่งมอบให้แก่จำนวนประชากรสำหรับเก็บข้อมูลโดยผู้ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบน้ำตาล และ วัตถุดิบนมจำนวน 8 ท่านของบริษัทกรณีศึกษา โดยมีการศึกษาระดับปริญญาวิชาชีพขึ้นไป จากเกณฑ์การ คัดเลือกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้แก่ ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และฝ่ายบริหาร

7. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้หลักการ AHP

AHP ถูกพัฒนาขึ้นโดยศาสตราจารย์ Saaty T.L, (1980) จากมหาวิทยาลัยเพนซิลเวเนีย ประเทศ สหรัฐอเมริกา ในช่วงปี 1970 จากพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์และจิตวิทยาเป็นเทคนิคที่นำไปใช้กันอย่าง แพร่หลายจนถึงปัจจุบันสามารถใช้รวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบวิเคราะห์แนวทางเลือกที่เหมาะสมกับปัญหาที่ ต้องทำการตัดสินใจซับซ้อนโดยจะใช้หลักการเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ (Pairwise Comparison)

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบสอบถามจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้ง 8 ท่าน ทำการประเมินการเปรียบเทียบน้ำหนัก เกณฑ์ความสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ มาวิเคราะห์โดยใช้หลักการ AHP

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลมาสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบเชิงคู่

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่า λ_{max} สำหรับแต่ละเมทริกซ์ตามจำนวนเกณฑ์ โดยหารค่าความสำคัญที่อยู่ใน แต่ละแถวแล้วตั้ง ด้วยผลรวมของค่าความสำคัญในแถวตั้งเดียวกันของเมทริกซ์ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวแล้วคูณ ของเมทริกซ์จากผลข้างต้นคือ ค่าน้ำหนักเกณฑ์การประเมินในแนวนั้น

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index : CI) สำหรับแต่ละตารางเมทริกซ์ ดังสมการที่ 1

$$CI \text{ จากการคำนวณ} = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (1)$$

โดยที่ n คือ จำนวนเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาค่าอัตราส่วนสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

โดยที่ RI คือ ค่าดัชนีสุ่มตัวอย่างซึ่งได้จากการประมวลผลในแบบจำลองและมีความแตกต่างกันตาม ขนาดของตารางเมทริกซ์ สำหรับตารางเมทริกซ์ขนาด 1-10 จะมีค่าดัชนีสุ่มตัวอย่าง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าดัชนีสุ่มตัวอย่าง (Random Index: RI)

ขนาดของตารางเมทริกซ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่า RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

ที่มา: Saaty T.L (1980)

ซึ่ง Saaty T.L ได้กำหนดค่าอัตราความสอดคล้องที่ (**CR**) ยอมรับได้สำหรับตารางเมทริกซ์ที่มีขนาดแตกต่างกันได้แก่

CR เท่ากับ 5% สำหรับตารางเมทริกซ์ 3x3

CR เท่ากับ 9% สำหรับตารางเมทริกซ์ 4x4

CR เท่ากับ 10% สำหรับตารางเมทริกซ์ 5x5 ขึ้นไป

ผลการวิจัย

หลังจากทำการส่งมอบแบบสอบถามให้แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบริษัทกรณีศึกษาประกอบด้วย ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และฝ่ายบริหาร จำนวน 8 ท่าน ให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยเป็นคู่ทั้งหมด 28 คู่ โดยประกอบด้วยปัจจัยที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยนำผลคะแนนของแบบสอบถามแต่ละท่านมาวิเคราะห์ และจัดทำตารางเมทริกซ์การเปรียบเทียบเป็นคู่ ดังตารางที่ 1 หลังจัดทำตารางเมทริกซ์การเปรียบเทียบเป็นคู่แล้วนำข้อมูลมาทำเป็นค่ามาตรฐาน ดังตารางที่ 2 โดยผลการคำนวณจะได้ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกผู้ส่งมอบน้ำตาล และผู้ส่งมอบนม ดังตารางที่ 3 และหาค่าความสอดคล้องของเหตุผลโดย ซึ่งผลคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (**CI**) ได้เท่ากับ 0.13 และ ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (**CR**) ได้เท่ากับ 0.0907

ตารางที่ 1 Matrix of pairwise comparison for selected criteria

ปัจจัย	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1.00	5.00	0.49	1.75	0.76	0.50	0.12	0.26
B	0.20	1.00	0.33	0.48	0.41	0.27	0.13	0.29
C	2.04	3.05	1.00	2.25	3.25	2.15	0.81	1.29
D	0.57	2.09	0.44	1.00	1.25	0.61	0.18	1.18
E	1.31	2.43	0.31	0.80	1.00	0.22	0.15	1.59
F	1.98	3.76	0.47	1.64	4.57	1.00	0.67	5.39
G	8.18	7.68	1.24	5.55	6.53	1.49	1.00	5.14
H	3.85	3.40	0.78	0.85	0.63	0.19	0.19	1.00

ตารางที่ 2 Normalized matrix of pairwise comparison for selected criteria

ปัจจัย	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0.052	0.176	0.097	0.122	0.041	0.078	0.038	0.016
B	0.010	0.035	0.065	0.033	0.022	0.041	0.040	0.018
C	0.106	0.107	0.198	0.157	0.177	0.335	0.248	0.080
D	0.030	0.074	0.088	0.070	0.068	0.095	0.055	0.073
E	0.069	0.086	0.061	0.056	0.054	0.034	0.047	0.099
F	0.104	0.132	0.092	0.115	0.248	0.156	0.206	0.334
G	0.427	0.270	0.245	0.388	0.355	0.232	0.307	0.318
H	0.201	0.120	0.154	0.059	0.034	0.029	0.060	0.062

ตารางที่ 3 Calculated weights of criteria

ปัจจัย	ความหมาย	น้ำหนัก
A	ปริมาณในการจัดส่ง	0.08
B	สถานที่ตั้ง	0.03
C	ระยะเวลาในการจัดส่ง	0.18
D	ค่าการจัดส่ง	0.07
E	สินเชื่อ	0.06
F	ราคา	0.17
G	คุณภาพ	0.32
H	ด้านบริการและการติดต่อสื่อสาร	0.09

สรุปผล

จากผลการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในบริษัทกรณีศึกษามากที่สุดคือ ด้านคุณภาพ (0.32) ด้านระยะเวลาในการจัดส่ง (0.18) ด้านราคา (0.17) ด้านบริการและการติดต่อสื่อสาร (0.09) ด้านปริมาณในการจัดส่ง (0.08) ด้านค่าจัดส่ง (0.07) ด้านสินเชื่อ (0.06) ด้านสถานที่ตั้ง (0.03) ตามลำดับ ซึ่งแบบสอบถามและการประยุกต์ใช้ AHP สามารถคัดเลือกและลำดับความสำคัญของปัจจัยในการคัดเลือกส่งมอบน้ำตาล และผู้ส่งมอบนม สามารถสร้างมาตรฐานปัจจัยการรับเข้าที่ช่วยในการตัดสินใจที่ครอบคลุมต่อความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียต่อวัตถุดิบน้ำตาล และวัตถุดิบนมในบริษัทกรณีศึกษา และสามารถนำไปต่อยอดในการทำเครื่องมือในการคัดเลือกผู้ส่งมอบน้ำตาล และผู้ส่งมอบนมได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้บริหารบริษัทกรณีศึกษาที่อนุญาตให้เข้าไปทำวิจัยนี้ และขอบคุณผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในบริษัทกรณีศึกษาที่ให้ความคิดเห็นต่อปัจจัยในการให้สัมภาษณ์ และทำการตอบ

แบบสอบถาม และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญในการทำแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- อดิศักดิ์ ธีรานุพัฒนาม และศุภลักษณ์ ใจสูง. (2555). การคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของ บริษัท ฮานา ไมโคร อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด (มหาชน) โดยใช้กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น. 134, 65-87
- อังกร วีรสกุล. (2557). การปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อโดยใช้วิธี AHP กรณีศึกษา บริษัท ผลิตงานหล่อรูปพรรณ. มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพมหานคร
- พีรภพ จอมทอง และคณะ. (2559). การประยุกต์ใช้กระบวนการตัดสินใจลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการคัดเลือกผู้ส่งมอบแผ่นวงจรพิมพ์ในโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ตัวอย่าง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 372-382
- ธัญญลักษณ์ มีแสง. (2561). การประยุกต์ใช้กระบวนการตัดสินใจลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการคัดเลือกผู้ส่งมอบกรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตมัลติเมเดียและปั้มน้ำ. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Saaty T.L (1980). The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill
- Bukhori I. B., Widodo K. H., & Ismoyowati D. (2015). Evaluation of poultry supply chain performance in XYZ slaughtering house Yogyakarta using SCOR and AHP method. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 3, 221-225
- Erdogan S. A., Šaparauskas J., & Turkis Z. (2017). Decision Marking in Construction Management: AHP and Expert Choice Approach. Procedia Engineering, 172, 270-276

ลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนชุดพัดลมในเครื่องสีข้าว

Defect reduction in fan set production of the rice milling machine

นิภาพร โหมตไทย¹ ศักดิ์ชาย เชื้อวังคำ¹ และประภาวรรณ แผงศรี^{1*}

Nipaporn Modthai¹, Sakchai Chueawangkhram¹ and Prapawan Pangsr^{1*}

¹หลักสูตรวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี เลขที่ 1 หมู่ 20 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

¹Industrial Management Engineering Program, Faculty of Industrial Technology
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage Pathumthani Province

1 Moo 20 Phahonyothin Rd T.Klongneung A.Klongluang Pathumthani Province 13180

*Corresponding author E-mail: prapawan@vru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนชุดพัดลมของเครื่องสีข้าวแบบใบพัดหมุนเหวี่ยง จากการเก็บข้อมูลของเสียคิดเป็นร้อยละ 33.64 ในงานวิจัยนี้จึงนำหลักการของไคเซ็น เครื่องมือทางคุณภาพมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และหลักการ ECRS มีเป็นแนวทางในการปรับปรุง ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการการเชื่อมงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ จึงแก้ไขโดยการสร้างแม่พิมพ์ขึ้นรูปแทนการเชื่อม เพื่อลดขั้นตอนการทำงานและลดปัญหาการเชื่อมที่ไม่มีประสิทธิภาพ หลังการปรับปรุงร้อยละของเสียลดลงเหลือร้อยละ 3.33 และขั้นตอนการผลิตลดลงจาก 11 ขั้นตอนเหลือ 6 ขั้นตอน ทำให้ผลิตชิ้นส่วนชุดพัดลมมีคุณภาพและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : ของเสีย ไคเซ็น ปรับปรุงคุณภาพ

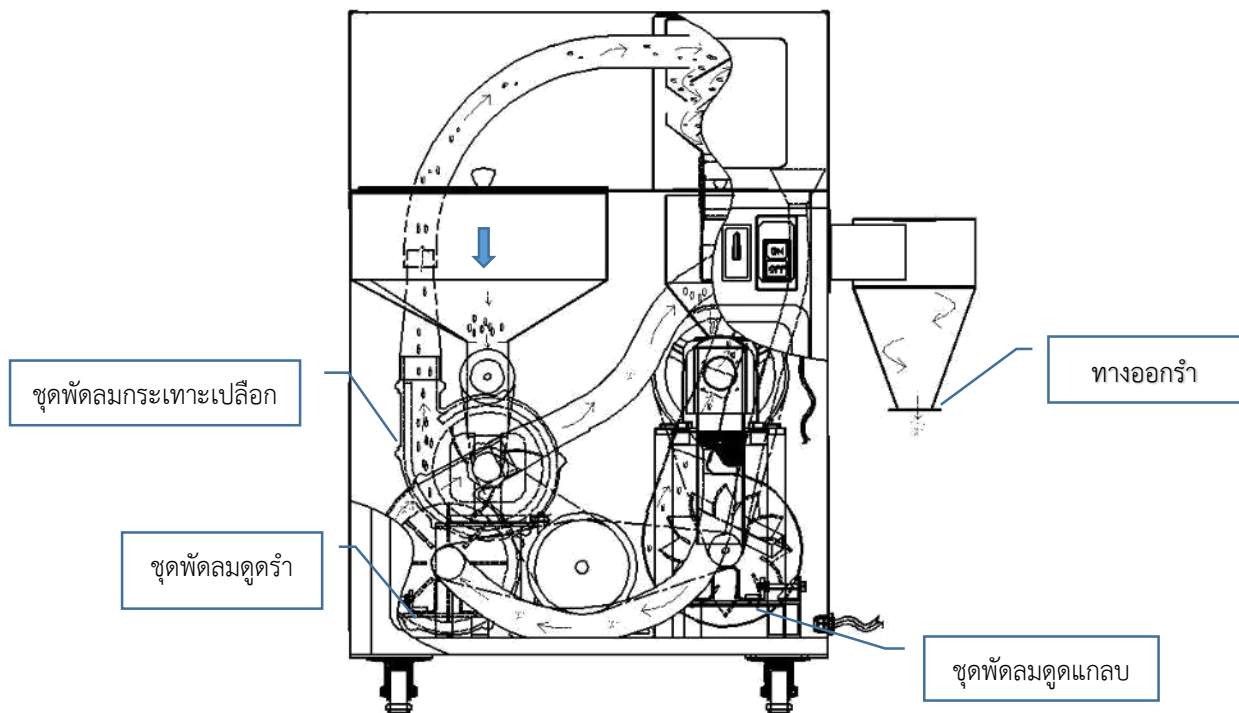
Abstract

The objective of this research to reduce defect in fan set production of the rice machine. From collected data found defect 33.64 percent so principle of Kaizen, quality tools, ECRS principle were applied. The result found the problem in welding process so the way of improvement was install mold replace assembly process. After the improvement, the percentage of defect reduced to 3.33 and production process was reduces from 11 to 6 steps. As result increased quality and efficiency in the production.

Keywords : Defect Kaizen Quality improvement

บทนำ

เครื่องสีข้าวคือเทคโนโลยีของไทยที่จำลองกระบวนการทำงานของโรงสีข้าว เครื่องสีข้าวแบ่งประเภทได้ 2 ประเภท คือประเภทสีข้าวด้วยลูกยางกระเทาะเปลือกและประเภทสีข้าวแบบใบพัดหมุนเหวี่ยง ในงานวิจัยนี้นำเครื่องสีข้าวประเภทสีข้าวแบบใบพัดหมุนเหวี่ยง เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องสีข้าวประเภทดังกล่าว ที่ทำการสีข้าวด้วยแรงเหวี่ยงของใบพัดลม โดยการกระเทาะเปลือกเมล็ดพันธุ์ข้าวและสามารถแยกแกลบ แยกรำ ออกจากกัน จนออกมาเป็นข้าวสารพร้อมให้บริโภค โดยมีการทำงานของชุดพัดลมในเครื่องเครื่องสีข้าวประเภทใบพัดหมุนเหวี่ยง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เครื่องสีข้าวแบบใบพัดหมุนเหวี่ยง

จากการทำงานของชุดพัดลมในเครื่องสีข้าวประเภทนี้ จะเห็นได้ว่าเครื่องสีข้าวประเภทนี้มีชิ้นส่วนสำคัญที่เป็นชิ้นส่วนหลักในการทำงาน คือชุดพัดลมทั้ง 3 ชุด ได้แก่ ชุดพัดลมกระเทาะเปลือก ชุดพัดลมดูดรำ ชุดพัดลมดูดแกลบ ในการผลิตชิ้นส่วนชุดพัดลมจึงให้ความสำคัญเป็นอย่างมากเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนที่มีคุณภาพที่จะส่งผลให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการทำงาน และได้ผลผลิตที่เป็นที่พึงพอใจและเกิดประโยชน์สูงสุด ในการผลิตเครื่องสีข้าวแบบใบพัดหมุนเหวี่ยงจำนวน 1 เครื่อง จึงต้องใช้ชุดพัดลมในการทำงานถึง 3 ชุดด้วยกัน ซึ่งชุดพัดลมทั้ง 3 ชุด จะมีลักษณะและขนาดที่เหมือนกัน มีหลักการทำงานที่เหมือนกัน หากขาดชุดพัดลมชนิดใดชนิดหนึ่งไปจะทำให้เครื่องสีข้าวประเภทนี้ไม่สามารถทำงานได้ ดังนั้น จึงต้องให้ความสำคัญกับการผลิตเป็นอย่างมาก เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนที่ดีและมีคุณภาพ จากข้อมูลในตารางที่ 1 ปริมาณการผลิตทั้ง 3 ล็อต รวม 330 ชิ้น พบของเสีย จำนวน 111 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 33.64 ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการลดร้อยละของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนชุดพัดลม

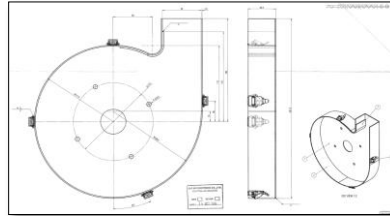
ตารางที่ 1 จำนวนของเสียการผลิตชิ้นส่วนชุดพัดลม

	ล็อตที่ 1	ล็อตที่ 2	ล็อตที่ 3	รวม
ปริมาณการผลิต (ชิ้น)	150	150	30	330
จำนวนของเสีย (ชิ้น)	60	31	20	111

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดการปรับปรุงการทำงานด้วยหลัก 7 Wastes และ ไคเซ็น มาเพื่อเป็นเครื่องมือในการดำเนินการวิจัย ในเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2566 และมีขั้นตอนในการดำเนินงาน คือศึกษาขั้นตอนการผลิต เก็บข้อมูลของเสียที่เกิด วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและระดมความคิดหาวิธีการแก้ไขปัญหา ทำการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงและเปรียบเทียบผลการดำเนินงานและสรุปผลการดำเนินงาน

1. ศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนชุดพัดลมจำนวน 1 ชิ้น มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้
 - 1.1 สร้างแบบให้กับชิ้นส่วนชุดพัดลมที่จะผลิต โดยกำหนดรายละเอียด เช่น ขนาด วัสดุที่ใช้ ลักษณะรูปร่างของชิ้นงาน เพื่อใช้ในประกอบกับขบวนการผลิต เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรู้รายละเอียดในการผลิตชิ้นส่วนนั้นๆ เพื่อให้เป็นไปตามที่แบบกำหนด ตามภาพที่ 2



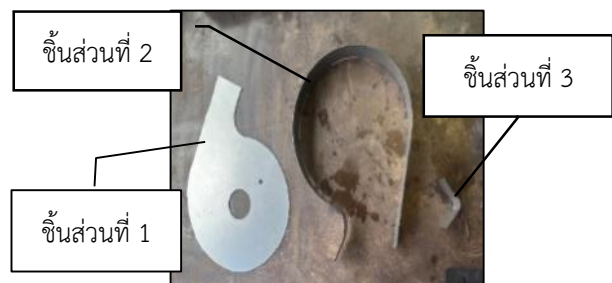
ภาพที่ 2 แบบชิ้นส่วนชุดพัดลม

- 1.2 เมื่อได้แบบของชิ้นส่วนชุดพัดลมแล้ว นำเหล็กแผ่นความหนาตามขนาดที่แบบระบุมาตัดด้วยเครื่อง CNC เลเซอร์ ตามที่แบบกำหนดไว้ ในการผลิตชุดพัดลม 1 ชิ้น จะมีชิ้นงานที่ตัดมาประกอบกัน 3 ชิ้น คือ ชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 2 ชิ้นส่วนที่ 3 โดยมีลักษณะชิ้นงานตามภาพที่ 3



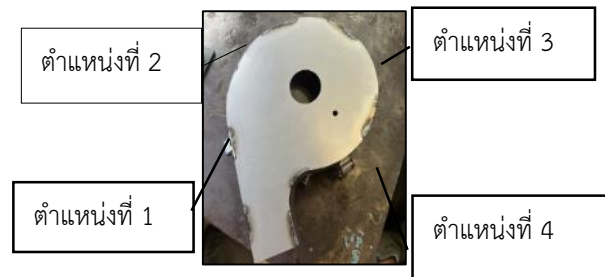
ภาพที่ 3 ชิ้นส่วนชุดพัดลมทั้ง 3 ชิ้น

- 1.3 เมื่อได้แผ่นเหล็กที่ตัดแล้วทั้ง 3 ชิ้น ให้นำชิ้นส่วนที่ 2 ชิ้นส่วนที่ 3 ไปม้วนให้ได้รูปทรงตามแบบที่กำหนด จะได้ลักษณะชิ้นงาน ตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ม้วนเหล็กตามแบบ

1.4 นำชิ้นส่วนที่ 1 และชิ้นส่วนที่ 2 มาประกอบกันด้วยการเชื่อมเข้าด้วยกันและทำการเชื่อมชิ้นส่วนที่ 3 เชื่อมเข้าด้วยกัน จากนั้นนำคลิปล็อคหูปั่นโต 4 ชิ้น มาเชื่อมติดกับชุดพัดลมที่ได้ จะเป็นชิ้นส่วนชุดพัดลม 1 ชิ้น



ภาพที่ 5 การประกอบชิ้นส่วนพัดลม



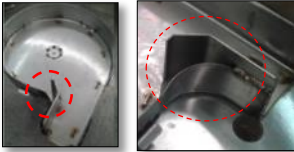



1.5 หลังจากที่ได้ชิ้นส่วนชุดพัดลมที่ผ่านขบวนการเชื่อมมาแล้ว จะต้องทำการขัดผิวหรือการเตรียมผิวลบรอยเชื่อมให้เรียบ เพื่อนำไปเข้าขั้นตอนการชุบเคลือบผิวกันสนิมต่อไป

2. เก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น ข้อมูลตารางที่ 2 จากปริมาณการผลิต 330 ชิ้น พบของเสียจำนวน 111 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 33.64 โดยแบ่งประเภทของเสีย ได้แก่ คลิปล็อคไม่ตรง 38 ชิ้น ชิ้นงานบุบเป็นคลื่น 18 ชิ้น รอยเชื่อมไม่ขนานกัน 16 ชิ้น รอยเชื่อมมีขนาดไม่ตรงข้อกำหนด 15 ชิ้น งานมีลมรั่ว 15 ชิ้น ชิ้นงานบิดเบี้ยวผิดรูป 9 ชิ้น และของเสียที่เกิดขึ้นมีลักษณะตารางที่ 3

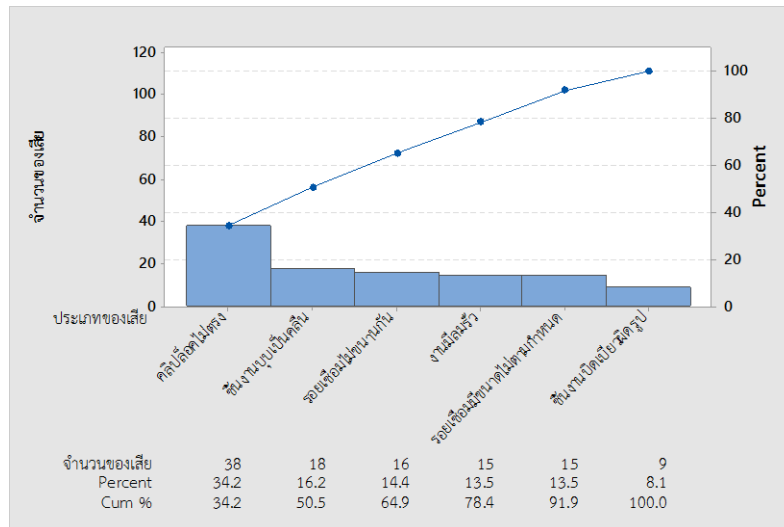
ตารางที่ 2 ประเภทของเสีย

ประเภทของเสีย	จำนวนของเสีย
คลิปล็อคไม่ตรง	38
ชิ้นงานบุบเป็นคลื่น	18
รอยเชื่อมไม่ขนานกัน	16
รอยเชื่อมมีขนาดไม่ตรงข้อกำหนด	15
งานมีลมรั่ว	15
ชิ้นงานบิดเบี้ยวผิดรูป	9

ตารางที่ 3 ลักษณะของงานเสียแต่ละประเภท

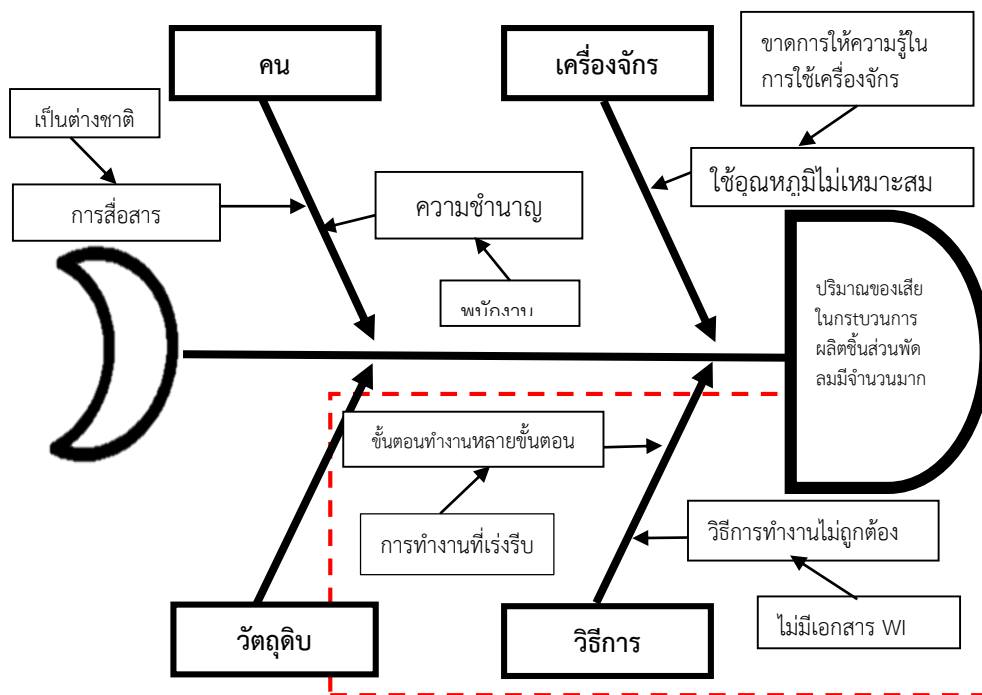
ประเภทของเสีย	ลักษณะงานเสีย
คลิปล็อคไม่ตรง	
ชิ้นงานบุบเป็นคลื่น	
รอยเชื่อมไม่ขนานกัน	
รอยเชื่อมมีขนาดไม่ตรงข้อกำหนด	
งานมีลมรั่ว	
ชิ้นงานบิดเบี้ยวผิดรูป	

จากนั้นนำข้อมูลของเสียมาสร้างแผนภูมิพาเรโต้ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ในภาพที่ 6 จากข้อมูลของเสียกระบวนการผลิตพดลมที่ของเสียที่จำนวนมาก ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการลดของเสียที่เกิดขึ้น ลดความสูญเปล่า เพิ่มคุณภาพให้กับสินค้าและผลิตภัณฑ์และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งนำมาสู่การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุในการเกิดของเสียและการปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการผลิต



ภาพที่ 6 แผนภูมิพारेโต้

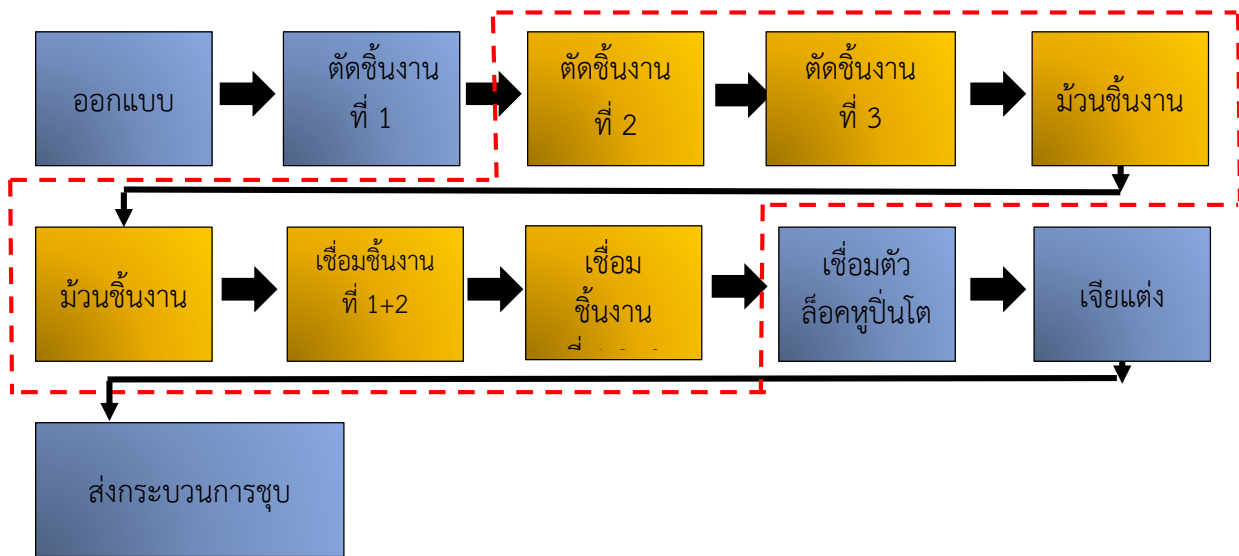
3. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้เครื่องมือทางคุณภาพแผนภูมิแก๊งปลา การระดมความคิดเห็น (Brainstorming) จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าของเสียส่วนใหญ่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อม ภาพที่ 7



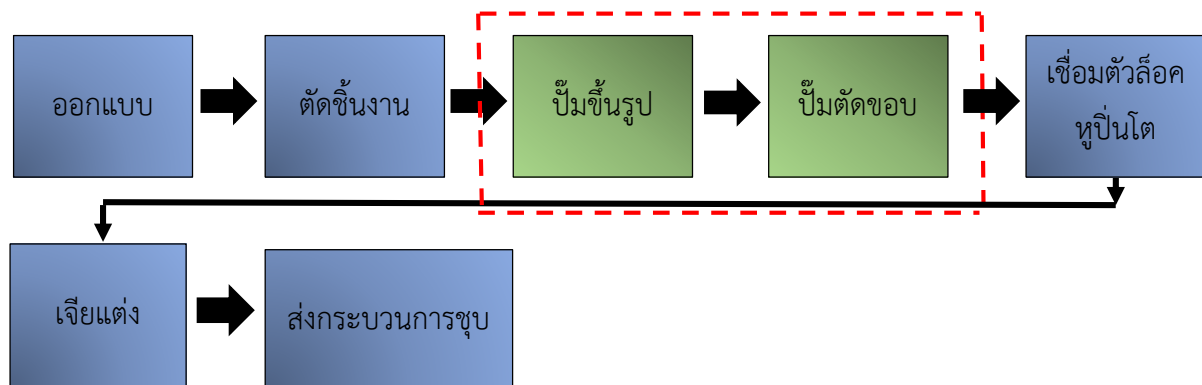
ภาพที่ 7 แผนผังแก๊งปลา

จากผลการวิเคราะห์พบว่ามีการทำงานหลายขั้นตอนทั้งในการตัดชิ้นส่วนตามแบบ การนำชิ้นส่วนมาประกอบ การเชื่อมจุดต่างๆ เป็นต้น การผลิตจึงใช้เวลานานและถ้าพนักงานปฏิบัติงานด้วยความรีบเร่งและไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ถูกต้องจะเกิดผลเสียต่อชิ้นงาน

4. แนวทางการแก้ไขปัญหา ใช้การระดมความคิดเห็น และหลักการ ECRS ที่ประกอบด้วยการกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) โดยปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการใช้แม่พิมพ์ขึ้นรูปแทนการประกอบในกระบวนการเชื่อม ขั้นตอนการผลิตแบบเดิมใน ภาพที่ 8 และ ขั้นตอนการผลิตที่ปรับปรุงโดยการสร้างแม่พิมพ์ ภาพที่ 9 เพื่อลดขั้นตอนและการประกอบชิ้นงานโดยใช้พนักงาน แม่พิมพ์มี 2 ประเภท คือ แม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปและแม่พิมพ์ตัดขอบชิ้นงาน โดยแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปทำหน้าที่ขึ้นรูป ชิ้นงานให้ได้รูปทรงตามที่แบบกำหนดไว้ ส่วนแม่พิมพ์ตัดขอบชิ้นงานใช้ในการตัดขอบข้างส่วนเกินเพื่อให้ได้ขนาด ที่แบบกำหนด จากการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการผลิตก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการผลิตหลังการปรับปรุง

แม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป



แม่พิมพ์ตัดขอบ

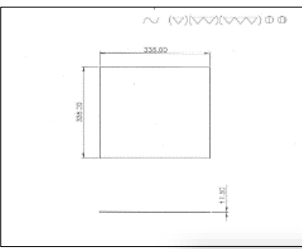




ภาพที่ 10 แม่พิมพ์ที่สร้าง 2 แบบ

ผลการวิจัย

เมื่อทำการสร้างแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปและแม่พิมพ์ตัดขอบแล้วทำการทดลองการผลิต จากกระบวนการผลิต ก่อนปรับปรุง มีขั้นตอน 11 ขั้นตอน หลังจากสร้างแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปแทนการเชื่อม ทำให้ขั้นตอนการผลิตเหลือ 6 ขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนชุดพัดลม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ขั้นตอนการผลิตหลังการปรับปรุง

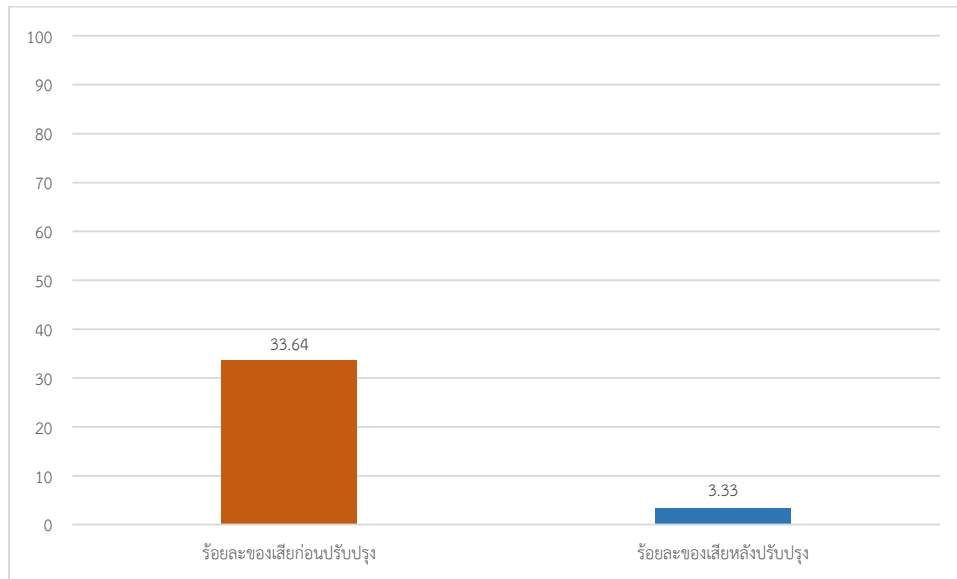
ลำดับ	ภาพ	ขั้นตอนการผลิต
1		สร้างแบบ ขนาด 335x335 มิลลิเมตร
2		ตัดเหล็กด้วยเครื่อง CNC เลขอร์ ตามชนิดเหล็กและขนาดตามที่แบบกำหนด
3		นำเหล็กที่ตัดได้มาเข้าแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป และทำการกดปั๊มขึ้นรูป 1 ครั้ง จะได้ชิ้นงานที่เป็นรูปทรง ตามท่าแบบกำหนด

4		นำชิ้นงานจากแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปออกมาใส่แม่พิมพ์ตัดขอบ ทำการกด 1 ครั้ง เพื่อตัดขอบส่วนเกินออกจากชิ้นงาน และระบุตำแหน่งการเชื่อมคลิปล็อคหูปืนโต
5		นำชิ้นงานที่ปั๊มขึ้นรูปมาเชื่อมคลิปล็อคหูปืนโต 4 ตำแหน่งตามที่แม่พิมพ์ได้ระบุตำแหน่งไว้
6		ชิ้นส่วนชุดพัฒนาที่เตรียมส่งกระบวนการชุบ

จากนั้นเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นเพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง โดยทำการผลิตจำนวน 2 ล็อตๆละ 60 ชิ้น รวม 120 ชิ้น พบของเสียจำนวน 4 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 3.33 ดังตารางที่ 5 โดยไม่พบของเสียประเภทคลิปล็อคไม่ตรง รอยเชื่อมไม่ขนานกัน งานบิดเบี้ยวผิดรูป งานมีลมรั่ว และรอยเชื่อมมีขนาดไม่ตามกำหนด แต่ยังมีของเสียประเภทชิ้นงานบุบเป็นคลื่นร้อยละ 3.33 สาเหตุเกิดจากการกดลงของแม่พิมพ์ผิดจังหวะ ซึ่งได้รับการแก้ไขในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแล้ว จึงเปรียบเทียบร้อยละของเสียที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการปรับปรุง ภาพที่ 11

ตารางที่ 5 จำนวนของเสียหลังการปรับปรุง

ประเภทของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
คลิปล็อคไม่ตรง	0
ชิ้นงานบุบเป็นคลื่น	4
รอยเชื่อมไม่ขนานกัน	0
รอยเชื่อมมีขนาดไม่ตามกำหนด	0
งานมีลมรั่ว	0
ชิ้นงานบิดเบี้ยวผิดรูป	0
รวม	4



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบร้อยละของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

วิจารณ์ผล

งานวิจัยนี้ได้นำหลักการโคเซ็น เครื่องมือคุณภาพ การระดมความคิด (Brainstorming) และหลักการ ECRS มาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและยังทำให้เวลาในกระบวนการผลิตลดลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ บุริม (2564) ลดของเสียที่ในกระบวนการป้อนขึ้นรูป โดยนำเทคนิคการระดมสมอง เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H หลักการ ECRS และหลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ผลวิจัยพบว่าจำนวนของเสียลดลงจาก 268 ชิ้น เหลือ 70 ชิ้น ณัฐนันท์ (2560) ศึกษากระบวนการป้อนขึ้นรูปและใช้เครื่องมือทางสถิติ เครื่องมือการจัดการคุณภาพ เทคนิคการระดมสมอง ผลวิจัยพบว่าร้อยละของเสียลดลงจากร้อยละ 0.06 เหลือ 0.03 อุซาวดี (2563) ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการเชื่อม และใช้เครื่องมือการจัดการคุณภาพ หลักการ PDCA ผลวิจัยพบว่าร้อยละของเสียประเภทรอยร้าวตำแหน่ง Pipe-L ลดลงจาก 5.1 เหลือร้อยละ 1.5 และประเภทรอยร้าวตำแหน่ง Upper and Lower ร้อยละของเสียลดลงจาก 3.7 เหลือ 1.2 จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงคุณภาพมีความสำคัญในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ทำให้ของเสียลดลงเป็นการลดต้นทุนและพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผล

จากการนำหลักการด้านคุณภาพมาปรับปรุงกระบวนการผลิต ทำให้เกิดการผลผลิตที่มีคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งต่อบัณฑิตผู้ประสงค์การวิจัยที่ตั้งไว้ในการลดร้อยละของเสียที่เกิดขึ้น จากร้อยละ 33.64 เหลือร้อยละ 3.33 อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงขั้นตอนการทำงานโดยการออกแบบเครื่องมือเพื่อใช้แทนการประกอบชิ้นงาน โดยลดขั้นตอนการทำงานจาก 11 ขั้นตอน เหลือ 6 ขั้นตอน ซึ่งเมื่อมีการผลิตในปริมาณมากขึ้น จะทำให้สามารถควบคุมคุณภาพและการผลิตในกระบวนการได้เพื่อลดความสูญเปล่าต่างๆที่จะเกิดขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาจากบริษัทผลิตเครื่องสีข้าว ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาที่เกี่ยวกับด้านการปรับปรุงคุณภาพและกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์ต่างๆได้

เอกสารอ้างอิง

กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข 2565. ความสูญเปล่า 7 ประการ เทคนิคและวิธีการควบคุมคุณภาพ เทคนิคการระดมความคิด Brainstorming หลักการ ECRS สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร.

กิตติ กอบัวแก้ว 2557. การควบคุมคุณภาพการผลิต โอเดียนสโตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร. ไคเซ็น Kaizen <https://www.thaidisplay.com/content-2.html> บทความ ความหมายไคเซ็นคืออะไร.

บุริม นิลแป้น 2564. การแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียประเภทรอยขาดระหว่างการผลิตชาโคม ไอดาวน์ไลท์. วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล, 34(2): 98-115.

ณัฐนันท์ บุญเสนอ 2560. การลดของเสียในกระบวนการปั๊มขึ้นรูป โครงงานสหกิจศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

อุษาวดี อินทร์คล้าย 2555. การลดของเสียในกระบวนการเชื่อมภายในแผนก Welding กรณีศึกษา : โรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์. น.1475 – 1480. ใน :ประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม 17-19 ตุลาคม 2555.

การพัฒนาการตรวจจับข่าวปลอมสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติของภาษาไทย
โดยใช้อัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติก

Development of Fake News Detection for Thai Natural Language
Processing using Logistic Regression

ทัศนีย์ วงศ์ศิริ¹ และ วลัย ร่มสายหยุด^{1*}

Thasaneer Wongsiri¹ and Walisa Romsaiyud^{1*}

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120

¹ Information and Communication Technology, School of Science and Technology, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120

*Corresponding author E-mail: walisa.rom@stou.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการตรวจจับข่าวปลอมสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติของภาษาไทยโดยใช้อัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติก และ 2) ประเมินประสิทธิภาพการพัฒนาการตรวจจับข่าวปลอมสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติของภาษาไทย วิธีการวิจัยใช้หลักการเรียนรู้ของเครื่องแบบมีผู้สอน ในการจำแนกข้อความ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 500 ข่าว จากเว็บไซต์ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย (2) การเตรียมข้อมูล โดยการจำแนกประเภทข้อความ การทำความสะอาดข้อมูล และจัดการข้อมูลไม่สมดุล (3) การสร้างแบบจำลอง สำหรับจำแนกประเภทข่าวเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข่าวปลอม ข่าวบิดเบือน และข่าวจริง ด้วยอัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติกที่มีประสิทธิภาพสูงในการฝึกสอนและทดสอบแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบกับ 4 อัลกอริทึม ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ป่าสุ่ม และการถดถอยโลจิสติก (4) การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองด้วย 4 เมตริกหลัก ได้แก่ ค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความครบถ้วน และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (5) การปรับแต่งไฮเปอร์พารามิเตอร์เพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสม และ (6) การนำแบบจำลองไปใช้งานจริง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการถดถอยโลจิสติก มีค่าประสิทธิภาพสูงด้วยค่าความถูกต้อง ความแม่นยำ ความครบถ้วน และค่าประสิทธิภาพโดยรวม เท่ากับ 99.00, 97.79, 99.53 และ 98.68 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การประมวลผลภาษาธรรมชาติ, ข้อมูลปลอม, อัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติก, การตรวจจับข้อมูลปลอมภาษาไทย

Abstract

The objectives of this research are to: 1) develop fake news detection for natural language processing of the Thai language using a logistic regression algorithm; and 2) evaluate the performance of developing fake news detection for natural language processing of the Thai language. The research methodology applied the principles of supervised machine learning for text classification, which consists of a 6-step process: (1) data collection that gathers 500 news stories from the Anti-Fake News Center; (2) data preparation by text classification, data cleaning, and imbalanced data; and (3) modeling for news classification into 3 categories: fake news, distorted news, and real news using a logistic regression algorithm with high performance for

training and testing a model. A comparison with four algorithms: multi-layer perceptron, support vector machine, random forest, and logistic regression. (4) model performance with four main metrics: accuracy, precision, recall, and F-measure; (5) hyperparameter tuning for finding the appropriate values; and (6) model deployment into production. The experiment results show a logistic regression has high performance with accuracy, precision, recall, and F1 scores of 99.00, 97.79, 99.53, and 98.68, respectively.

Keywords: natural language processing, fake data, logistic regression algorithm, Thai fake data detection

บทนำ

จากเว็บไซต์ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย (Anti-Fake News Center Thailand) นำเสนอข้อเท็จจริงเกี่ยวกับข่าว เพื่อแจ้งให้ประชาชนทราบข้อมูลเกี่ยวกับข่าวปลอม และเตือนให้ประชาชนระมัดระวัง โดยจำแนกประเภทข่าว และการแจ้งเตือนเป็น 3 ประเภทได้แก่ ข่าวจริง ข่าวปลอม และข่าวบิดเบือน โดยข่าวจริง (fact news) คือ ข่าวที่แสดงข้อเท็จจริงทั้งหมดของเรื่องนั้น ๆ ไม่มีการดัดแปลงข้อมูลใดทั้งสิ้น สามารถยืนยันสถานที่ สิ่งของ และบุคคลได้ (คลังความรู้ ทำความรู้จักประเภทของข่าว ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย, 2566) ตัวอย่างเช่น “สธ. สั่งทุกรพ. เปิดจุดฉีดวัคซีนโควิด 19 กลุ่มเสี่ยง 608” หรือ “สธ. เตรียมลดระดับเตือนภัยโควิด 19 เป็นระดับ 2 ปลายเดือน พ.ค. 65” (ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย, 2566) ข่าวปลอม (fake news) คือ ข่าวที่แสดงเท็จ หรืออาจจะมีข้อเท็จจริงเพียงเล็กน้อยหรือเพียงบางส่วนแต่ขาดบริบทของรายละเอียด (ผู้จัดการออนไลน์, 2564) ตัวอย่างเช่น “สินเชื่อบริการให้ยืม วงเงิน 10,000-1,000,000 บาท ผ่านเพจ NBKC CPT 70” หรือ “เลือดของผู้ที่ฉีดวัคซีนโควิด 19 มีสีดำคล้ำ ไม่สามารถนำไปใช้รักษาผู้ป่วยได้” (ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย, 2566) และข่าวบิดเบือน (disinformation news) คือ ข่าวที่บิดเบือน และคนที่เผยแพร่ก็รู้อยู่ที่ไม่เป็นความจริง เป็นเจตนาโกหก และมีเป้าหมายคือกลุ่มคนที่ถูกหลอกได้ง่ายโดยผู้ไม่ประสงค์ดี (คลังความรู้ ทำความรู้จักประเภทของข่าว ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย, 2566) ตัวอย่างเช่น “กรดไหลย้อนมีสาเหตุมาจากหูดกระเพาะอาหารเสื่อม” หรือ “ผิวไม่ใสเพราะหายใจไม่สุด มีเสมหะพิษ ที่ขับออกมาไม่หมด สะสมที่ปอด” (ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย, 2566)

ดังนั้นงานวิจัยนี้ ขอนำเสนอการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) กับการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) สำหรับการจำแนกข้อความ หรือหัวข้อข่าวภาษาไทยทั้งข่าวปลอม ข่าวบิดเบือน และข่าวจริง เพื่อจำแนกหัวข้อข่าวได้ถูกต้อง และป้องกันการเข้าถึงข่าวปลอม และข่าวบิดเบือนได้ทันเวลาที่

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาการตรวจจับข่าวปลอมสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติของภาษาไทยโดยใช้อัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติก
- 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการพัฒนาการตรวจจับข่าวปลอมสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติของภาษาไทยโดยใช้อัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติก ด้วยค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความครบถ้วน และค่าประสิทธิภาพโดยรวม

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

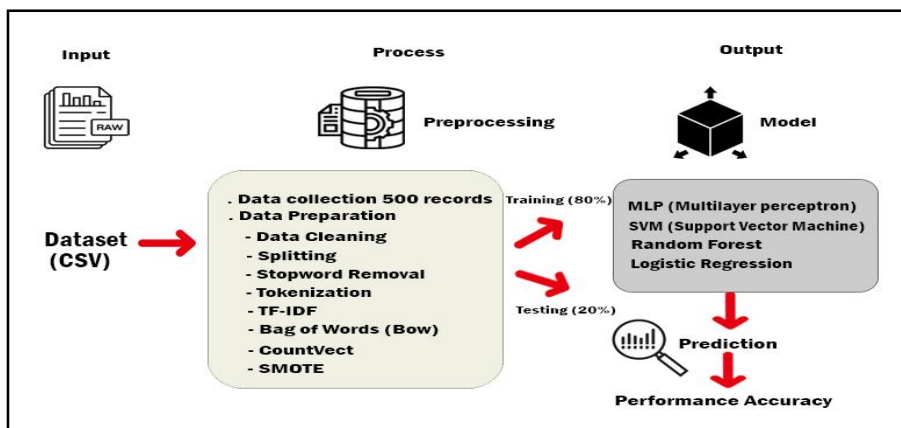
พยุงมีสัย, พนม คลีฉายา, อองอาจอุ๋นอ์นันต์, กมลรัตน์กิจรุ่งไพศาล. (2565) นำเสนอเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์สำหรับการตรวจข่าวปลอมภาษาไทย โดยสร้างระบบตรวจจับข่าวปลอมออนไลน์ของภาษาไทยแบบอัตโนมัติ ประกอบด้วย 3 โมดูล (1) การสืบค้นข้อมูลสารสนเทศ (2) การประมวลผลภาษาธรรมชาติ และ (3) การเรียนรู้ของเครื่อง เลือกใช้มีหลายเทคนิคเช่น การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbors) โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) นาอ็ฟเบย์ (Naive Bayes) ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ป่าสุ่ม (Random Forest) และ โครงข่ายประสาทเทียมชนิดหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว (Long Short-Term Memory) พบว่าแบบจำลองมีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกข้อความภาษาไทย สำหรับงานวิจัยของสุปัญญา อภิวงศ์โสภณ (2561) ศึกษาและตรวจจับข่าวปลอมโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง คือนาอ็ฟเบย์ โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network : NN) และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ผลที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มีค่าความถูกต้องที่ร้อยละ 99.90 และงานวิจัยของ ธัชพิชญ์ ชำนาญกิจ และ ธิติรัตน์ ศิริบรรรัตนกุล (2565) ดำเนินการตรวจสอบข่าวปลอมภาษาไทยด้วยเทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติ โดยการสร้างฐานข้อมูลด้วย Google Big Query เพื่อเก็บข่าวปลอมภาษาไทยที่รวบรวมมาจากเว็บไซต์และสื่อออนไลน์ จากนั้นใช้เทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติในการตัดแบ่งคำในหัวข่าวดัง ตัดประโยค และพิจารณาแยกชนิดของคำ เพื่อสกัดเฉพาะคุณลักษณะสำคัญของข่าวปลอม นั้น ๆ ออกมาเก็บไว้ ในส่วน ผลการทดลองพบว่าสามารถจำแนกข่าวปลอมได้ถูกต้องด้วยค่าความแม่นยำ (precision) ร้อยละ 91.84 และ ค่าความครบถ้วน (recall) ร้อยละ 75.00

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในงานวิจัยนี้จึงนำหลักการประมวลผลภาษาธรรมชาติมาใช้ในการจำแนกประเภทข่าว ด้วยอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ป่าสุ่ม และการถดถอยโลจิสติก และประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองด้วยคอนฟิวชันเมตริก (confusion) ได้แก่ค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความครบถ้วน และค่าประสิทธิภาพโดยรวม

วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการตามสถาปัตยกรรมของระบบการทำงานประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ ส่วนนำเข้า (input) ส่วนประมวลผล (process) และส่วนผลลัพธ์ (output) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบการทำงานกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง

จากภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบการทำงานกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) รายละเอียดดังนี้

1. ส่วนนำเข้า (input) โดยนำข้อมูลจากเว็บไซต์ ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย ที่มีการจำแนกประเภทข้อมูล (data classification) ออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ข่าวปลอม ข่าวจริง ข่าวบิดเบือน พร้อมทั้งการกำหนดป้ายกำกับข้อมูล (data labeling) จำนวนทั้งสิ้น 500 ข่าวตั้งแต่ กุมภาพันธ์ 2563 ถึง สิงหาคม 2564 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูล 4 ข่าวจากเว็บไซต์ ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย

ที่	วัน	เดือน	ปี	ชื่อข่าว	เนื้อข่าว	ประเภท
0	6	ม.ค	2564	โรงพยาบาลภูมิพล ปิดให้บริการห้องฉุกเฉิน...	ตามที่มีการโพสต์รูปภาพและข้อความในสื่อออนไลน์...	ข่าวบิดเบือน
1	12	ม.ค	2564	กรม.อนุมัติแจกยาโควิด-19จำนวน 3,500...	ตามที่มีปรากฏในสื่อต่างเกี่ยวกับประเด็น ...	ข่าวจริง
2	31	ส.ค	2564	พายุไต้ฝุ่นโมลาเบเข้าไทยแล้วและอีก 5 วันจะ.....	ตามที่ได้ให้ข้อมูลสภาพอากาศประเทศ ไทย.....	ข่าวปลอม
3	18	ส.ค	2563	คลิปถ่ายทอดสด น้ำท่วมหนักเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์...	ตามที่ได้มีคลิปถ่ายทอดสดในสื่อออนไลน์	ข่าวปลอม

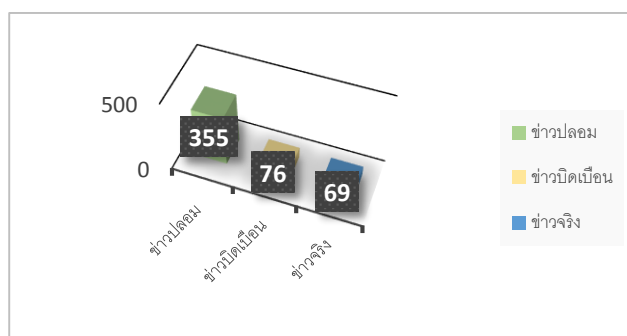
2. ส่วนประมวลผล (process) ดำเนินการจัดการข้อมูลโดยติดป้ายกำกับข้อมูล การเตรียมข้อมูลสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติ

2.1 การติดป้ายกำกับข้อมูล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การติดป้ายกำกับข้อมูล

ลำดับที่	ข้อความ	ป้ายกำกับข้อมูล
1.	ตามที่มีข่าวปรากฏในสื่อต่าง ๆ เกี่ยวกับประเด็นเรื่อง กรม.อนุมัติแจกเงินเยียวยาโควิด-19 จำนวน 3,500 บาท/เดือน และลดค่าน้ำ-ค่าไฟ 2 เดือน ทางศูนย์ต่อต้านข่าว...	ข่าวจริง
2.	ตามที่มีการโพสต์รูปภาพ และข้อความในสื่อออนไลน์ต่าง ๆ เกี่ยวกับประเด็นเรื่อง รพ. ภูมิพลฯ ปิดให้บริการห้องฉุกเฉิน หลังพบผู้ป่วยโควิด-19 เข้ามารักษา...	ข่าวบิดเบือน
3.	ตามที่ได้มีการให้ข้อมูลสภาพอากาศประเทศไทย เกี่ยวกับเรื่อง พายุไต้ฝุ่นโมลาเบเข้าไทยแล้ว และอีก 5 วัน จะมีขนาดใหญ่กว่า 500 ตร.กม. ทำให้ได้รับผลกระทบในหลายพื้นที่ ทางศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมได้ตรวจสอบข้อเท็จจริงกับทางกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พบว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลเท็จ...	ข่าวปลอม

กราฟแสดงจำนวนข่าวทั้งหมด 500 ข่าว จำแนกเป็นข่าวปลอม 355 ข่าว ข่าวบิดเบือน 76 ข่าว ข่าวจริง 69 ข่าว ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟแสดงจำนวนข่าว 500 ข่าว จำแนกเป็นข่าวปลอม ข่าวบิดเบือน ข่าวจริง

จากภาพที่ 2 ข่าวดูมมีจำนวนมากที่สุด โดยมีจำนวนถึง 355 ข่าว หรือคิดเป็น 71% ของจำนวนข่าวทั้งหมด ข่าวบิตเบียนมีจำนวนรองลงมา โดยมีจำนวน 76 ข่าว หรือคิดเป็น 15% และข่าวจริงมีจำนวนน้อยที่สุด โดยมีจำนวน 69 ข่าว หรือคิดเป็น 14%

2.2. การเตรียมข้อมูลสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติ ประกอบด้วยการทำความสะอาดข้อมูล การแบ่งข้อมูล การลบคำหยุด การตัดคำ การแปลงข้อความให้เป็นชุดข้อมูลตัวเลข และ TF-IDF รายละเอียดดังนี้

2.2.1. การทำความสะอาดข้อมูล (data cleaning) คือการกำจัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นหรือผิดพลาดออกจากชุดข้อมูล เพื่อให้ชุดข้อมูลมีความถูกต้อง และพร้อมสำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง เช่นการกำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง การกำจัดข้อมูลซ้ำซ้อน การแก้ไขข้อมูลผิดพลาด และการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม

2.2.2. การแบ่งข้อมูล (data splitting) คือการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลฝึกสอน (training data) และข้อมูลทดสอบ (testing data) ซึ่งในงานวิจัยนี้แบ่งข้อมูลออกเป็น 80:20 กล่าวคือได้แก่ ข้อมูลฝึกสอน (training data) คิดเป็นร้อยละ 80 ของข้อมูลทั้งหมด และข้อมูลทดสอบ (testing data) คิดเป็นร้อยละ 20 ของข้อมูลทั้งหมด

2.2.3. การลบคำหยุด (stop words) คือ การนำคำที่ไม่เพิ่มความหมายให้กับประโยค หรือ คำทั่วไป คำที่พบบ่อยในประโยค หรือในเอกสารแต่ไม่ค่อยสื่อความหมาย เช่น “แล้ว” หรือ “เลย” (Surapong Kanoktipsatharporn 2019)

ตัวอย่าง: กินยาAAแล้วพอมใน 3 วันเลย

ผลลัพธ์ : กินยาAAพอมใน 3 วัน

2.2.4. การตัดคำ (tokenization) คือการตัดคำออกจากประโยค โดยดำเนินการตัดคำออกมาเป็นคำเล็กๆ ซึ่งแต่ละคำที่ถูกตัดออกมาจะถูกเรียกว่า token (อาทิตย์ สกุลเมือง. Sep 29, 2022. Bigdata Thailand)

ประโยค กินยาAAพอมใน 3 วัน

ผลลัพธ์ : กิน|ยา| AA|พอม|ใน 3 วัน

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์การตัดคำจากชุดข้อมูลข่าว

ลำดับที่	text	label	split
1	ตามที่มีการโพสต์รูปภาพ และข้อความในสื่อออนไลน์ต่าง ๆ เกี่ยวกับประเด็นเรื่อง รพ.ภูมิพลฯ ปิดให้บริการห้องฉุกเฉิน หลังพบผู้ป่วยโควิด-19 เข้ามารักษา ทางศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมได้ดำเนินการตรวจสอบข้อเท็จจริงโดย กองทัพอากาศ กระทรวง กลาโหม พบว่าประเด็นดังกล่าว นั้น เป็นข้อมูลบิดเบือน	ข่าว บิดเบือน	['โพสต์', 'จิตรกรรม', 'ข้อ', 'ความใน', 'สื่อ', 'ออนไลน์', 'ประเด็น', 'เรื่อง', 'รพ', 'ภูมิ', 'พลฯ', 'ให้บริการ', 'ห้อง', 'ฉุกเฉิน', 'คนป่วย', 'โควิด', 'เข้ามา', 'บำบัด', 'ต่อต้าน', 'ข่าว', 'ปลอม', 'ดำเนินการ', 'ตรวจสอบ', 'ข้อเท็จจริง', 'กองทัพอากาศ', 'กระทรวงกลาโหม', 'ประเด็น', 'ข้อมูล', 'บิดเบือน']

2.2.5. การแปลงข้อความให้เป็นชุดข้อมูลตัวเลข (countVectorizer) โดยพิจารณาจากจำนวนคำหรือวลีที่ปรากฏในข้อความนั้นๆ โดย countVectorizer จะไม่สนใจลำดับของคำหรือวลีในข้อความ แต่จะสนใจเพียงจำนวนคำหรือวลีที่ปรากฏเท่านั้น สามารถใช้ในการวิเคราะห์ตรวจสอบข่าวปลอมภาษาไทยได้ โดยพิจารณาจากจำนวนครั้งที่คำหรือวลีนั้นๆ ปรากฏในข่าว โดยคำหรือวลีที่มีจำนวนครั้งที่ปรากฏบ่อยในข่าวปลอม แต่มีจำนวนครั้งที่ปรากฏน้อยในข่าวจริงจะมีโอกาสเป็นคำหรือวลีที่บ่งชี้ว่าข่าวนั้นเป็นข่าวปลอม

2.2.6. TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) เป็นวิธีการวัดความสำคัญ
ของคำในเอกสาร โดยเปรียบเทียบความถี่ที่คำนั้นปรากฏในเอกสารกับจำนวนเอกสารทั้งหมดในคลังข้อมูล
(corpus)

2.3. SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) เป็นเทคนิคการแก้ไขข้อมูล
แบบไม่สมดุล โดยการเพิ่มข้อมูลส่วนน้อย (minority class) เข้าไปในชุดข้อมูล โดยการสร้างข้อมูลขึ้นมาใหม่
หรือการสังเคราะห์ข้อมูล โดยอาศัยข้อมูลส่วนน้อยที่มีอยู่จริง ในกรณีของการจำแนกข่าวปลอม ข่าวจริง และข่าว
บิดเบือน โดยข้อมูลของข่าวปลอมจะมีจำนวนมากกว่าข้อมูลของข่าวจริงและข่าวบิดเบือน เนื่องจากข่าวปลอม
มักจะถูกเผยแพร่ได้ง่ายและรวดเร็วกว่าข่าวจริงและข่าวบิดเบือน จะส่งผลให้แบบจำลองที่ใช้สามารถจำแนกข่าว
ปลอมได้มีประสิทธิภาพต่ำกว่าการจำแนกข่าวประเภทอื่น จึงทำให้แบบจำลองเกิดการเอนเอียง (bias) จึงจะต้องทำ
การปรับข้อมูลให้สมดุลด้วยเทคนิค SMOTE (วิทยา ปัญญา และวฤษาย์ รมสายหยุด, 2566)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำแนกประเภทข่าวปลอม 3 ประเภท ได้แก่ข่าวจริง ข่าวปลอม และข่าวบิดเบือน
ร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) โดยใช้อัลกอริทึม
(algorithm)การเรียนรู้ของเครื่อง จำนวน 4 อัลกอริทึม ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลาย
ชั้น ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ป่าสุ่ม และการถดถอยโลจิสติก ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพจาก 4 อัลกอริทึม

No.	Classifier	Training				Testing			
		Accuracy	Precision	Recall	F1	Accuracy	Precision	Recall	F1
1.	MLP	1	1	1	1	0.85	0.69	0.86	0.74
2.	SVM	0.99	0.99	0.99	0.99	0.88	0.72	0.95	0.79
3.	RF	1	1	1	1	0.98	0.99	0.96	0.97
4.	LR	1	1	1	1	0.99	0.99	0.97	0.98

จากตารางที่ 4 พบว่าอัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติกมีค่าความถูกต้อง ค่าครบถ้วน ค่าความแม่นยำ และ
ค่าสัมประสิทธิ์สูง หรือมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบจำลองอื่นๆ ทั้งการฝึกสอนและการทดสอบแบบจำลองซึ่งมีค่า
เข้าใกล้ 1 หมายความว่าแบบมีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล

จากนั้นนำแบบจำลองที่พัฒนาด้วยอัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติก ดำเนินการทดสอบในสภาพแวดล้อมการ
ทำงานจริง กับชุดข้อมูลใหม่ (new data) หรือข้อมูลที่ไม่เคยเห็น (unseen data) กล่าวคือเป็นข้อมูลใหม่ที่
แบบจำลองไม่เคยเห็นมาก่อน จำนวน 30 ข่าว เพื่อจำแนกข่าว ซึ่งผลการดำเนินการดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตัวอย่างผลการจำแนกประเภทข่าวใหม่จำนวน 5 ข่าว

เนื้อหาข่าว	ข้อมูลจริง	ผลการจำแนกประเภทข่าว
1. สมอ. ควบคุมที่นั่งเด็กเล็กในรถยนต์ ต้องได้มาตรฐาน มอก. จริงหรือ?	ข้อมูลจริง	ข่าวจริง
2. วอลท์ สตรีท เจอร์นัล อ้างการเปิดเผยของเจ้าหน้าที่ทหารสหรัฐฯ ว่า กองทัพอิสราเอลได้ติดตั้งเครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ 5 เครื่องใกล้กับค่ายผู้ลี้ภัยอัลซาดิ ในเมืองกาซาซิตี ทางตอนเหนือของฉนวนกาซา เพื่อสูบน้ำทะเลจากทะเลเมดิเตอร์เรเนียนมายังอูโมงค์ใต้ดิน	ข้อมูลจริง	ข่าวจริง
3. ตามที่มีการเผยแพร่ข้อความบนสื่อออนไลน์เกี่ยวกับหน้ามิดหลังตื่นนอนบ่อย สัญญาณหัวใจอ่อนแอ ทางสถาบันโรคทรวงอก กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้ตรวจสอบข้อมูลและชี้แจงว่า หน้ามิดเป็นภาวะที่ความดันโลหิตในร่างกายนอนต่ำลงอย่างฉับพลันจากการเปลี่ยนท่าทางกะทันหัน พบขณะลุกขึ้นยืนอย่างรวดเร็วจากทำนองหรือนอน เนื่องจากเลือดในร่างกายนไหลเวียนกลับสู่หัวใจลดลงส่งผลให้เลือดไปเลี้ยงสมองลดลงชั่วคราว จนอาจเกิดอาการผิดปกติตามมา เช่น เวียนศีรษะ หน้ามืด และไม่ได้เป็นสัญญาณหัวใจอ่อนแอแต่อย่างใด	ข้อมูลเท็จ	ข่าวปลอม
4. กรณีที่มีผู้ให้คำแนะนำผ่านโซเชียลมีเดียว่า ผลิตภัณฑ์ Wiberty ป้องกันอาการตาเลอะเลือน จอประสาทตาเสื่อม ช่วยเพิ่มน้ำหล่อลื่นในดวงตา ลดอาการตาแห้ง ปวดตา ทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ได้ตรวจสอบข้อมูลและชี้แจงว่า ผลิตภัณฑ์ฉลากระบุ Wiberty Dietary Supplement เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้รับอนุญาต	ข้อมูลเท็จ	ข่าวปลอม
5. ผู้ป่วยโรคมะเร็งห้ามรับประทานปลา เพราะโปรตีนจากปลาทำให้เกิดการอักเสบระดับเซลล์ ได้ทำงานหนัก เลือดเป็นกรด ทางสถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้ตรวจสอบข้อมูลและชี้แจงว่า ปัจจุบันยังไม่มีหลักฐานทางวิชาการที่ยืนยันแน่ชัดว่า โปรตีนจากปลาทำให้เกิดการอักเสบระดับเซลล์ และไม่มีข้อห้ามในการรับประทานปลาในผู้ป่วยโรคมะเร็ง	ข้อมูลเท็จ	ข่าวปลอม

สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการตรวจจำแนกข่าวปลอม สำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติของภาษาไทยโดยใช้อัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติก ข้อมูลข่าวภาษาไทยจากเว็บไซต์ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอม ประเทศไทย ในช่วยตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2563 ถึง สิงหาคม 2564 ข่าวปลอมเพิ่มขึ้นตลอดเวลาก่อให้เกิดความเสียหายต่อสังคมอย่างมาก การพัฒนาโมเดลตรวจจำแนกข่าวปลอมในภาษาไทยโดยใช้อัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติกและการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลบนชุดข้อมูลทดสอบ ช่วยลดการกระทำที่เกี่ยวข้องกับข่าวปลอมและช่วยปรับปรุงคุณภาพข้อมูลข่าวที่เผยแพร่ในอินเทอร์เน็ต แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งเป็นศาสตร์ด้านปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น, MLP ซัพพอร์ตเวกเตอร์ ,SVM ป่าสุ่ม (Random Forest) การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของเครื่องชนิดต่างๆ กลุ่มโมเดลที่พบว่าดีที่สุดในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถตรวจจำแนกข่าวปลอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าความถูกต้อง (accuracy)

เท่ากับ 0.99 ค่าความแม่นยำ (precision) เท่ากับ 0.97 ค่าความครบถ้วน (recall) เท่ากับ 0.99 และค่าสัมประสิทธิ์ (F1-score) เท่ากับ 0.98 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถจำแนกข่าวปลอมออกจากข่าวจริงและข่าวบิดเบือนได้อย่างแม่นยำ ระบบการตรวจจับข่าวปลอมนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข่าวภาษาไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดการแพร่กระจายของข่าวปลอม และช่วยให้ผู้อ่านสามารถแยกแยะข่าวจริงจากข่าวปลอมได้อย่างถูกต้อง

งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบการตรวจจับข่าวปลอมสำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติของภาษาไทยโดยใช้อัลกอริทึมการถดถอยโลจิสติก ซึ่งสามารถตรวจจับข่าวปลอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ที่ให้ความสะดวกและให้ข้อมูลต่าง ๆ สำหรับในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ที่ทำให้ผู้จัดทำได้ดำเนินวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วณิชยา ร่มสายหยุด อาจารย์ที่ปรึกษา และคณาจารย์หลักสูตรสาขาวิชา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ธรณีพิบัติภัย, กรุงเทพมหานคร. แหล่งข้อมูล: <https://www.dmr.go.th/>
- กอบเกียรติ สระอุบล. (2563). เรียนรู้ Data Science และ AI:Machine Learning ด้วย Python. หสม มีเดีย กาญจน ฦ ศรีระ, กิตติศักดิ์ เกิดประสพ, & นิตยา เกิดประสพ. (2561). การเปรียบเทียบเทคนิคการสุ่มตัวอย่างเพื่อการจำแนกข้อมูลที่ไม่สมดุล. วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์, 21-35.
- กิตติศักดิ์ กิตติฐานุสรณ์. (2563). การจำแนกประเภทข่าวด้วยวิธีการเรียนรู้ด้วยเครื่อง. สารนิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพมหานคร.
- ธัชพิชญ์ ชำนาญกิจ และ จิตติรัตน์ ศิริบรรรัตนกุล. (2565). การตรวจสอบข่าวปลอมภาษาไทยด้วยเทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติ. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- เนทเวิร์ค. กรุงเทพมหานคร.
- ผู้จัดการออนไลน์. (2564). แหล่งข้อมูล: <https://mgronline.com/factcheck/detail/9640000045178>
- วิทยา ปัญญา และ วณิชยา ร่มสายหยุด. (2565). วิธีการสร้างแบบจำลองเชิงทำนายพฤติกรรมการณ์ผิดเงื่อนไขการปล่อยชั่วคราวของศาลจากชุดข้อมูลที่ไม่สมดุลโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ISSN: 1686-9664, ปีที่ 42, ฉบับที่ 2 เดือนมีนาคม-เดือนเมษายน พ.ศ. 2566
- ศูนย์ต่อต้านข่าวปลอมประเทศไทย. (2563). แหล่งข้อมูล: <https://www.antifakenewscenter.com/>
- สุปัญญา อภิวงค์โสภณ. (2561). การตรวจสอบข่าวปลอมด้วยวิธีการเรียนรู้ด้วยเครื่อง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร.
- อนันท์ ชกสุริวงค์ และ ชวัล วัฒนากิจจากุล. (2564). ตัวแบบเชิงลึกเพื่อตรวจจับข่าวปลอมภาษาไทยบนสื่อสังคมออนไลน์. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- อานนท์ ปุยตระกูล. (2560). ทำไม NLP ภาษาไทยถึงไม่โตสักที. แหล่งข้อมูล: <https://arnondora.in.th/why-thai-nlp-is-not-moving-forward/>
- Bartosz Krawczyk. (2016). Learning from imbalanced data: open challenges and future directions. *Progress in Artificial Intelligence*, 5, 221-232.
- Bijoyan Das, Sarit Chakraborty. (2018). An Improved Text Sentiment Classification Model Using TF-IDF and Next Word Negation. ArXiv, abs/1806.06407.
- Haykin, S. (1994). *Neural networks: a comprehensive foundation*, Prentice Hall PTR
- Hoang Minh. (2018, October 11). How to Handle Imbalanced Data in Classification. 7de598c1059f
- Jason Brownlee. (2021). SMOTE for Imbalanced Classification with Python. แหล่งข้อมูล: <https://machinelearningmastery.com/smote-oversampling-for-imbalanced-classification/>
- Noel Bambrick. (2016). Support Vector Machines: A Simple Explanation (ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.kdnuggets.com/2016/07/support-vector-machines-simple-explanation.html>
- Surapong Kanoktipsatharporn. (2019). Training Set คืออะไร ทำไมเราต้องแยกชุดข้อมูล Train / Test Split เป็น Training Set, Validation Set และ Test Set ใน Machine Learning. แหล่งข้อมูล: <https://www.bualabs.com/archives/532/what-is-training-set-why-train-test-split-training-set-validation-set-test-set/>

การศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกภาพโรคบนใบสตรอเบอร์รี่ด้วย
โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ
Study and Comparison of Efficiency of an Image Classification of
Diseases on Strawberry Leaves with Convolutional Neural Networks
Using Image Augmentation Techniques

สุทธวีร์ วงศ์สารภี¹ และ วุฒิชัย ปวงมณี^{1*}

Sutthawee Wongsarapee¹ and Wutthichai Puangmanee^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

169 หมู่ 3 ตำบลหนองแก้ว อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230

¹Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering and Technology

North-Chiang Mai University 169 M.3 Nongkeaw Hangdong Chiang Mai 50230

*Corresponding author E-mail: wutichai@northcm.ac.th

บทคัดย่อ

สตรอเบอร์รี่เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นผลไม้ที่ให้ผลตอบแทนสูง แต่ในการดูแลและเพาะปลูกพบว่าสตรอเบอร์รี่มี โรค แมลง และศัตรูพืชจำนวนมาก นับตั้งแต่ระยะต้นกล้าไปจนถึงระยะเก็บผล สตรอเบอร์รี่ โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเกษตรต้องสูญเสียผลผลิตและรายได้ไปจำนวนมาก การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกภาพโรคบนใบสตรอเบอร์รี่ จำนวน 3 โรค คือ โรคจุดด่าง (Leaf Spot) โรคใบไหม้ (Bacterial Leaf Scorch) และ โรคราแป้ง (Powdery Mildew) โดยใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) และเทคนิคการเพิ่มภาพ (Data Augmentation) ซึ่งโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันได้รับความนิยมในการนำมาจำแนกภาพ เพราะสามารถจัดการกับลักษณะทางพื้นที่ของข้อมูลภาพได้ดี สำหรับใช้การสกัด (Filter) บนภาพเพื่อหาลักษณะพิเศษ (Feature) ที่สำคัญ เช่น เส้นขอบ (Edge) หรือลวดลาย (Pattern) ร่วมกับการใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ เพื่อสร้างตัวอย่างข้อมูลใหม่จากข้อมูลภาพที่มีอยู่ โดยใช้วิธีการเปลี่ยนแปลงภาพ เพื่อลดโอกาสที่โมเดลจะทำนายผลลัพธ์ได้ความแม่นยำต่ำเมื่อทำการทดสอบ ซึ่งในบทความนี้ได้นำเสนอทั้งหมด 5 วิธี ประกอบด้วย กลับภาพในแนวตั้ง (Vertical Flip) กลับภาพในแนวนอน (Horizontal Flip) ภาพระดับสีเทา (Grayscale Image) ขยายภาพ (Zoom) และปรับความสว่างของภาพ (Brightness) ในการทดลองแต่ละชุดข้อมูลใช้รูปภาพจำนวน 2,192 ภาพ ผลการทดลองโดยใช้โมเดลโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน วิธีการที่นำเสนอได้ประสิทธิภาพความแม่นยำร้อยละ 93.79

คำสำคัญ : โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน, เทคนิคการเพิ่มภาพ, โรคจุดด่าง, โรคใบไหม้, โรคราแป้ง

Abstract

Strawberries are an economically important fruit due to their high returns. However, in the process of caring for and cultivating strawberries, various diseases, insects, and pests have been identified, impacting production and income in the agricultural sector. From the seedling stage to the strawberry picking stage, especially diseases caused by viruses. The objective of this study is to investigate and compare the efficiency of image classification for three diseases on

strawberry leaves: Leaf spot, Bacterial leaf scorch, and Powdery mildew. The study used Convolutional Neural Network (CNN) architecture and image augmentation techniques. CNN is popular for image classification because it effectively handles the spatial characteristics of image data, such as using filters on images to identify important features, edge detection, or patterns, along with image augmentation techniques to create new data samples. This is to reduce the chance that the model will predict results with low accuracy when testing. The study presents a total of five Data Augmentation methods, including Vertical Flip, Horizontal Flip, Grayscale images, Zoom, and Brightness adjustment. Each experiment used a dataset comprising 2,192 images. The results of the experiments, employing a CNN model, demonstrated an accuracy performance of 93.79%.

Keywords: Convolutional Neural Network, Data Augmentation, Leaf spot, Left scorch, Powdery mildew

บทนำ

การเพาะปลูกสตรอเบอร์รี่ซึ่งจัดว่าเป็นผลไม้เศรษฐกิจและมีมูลค่าสูงชนิดหนึ่งที่มีการเพาะปลูกในประเทศไทย โดยเฉพาะทางภาคเหนือจะทำการเพาะปลูกในพื้นที่ๆ มีอากาศเย็น อุณหภูมิโดยประมาณ 15 – 30 องศา ซึ่งด้วยสภาพภูมิอากาศและสถานที่ในการเพาะปลูกของเกษตรกร ส่วนใหญ่จะปลูกบนพื้นที่สูงตามไหล่ภูเขาที่มีความชันหรือพื้นที่ราบปลูกในดิน ในรูปแบบระบบเปิดไม่มีหลังคาที่คลุมด้วยพลาสติกใสเพื่อป้องกันน้ำค้าง ทำให้ต้น สตรอเบอร์รี่มีโอกาสเกิดการติดเชื้อราจากทั้งทางใบและทางลำต้น ทำให้ต้องมีการคัดแยกไปทำลายและกำจัดทิ้ง หรือแยกไปดูแลรักษา โดยโรคเชื้อราที่ติดต่อทางใบ วิชัย และ ชีระ (2518) ได้ทำการสำรวจในประเทศไทยพบจำนวน 3 โรค คือ โรคใบจุด (Leaf Spot) โรคใบไหม้ (Leaf Blight) และโรคผิวใบไหม้ (Leaf Scorch) ต่อมาอำไพวรรณ และคณะ (2540) ได้ทำการสำรวจโรคและแมลงศัตรูของสตรอเบอร์รี่ในภาคเหนือของประเทศไทยที่โครงการหลวงอินทนนท์และโครงการวิจัยดอยตุง จากแปลงผลิตไหล สตรอเบอร์รี่โดยตรวจพบโรคทางใบของสตรอเบอร์รี่ทั้งหมด 7 โรค ประกอบด้วย โรคใบจุด (Leaf Spot) โรคใบไหม้ (Leaf Blight) โรคผิวใบไหม้ (Leaf Scorch) โรคใบไหม้สีม่วง (Leaf Blotch) โรคราแป้งขาว (Powdery Mildew) โรคใบจุดเหลี่ยม (Angular Leaf Spot) และ โรคใบด่าง (Mosaic) ปัจจุบันเกษตรกรในภาคเหนือและจังหวัดเชียงใหม่จะนิยมปลูกสตรอเบอร์รี่สายพันธุ์พระราชทาน 80 เพราะมีขนาดของผลที่ใหญ่ รสชาติหวานและให้ผลผลิตต่อต้นสูง อีกทั้งยังเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการหลวง แต่ก็พบว่ามีการระบาดของโรคเชื้อราที่ติดต่อทางใบที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้น สตรอเบอร์รี่ (สำนักงานเกษตร อำเภอสะเมิง, 2565) รวมไปถึงการระบาดของแมลงศัตรูและส่งผลต่อผลผลิต

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกภาพโรคบนใบสตรอเบอร์รี่โดยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolution Neural Network : CNN) และเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้วิธีการเพิ่มภาพ (Image Augmentation) สำหรับจำนวนข้อมูลภาพที่มีจำนวนจำกัดและส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการจำแนกภาพ ซึ่งประกอบไปด้วย วิธีการพลิกภาพ การปรับระดับสีเทา การขยายภาพ และการปรับแสงของภาพ โดย พิมพา ชีวาประกอบกิจ (2562) เสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ โดยใช้ข้อมูลการทดลองนี้รวบรวมจาก Canada Institute for Advanced Research (CIFAR-10) ประกอบด้วยเทคนิค การปรับสีของภาพ การหมุนภาพ การย่อ หรือ ขยายภาพ และการกลับด้านของภาพ โดยเทคนิคการย่อหรือขยายภาพ ได้ความแม่นยำในการ

จำแนกสูงสุดที่ 86.84% และประสิทธิภาพโดยรวมในวิธีที่เสนอในการจำแนกมีความแม่นยำขึ้นจาก 84.79% เป็น 87.57% และณัฐวุฒิ ศรีวิบูลย์(2564) เสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพการจำแนกภาพเอกซเรย์ทรวงอกด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน สำหรับจำแนกภาพเอกซเรย์ทรวงอก โดยใช้เทคนิคการเพิ่มรูปภาพ 3 วิธีด้วยกัน คือ การย่อหรือขยาย (Zoom) การหมุนภาพ (Rotation) และการพลิกกลับด้าน (Flips) ใช้ภาพทั้งหมดจำนวน 600 ภาพ โดยการหมุนภาพให้ประสิทธิภาพการฝึกสอนสูงสุดที่ 99.67% ถึงแม้ว่าจะมีผู้เสนอแนวทางในการปรับปรุงที่ใช้วิธีการเดียวกัน (Xu and Yan, 2022) แต่ก็ยังมีความแตกต่างในการใช้สถาปัตยกรรมเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปพัฒนาและต่อยอดสำหรับการออกระบบจำแนกประเภทรูปภาพ เมื่อตรวจจับลักษณะของโรคบนใบสโตรเบอร์ที่แสดงถึงระดับความรุนแรงของโรค เพื่อให้เกษตรกรหรือผู้ดูแลสวนสามารถทราบถึงระดับความเสี่ยงของโรคสำหรับการวางแผนและการจัดการทรัพยากร ตลอดจนการพัฒนาวิธีการรักษาและป้องกันโรคในอนาคตต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยนี้ได้ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำการทดลอง โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือในการทดลองและวิธีการทดลองดังนี้

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

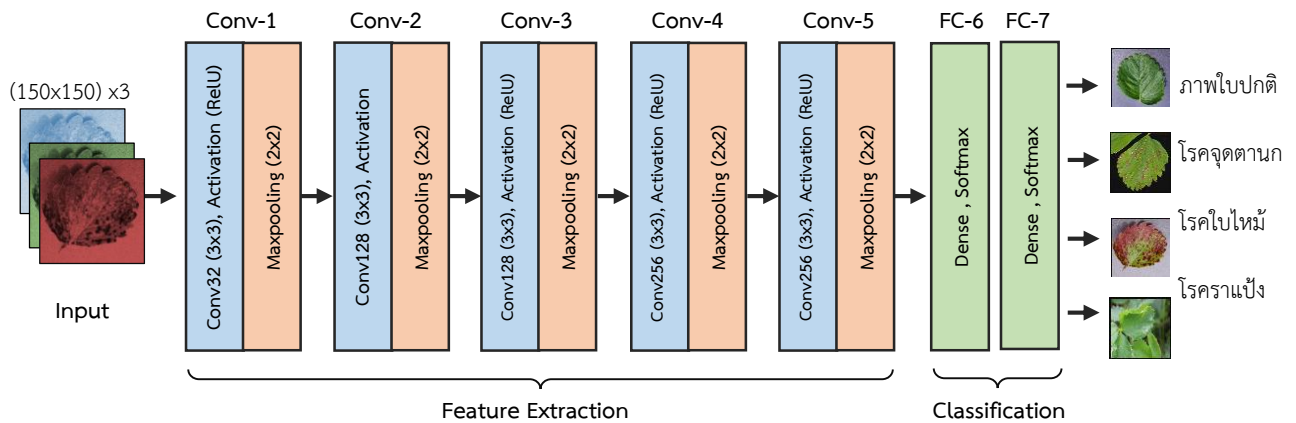
- เครื่องคอมพิวเตอร์หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Core-i7
- หน่วยความจำหลัก (RAM) 16 GB
- การ์ดจอ (GPU) 4 GB
- ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) 500 GB

1.2 ซอฟต์แวร์

- Libraries Tensor Flow เวอร์ชัน 2.10.0
- Libraries Keras เวอร์ชัน 2.10.0
- Python เวอร์ชัน 3.9
- โปรแกรม PyCharm 2023.2.1 (Community Edition)

2. โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network : CNN)

Convolutional Neural Networks (CNNs) เป็นโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่ได้รับความนิยมมากในการประมวลผลภาพและวิดีโอ อาจประกอบไปด้วยหนึ่งชั้นหรือหลายชั้น และประกอบรวมกับชั้นที่เชื่อมต่อสมบูรณ์ (Fully Connected Layer) ในชั้นสุดท้าย โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีในการจำแนกหรือสกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction) ที่เหนือกว่าโครงสร้างการเรียนรู้เชิงลึกแบบอื่นๆ สามารถเรียนรู้ลักษณะเฉพาะของภาพที่สำคัญเพื่อทำให้มิติข้อมูลลดลงและสามารถนำโมเดลที่ถูกฝึกสอนมาก่อน (Pre-trained Model) ไปใช้กับงานที่มีปริมาณของข้อมูลจำนวนน้อยได้ โดยข้อเสียของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันต้องการข้อมูลที่มีจำนวนมากสำหรับการฝึกสอนโมเดลให้มีประสิทธิภาพ ทำให้ต้องใช้ทรัพยากรในการคำนวณมากขึ้นตาม

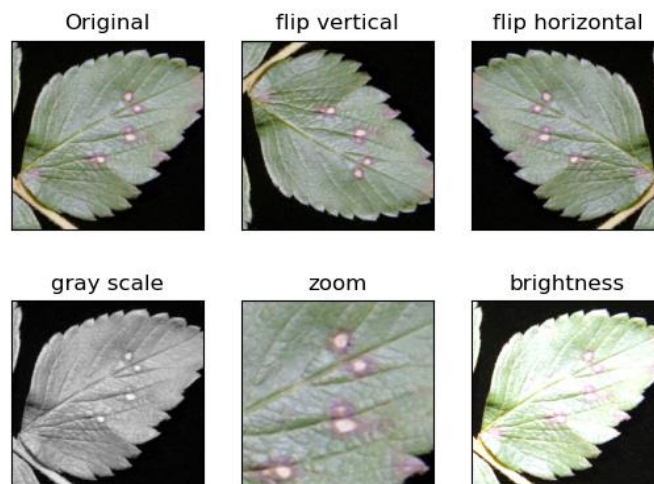


ภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN)

ในการศึกษาได้ออกแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน แสดงดังภาพที่ 1 โดยกำหนดขนาดภาพสำหรับการประมวลผลให้มีขนาดความกว้างและความสูงของภาพที่ 150x150 พิกเซล และใช้ทั้ง 3 ลำดับชั้นสี (RGB) มีทั้งหมด 7 ชั้น (Convolution) และคลาสที่ใช้ในการทำนายจำนวน 4 คลาส ประกอบด้วย ภาพใบปกติไม่ติดโรค ภาพใบโรคจุดตาดนก ภาพใบโรคใบไหม้และภาพใบโรคราแป้ง ใช้ฟังก์ชันกระตุ้น ReLU (Rectified Linear Unit) โดยชั้นเชื่อมต่อสมบูรณ์ชั้นสุดท้ายมี 2 ชั้นและมีพารามิเตอร์ทั้งหมด 1,081,025 พารามิเตอร์

3. เทคนิคการเพิ่มภาพ (Image Augmentation)

การเพิ่มภาพ คือ การนำรูปภาพที่เตรียมไว้มาทำการตกแต่งหรือดัดแปลงเพื่อให้ได้รูปภาพใหม่ออกมา โดยวิธีการที่ใช้นั้นมีอยู่หลายวิธีตั้งแต่ การหมุนภาพ การบิดภาพ การปรับแสงภาพ การเบลอภาพ การกลับด้านภาพ การเพิ่มจุดบนภาพ เป็นต้น วิธีการที่ใช้นั้นต้องคำนึงถึงความเป็นจริงที่จะเกิดขึ้นกับภาพ โดยไม่ทำการปรับแต่งภาพให้คลาดเคลื่อนกับความเป็นจริงมากเกินไป ซึ่งแนวคิดของเทคนิคการเพิ่มภาพนั้นถูกใช้ขึ้นมาเพื่อเพิ่มจำนวนชุดข้อมูล (Dataset) สำหรับแก้ปัญหาปริมาณข้อมูลที่จำกัด (Overfitting) เมื่อทำการทดสอบและแบ่งส่วนของข้อมูลสำหรับการประเมินผลโมเดล (Evaluation) ที่ส่งผลต่อความแม่นยำ (Accuracy) ที่เกิดขึ้นกับโมเดลที่ออกแบบ



ภาพที่ 2 เทคนิคการเพิ่มภาพ (Image Augmentation)

ดังตัวอย่างภาพที่ 2 เป็นตัวอย่างรูปแบบการนำมาใช้ในการศึกษาที่นำเสนอในบทความนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย เทคนิคการกลับภาพในแนวตั้ง (Vertical Flip) กลับภาพในแนวนอน (Horizontal Flip) ภาพระดับสีเทา (Grayscale image) ขยายภาพ (Zoom) และปรับความสว่างของภาพ (Brightness)

4. โรคที่อาจเกิดขึ้นบนใบสตรอเบอร์รี่และสามารถทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้ โดยในการศึกษานำเสนอโรคที่เกิดขึ้นทางใบของสตรอเบอร์รี่ ดังนี้

4.1 โรคจุดตานก (Leaf spot)

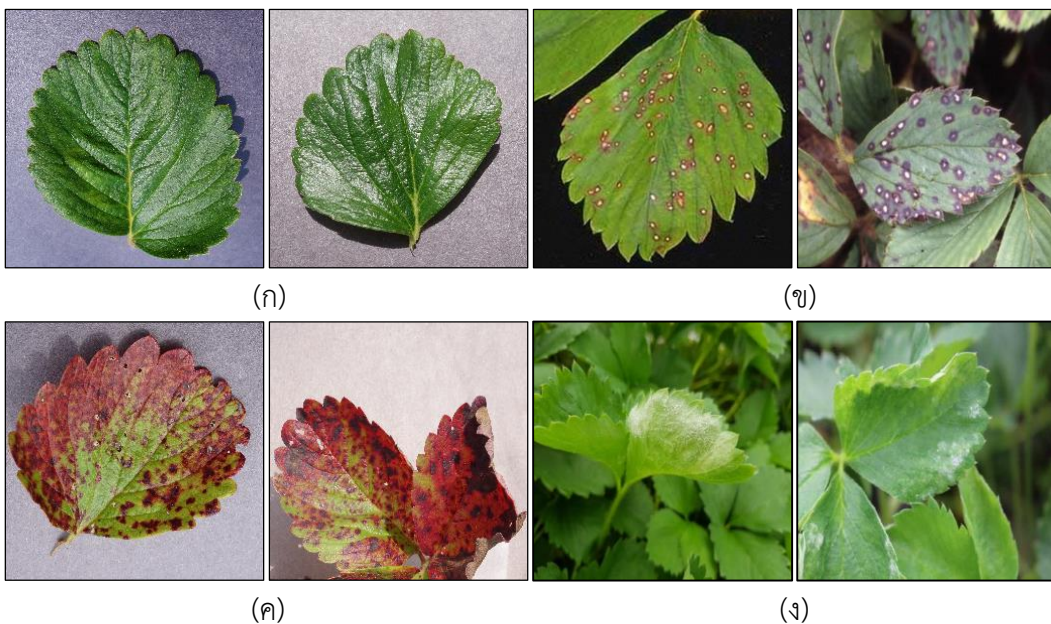
เป็นโรคที่พบโดยทั่วไปในการปลูกสตรอเบอร์รี่ สามารถทำลายได้ในทุกระยะการเจริญเติบโตของสตรอเบอร์รี่ ในบางพื้นที่จัดว่าเป็นโรคที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากการระบาดที่รุนแรง ทำให้เกิดความสูญเสียต่อผลผลิตสูง เชื่อสามารถมีชีวิตอยู่ข้ามฤดูของการปลูกได้ โรคนี้ทำให้เกิดจุดสีน้ำตาลหรือน้ำตาลที่ขอบใบ และอาจขยายไปทั้งใบ สาเหตุของโรคมักเป็นเชื้อรา เช่น *Colletotrichum Acutatum* หรือ *Mycosphaerella Fragariae* โดยจะทำลายใบแก่ทำให้ต้นสตรอเบอร์รี่อ่อนแอ ซึ่งอาจทำให้ผลผลิตลดลงในปีต่อมา ดังภาพที่ 3 (ข)

4.2 โรคใบไหม้ (Bacterial leaf scorch)

เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียชนิดหนึ่งชื่อ *Xylella Fastidiosa* โรคนี้ส่วนใหญ่พบในพืชต้นไม้และพืชอื่น ๆ แต่มีการพบเจอในสตรอเบอร์รี่ด้วย โรคใบไหม้ทำให้ใบเริ่มแห้งและพบลายเหลืองหรือสีน้ำตาลบนใบ โดยโรคนี้นักจะเริ่มแสดงอาการในช่วงฤดูร้อน อาการเริ่มแรกที่เกิดขึ้นคือ การแห้งของใบจากขอบใบที่เป็นโรคมักมีลักษณะจุดสีน้ำตาลหรือดำตามขอบและขยายไปทั้งใบ เชื้อแบคทีเรียจะทำให้เกิดการอุดตันในท่อน้ำของพืช ซึ่งส่งผลให้น้ำไม่สามารถไหลผ่านไปถึงใบได้ ดังภาพที่ 3 (ค)

4.3 โรคราแป้ง (Powdery mildew)

เป็นโรคที่พบได้บ่อยในการปลูกสตรอเบอร์รี่ โรคนี้ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อราในสกุล *Podosphaera* และมีลักษณะเป็นสีขาวๆ หรือเทาๆ เหมือนกับราแป้งที่ปกคลุมบนใบพืชส่วนใหญ่ โรคราแป้งทำให้ใบเล็ก ลามไปตามใบและลดความสามารถในการสังเคราะห์แสง ทำให้เกิดผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและผลผลิตของสตรอเบอร์รี่ ดังภาพที่ 3 (ง)

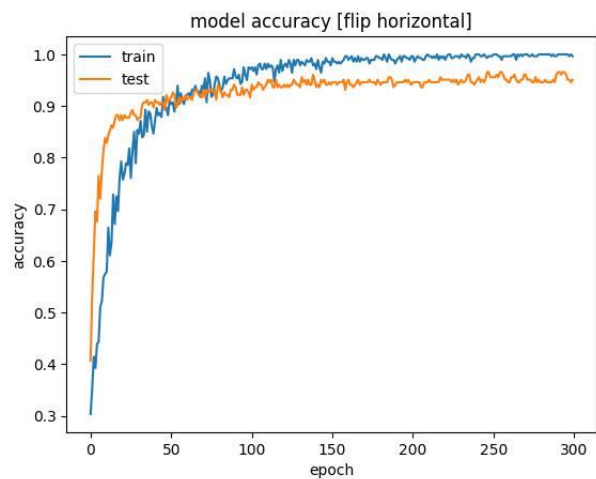
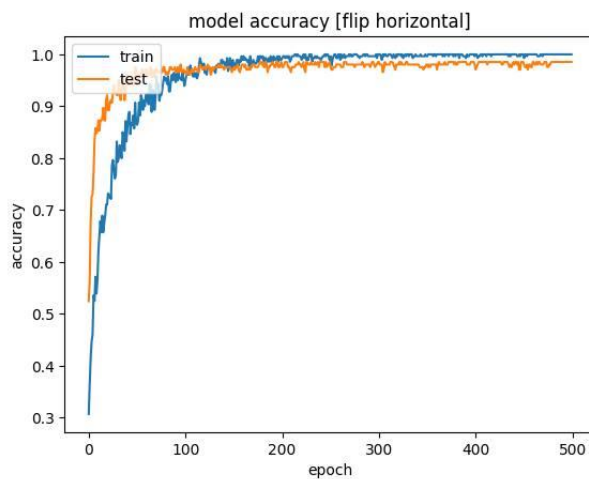


ภาพที่ 3 ใบสตรอเบอร์รี่ทั้ง 4 ชุดข้อมูล (ก) ใบสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ติดโรค (ข) โรคจุดตานก (Leaf Spot) (ค) โรคใบไหม้ (Bacterial Leaf Scorch) (ง) โรคราแป้ง (Powdery Mildew)

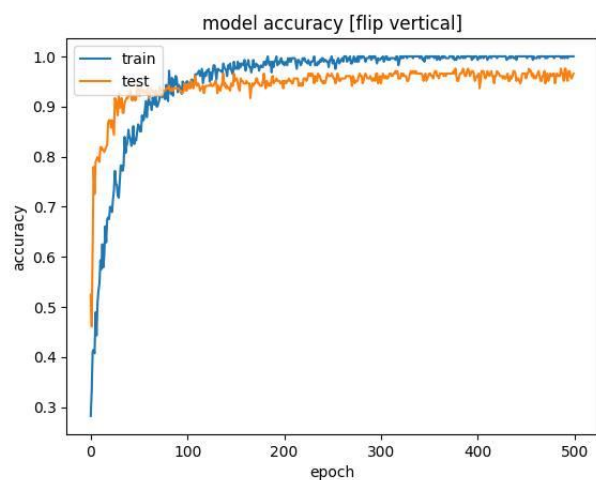
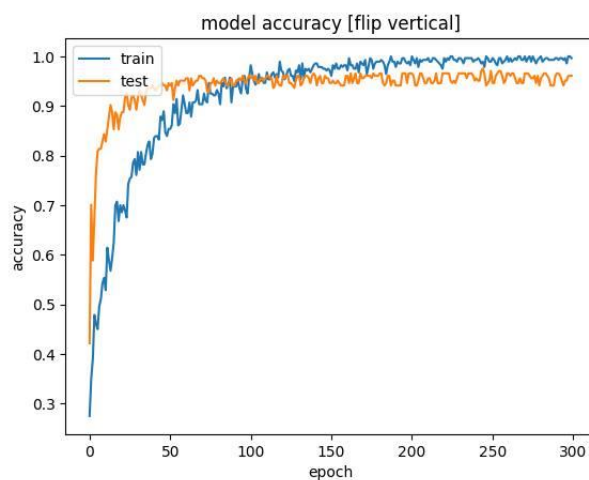
จากภาพที่ 3 ตัวอย่างภาพใบสตรอเบอร์รี่สำหรับการศึกษาโดยภาพ (ก) ใบสตรอรี่ที่ไม่ติดโรค โดยได้นำภาพจาก Abdallah ali (2019) (ข) โรคจุดตานก (Leaf Spot) บนใบต้นสตรอเบอร์รี่ ได้นำภาพจาก Nikit kashyap (2022) โดย (ค) โรคใบไหม้ (Bacterial Leaf Scorch) และ (ง) โรคราแป้ง (Powdery Mildew) ใช้ชุดข้อมูลภาพจาก Afzaal และคณะ (2021)

ผลการวิจัย

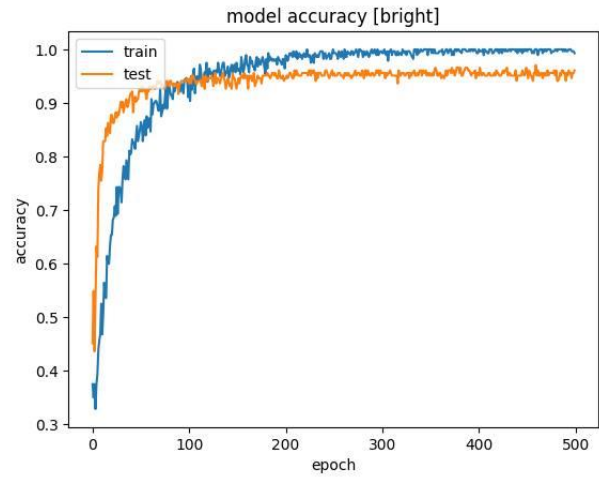
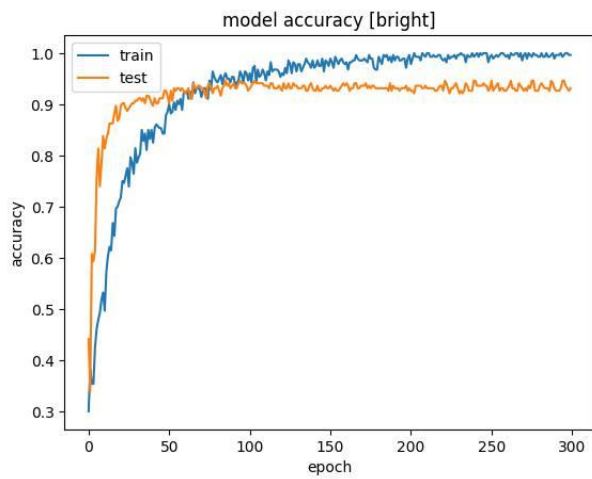
การทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการจำแนกใบสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ติดโรค โรคจุดตานก โรคใบไหม้และโรคราแป้ง ด้วยการประมวลผลภาพ ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 7 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ภาพปกติ ข้อมูลชุดที่ 2 กลับภาพในแนวตั้ง ข้อมูลชุดที่ 3 กลับภาพในแนวนอน ข้อมูลชุดที่ 4 ปรับภาพระดับสีเทา ข้อมูลชุดที่ 5 ขยายภาพ ข้อมูลชุดที่ 6 ปรับความสว่างของภาพและข้อมูลชุดที่ 7 (รวมข้อมูลชุดที่ 1-6) โดยแต่ละชุดข้อมูลจะประกอบด้วยภาพใบสตรอเบอร์รี่ไม่มีโรคจำนวน 456 ภาพ โรคจุดตานก จำนวน 416 ภาพ โรคใบไหม้ จำนวน 1,109 ภาพและ โรคราแป้ง จำนวน 211 ภาพ แต่ละชุดข้อมูลใช้รูปภาพจำนวน 2,192 ภาพ โดยแบ่งชุดข้อมูลสำหรับการทดสอบ (Test Set) ด้วยอัตราส่วน 70:15:15 โดยการทดลองกำหนดอัตราการเรียนรู้ที่ 0.00001 จำนวนรอบสูงสุดในการเรียนรู้ (Maximum Epoch) จำนวน 300 และ 500 รอบ (Epoch) ตามลำดับ



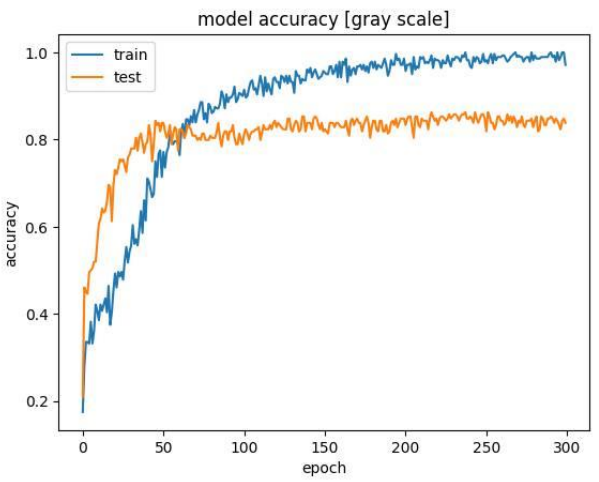
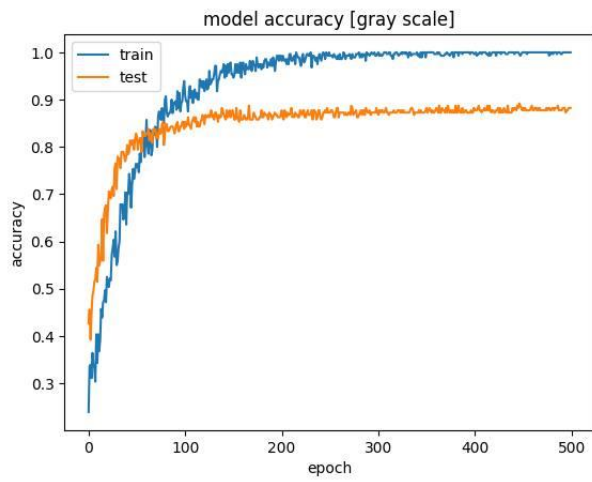
(ก)



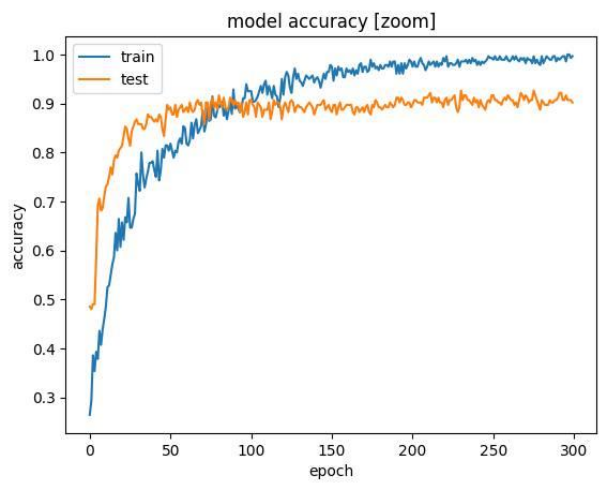
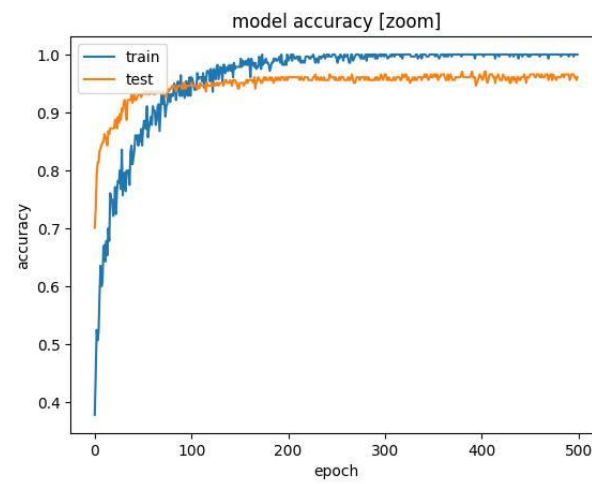
(ข)



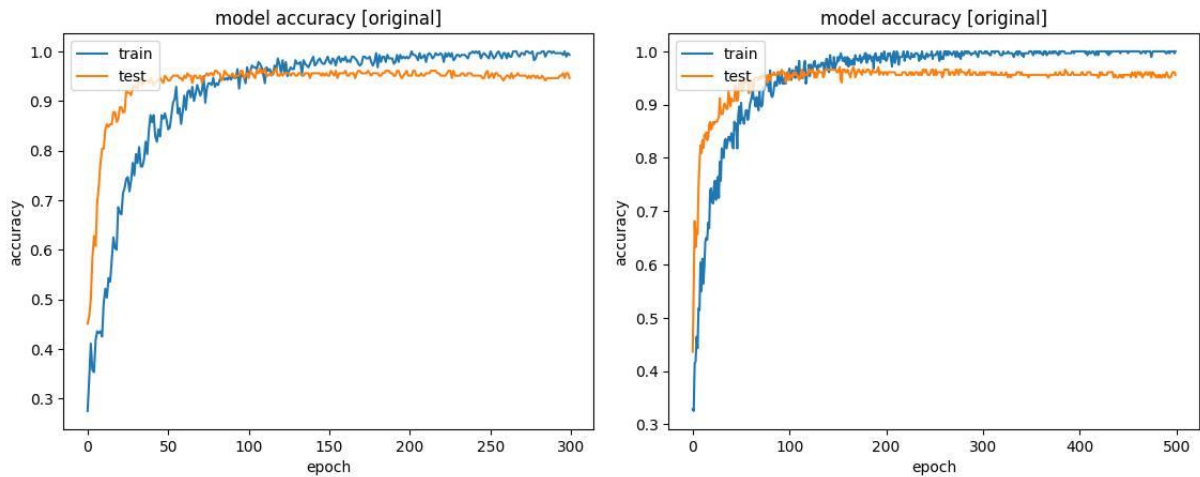
(ข)



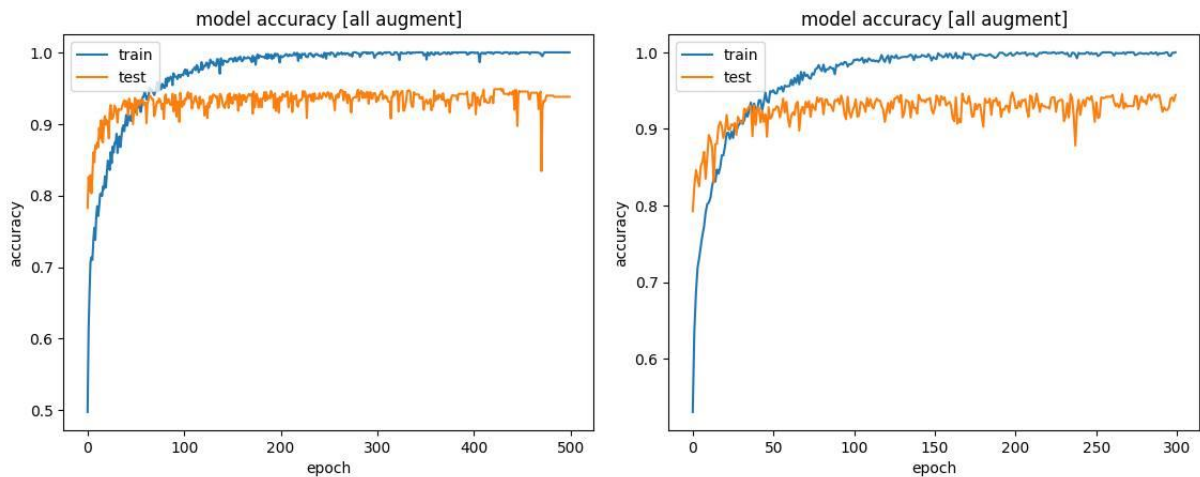
(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

ภาพที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแม่นยำและความผิดพลาด (ก) ชุดข้อมูลกลับภาพในแนวนอน (Horizontal) (ข) กลับภาพในแนวตั้ง (Vertical) (ค) ชุดข้อมูลปรับความสว่างของภาพ (Brightness) (ค) ปรับภาพระดับสีเทา (Grayscale) (ง) ชุดข้อมูลขยายภาพ (Zoom) (จ) ภาพปกติ (Original) (ฉ) ข้อมูลชุดที่ 7 (รวมข้อมูลชุดที่ 1-6)

จากการทดลองภาพที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแม่นยำของข้อมูลในแต่ละชุด จำนวนรอบการเรียนรู้ 300 และ 500 รอบ โดยมีการทดลองทั้งหมด 7 ชุดข้อมูล สามารถนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าการกำหนดจำนวนรอบในการเรียนรู้และจำนวนภาพที่แตกต่างกันส่งผลต่อความแม่นยำที่สูงขึ้นในบางชุดข้อมูล โดยภาพที่ 4 (ฉ) เป็นการทดลองที่ใช้จำนวนภาพมากที่สุด จำนวน 13,152 ภาพ เพราะเป็นการรวมภาพทุกชุดข้อมูลในการทดลอง หากพิจารณาจากภาพกราฟจะเห็นว่าจำนวนรอบการเรียนรู้ 500 รอบ มีความแม่นยำที่สูงกว่าจำนวนรอบการเรียนรู้ 300 รอบ ทุกชุดข้อมูลค่อนข้างชัดเจน

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดลอง

ชุดข้อมูล/ผลการทดลอง	Accuracy (%)		Loss	
	300 Epoch	500 Epoch	300 Epoch	500 Epoch
ข้อมูลชุดที่ 1 ภาพใบปกติ (Original)	94.61	95.59	0.13	0.14
ข้อมูลชุดที่ 2 กลับภาพในแนวตั้ง (Vertical)	96.08	96.57	0.16	0.13
ข้อมูลชุดที่ 3 กลับภาพในแนวนอน (Horizontal)	95.10	98.53	0.13	0.11
ข้อมูลชุดที่ 4 ปรับภาพระดับสีเทา (Gray scale)	83.82	88.24	0.59	0.35
ข้อมูลชุดที่ 5 ขยายภาพ (Zoom)	90.20	96.08	0.21	0.13
ข้อมูลชุดที่ 6 ปรับความสว่างของภาพ (Brightness)	93.14	96.08	0.26	0.18
ข้อมูลชุดที่ 7 (รวมข้อมูลชุดที่ 1-6)	94.44	93.79	2.20	3.35

จากข้อมูลตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองชุดข้อมูล จำนวน 7 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย ภาพใบสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ติดโรค ภาพโรคจุดตานก ภาพโรคใบไหม้และภาพโรคราแป้ง พบว่าจำนวนรอบการเรียนรู้ 300 รอบ ข้อมูลชุดที่ 2 กลับภาพในแนวตั้ง มีค่าความแม่นยำสูงสุดร้อยละ 96.08 และข้อมูลชุดที่ 4 ปรับภาพระดับสีเทามีค่าความแม่นยำต่ำสุดร้อยละ 83.82 และจำนวนรอบการเรียนรู้ 500 รอบ ข้อมูลชุดที่ 3 กลับภาพในแนวนอน มีค่าความแม่นยำสูงสุดร้อยละ 98.53 และข้อมูลชุดข้อมูล 1-6 ค่าความแม่นยำต่ำสุดร้อยละ 93.79

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกภาพทั้ง 3 โรค บนใบสตรอเบอร์รี่ด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพนั้น จำนวนรอบการฝึกสอนที่เพิ่มขึ้นมีผลลัพธ์ที่ดีทุกชุดข้อมูล แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดที่ 7 ซึ่งใช้ข้อมูลภาพจำนวนมากกว่าทุกชุดข้อมูลกลับได้ผลลัพธ์ค่าความแม่นยำ เป็นลำดับที่ 4 ในการเรียนรู้ 300 รอบและเป็นลำดับที่ 6 ในการเรียนรู้ 500 รอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจำนวนภาพที่มากสำหรับการฝึกสอนก็ไม่ได้ทำให้ความแม่นยำมากขึ้นตามไปด้วยและเมื่อเปรียบเทียบกับพิมพา ซิวาประกอบกิจ (2562) และณัฐวุฒิ ศรีวิบูลย์ (2564) โดยใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันและเทคนิคการเพิ่มภาพ เช่นเดียวกัน โดยผลลัพธ์ที่ได้ความแม่นยำสูงสุดเป็นเทคนิคการเพิ่มรูปภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเกิดจากภาพที่ใช้เป็นภาพที่แตกต่างกัน ความคมชัด ขนาดของภาพและการสกัดกั้นคุณลักษณะของการใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันที่ออกแบบแตกต่างกัน ด้วยปัจจัยขององค์ประกอบของวัตถุที่สนใจภายในภาพ จึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ค่าความแม่นยำสูงสุดแตกต่างกันไปด้วย

สรุปผล

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกภาพโรคบนใบสตรอเบอร์รี่ จำนวน 3 โรค โดยใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันและเทคนิคการเพิ่มภาพ ในด้านความแม่นยำในการจำแนกถือว่าอยู่ในระดับที่ให้ค่าความแม่นยำสูง ซึ่งการเลือกใช้ชุดข้อมูลหรือการใช้เทคนิคการเพิ่มภาพนั้น จำนวนของภาพอาจจะเป็นส่วนหนึ่ง ซึ่งอาจจะไม่ใช่ปัจจัยหลักสำหรับการเพิ่มความแม่นยำและจำนวนภาพที่มากก็ไม่สามารถทำให้มีค่าความแม่นยำที่สูงขึ้นหรือแม้แต่จำนวนรอบในการเรียนรู้ที่มากขึ้นก็ตาม ซึ่งการออกแบบและการศึกษาอาจจะต้องทำการทดลองและทดสอบหลายประเด็น เพื่อหาองค์ประกอบและปัจจัยที่ให้ผลลัพธ์ความแม่นยำที่สูงขึ้นและการปรับโมเดลให้เหมาะสมกับความต้องการ ซึ่งในการศึกษาต่อไปจะนำ

ผลลัพธ์ที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของการตรวจสอบเพื่อคาดการณ์อัตราการเกิดโรคบนใบสตรอเบอร์รี่
สำหรับการประเมินความเสี่ยง การวางแผนการกำจัดและการจัดการกับโรคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐวุฒิ ศรีวิบูลย์. 2564. การปรับปรุงประสิทธิภาพการจำแนกภาพเอกซเรย์ทรวงอกด้วยโครงข่ายประสาทเทียม
แบบสังวัตนาการโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพสำหรับวินิจฉัยโรคโควิด-19. วารสารวิชาการพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ. 31: 109 – 117.
- พิมพา ชีวาประกอบกิจ. 2562. การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลู
ชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ. TNI Journal of Engineering and Technology. 7: 59 -64.
- วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล และ อีระ สุตะบุตร. 2518. โรคของสตรอเบอร์รี่ในประเทศไทย. น. 243-247. ใน: รายงานการ
ประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยาแห่งชาติ ครั้งที่ 14 สาขาพืช.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเกษตร อำเภอสะเมิง. 2565. เตือนการระบาดของโรคใบไหม้สตรอว์เบอร์รี่. แหล่งข้อมูล:
<https://chiangmai.doe.go.th/samoeng/?p=360>. ค้นเมื่อ 14 ธันวาคม 2566.
- อำไพวรรณ ภราดรนิวฒัน, วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล, วิชัย ไชยสิทธิ์, โกศล เจริญสม, โอบาร ตัณฑวิรุฬห์, นิเวศน์
ไทรหอมหวล, สุวรรณ กาลัตพันธ์, วีระศรี หวังการ, วรวิทย์ ยี่สวัสดิ์ และ บัวบาง ยะอุบ. 2540. การ
สำรวจสถานภาพของโรคและแมลงศัตรูของสตรอเบอร์รี่ ในภาคเหนือของประเทศไทย. น. 302-310. ใน:
ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 สาขาพืช ส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร
อุตสาหกรรมเกษตร 3-5 กุมภาพันธ์ 2540. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Abdallah ali, 2019. PlantVillage Dataset. Available: [https://www.kaggle.com/datasets/
abdallahalidev/plantvillage-dataset](https://www.kaggle.com/datasets/abdallahalidev/plantvillage-dataset). Accessed Dec. 14. 2022.
- Afzaal, U., Bhattarai, B., Pandeya, Y.R., & Lee, J. 2021. An Instance Segmentation Model for
Strawberry Diseases Based on Mask R-CNN. Sensors, Switzerland. 21.
- Nikit kashyap.2022. Fruit Infection Disease Dataset. Available: [https://www.kaggle.com/datasets/
nikitkashyap/fruit-infection-disease-dataset](https://www.kaggle.com/datasets/nikitkashyap/fruit-infection-disease-dataset). Accessed Dec. 14. 2022.
- Xu Wenchao and Yan Zhi. 2022. Research on Strawberry Disease Diagnosis Based on Improved
Residual Network Recognition Model, Mathematical Problems in Engineering. 2022: 1-13.

การพัฒนาโปรแกรมบริหารความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรม DEVELOPMENT OF A PROGRAM FOR INDUSTRIAL ACCIDENT RISK MANAGEMENT

ชมภูพร ชื่นตา^{1*} และเสรี เสวตเศรณี¹

Chompooporn Cheunta^{1*} and Saree Sawatsarane.¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Department of Safety Engineering , Faculty of Engineering Kasetsart University Bangkok 10900

*Corresponding author E-mail: chompooporn.c@ku.th

บทคัดย่อ

โปรแกรมบริหารความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรม โดยนำโปรแกรมมาพัฒนาให้ดีขึ้น โดยใช้หลักการของการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งเป็นเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุของบริษัท ไทยนิปปอน พลาสติก จำกัด การพัฒนาโปรแกรมให้ทำงานอย่างเป็นระบบมากขึ้นและมีมาตรฐานทำให้ง่ายต่อการ ตรวจสอบและทบทวนการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานซึ่งเป็นประโยชน์และช่วยในการพิจารณาขององค์กรในการ แก้ไขและกำหนดมาตรการหาแนวทางแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูล อุบัติเหตุ Entity Relationship Model สำหรับการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้พิจารณานำเอาโปรแกรม Borland Delphi 7 ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ใช้ Microsoft SQL Server 2005 จัดเก็บฐานข้อมูล และใช้ Power BI Desktop ในการการวิเคราะห์ข้อมูลและสามารถเผยแพร่แสดงผลในเว็บไซต์ได้อย่างรวดเร็วผลการวิจัยนี้ทำให้ ได้โปรแกรมบริหารความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุที่มีประสิทธิภาพมีระบบทำงานที่ถูกต้องแม่นยำและมี ประโยชน์ การใช้งานสามารถตอบสนองความต้องการได้เป็นอย่างดี ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถเรียก ข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นขึ้นมาศึกษาหรือวิเคราะห์ผลทางสถิติ รายงานออกเป็นรูปภาพได้ตลอดเวลา ข้อมูลที่ได้จาก โปรแกรมนี้สามารถนำไปกำหนดเป็นมาตรการป้องกัน เพื่อลดหรือไม่ให้อุบัติเหตุเกิดขึ้นซ้ำได้อีก จึงเป็นเครื่องมือ ตัวใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์การเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานได้อย่าง น่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพสูงสุด

คำสำคัญ : โปรแกรมเดลไฟล์ 7, โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล , พาวเวอร์ บีไอ

Abstract

Risk Management Program for Industrial Accidents By bringing the program to be developed better by using the principles of database management. Which is a tool to collect accident data of Thai Nippon Plastic Co., Ltd. development of programs to work more systematically and have standards that make it easier to inspect and review accidents from work, which is useful and helps in Consideration of the organization in solving and setting measures to find effective solutions. In this research, the relationship of accident data is Entity Relationship Model for computer program development. The researcher considered using Borland Delphi 7 for program development, using Microsoft SQL Server 2005 to store databases and using Power BI Desktop to analyze data and be able to quickly publish results on the website. The results of this research led to an effective accident risk management program. There is a working system that is accurate and useful. Usage

can meet the needs as well. Easy to use which users will be able to retrieve various information those came up to study or analyze statistical results. Reports can be output as images at any time. The information obtained from this program can be used to determine preventive measures. To reduce or not allow the accident to happen again therefore, it is a new tool that can be utilized for the most reliable and efficient data collection and analysis of work-related accidents.

Keywords : Borland Delphi 7 , Microsoft SQL Server 2005 , Power BI Desktop

บทนำ

เป้าหมายอย่างเดียวกันที่ทุกกิจการอุตสาหกรรมต้องการคือการลดต้นทุนการผลิตลงให้ต่ำที่สุดเพื่อผลกำไรจะได้อีกมากขึ้นยิ่งในปัจจุบันต้องแข่งขันในด้านราคาขายด้วยแล้วการลดต้นทุนผลิตยิ่งจำเป็นมาก เมื่อเข้าไปในโรงงานขนาดต่างๆ ในประเทศไทยเรา วิศวกรและนักบริหารทุกคนย่อมเห็นพ้องกันว่าต้องมีข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขมากมายเพื่อจะลดต้นทุนผลิตลงได้ แต่ก่อนจะถึงจุดนั้นเราอาจมองข้ามช่องโหว่สำคัญเกิดกับอุตสาหกรรมของไทยซึ่งมีผลต่อต้นทุนการผลิตมากเช่นกันนั่นคือการเกิดอุบัติเหตุจากตัวเลขประมาณการค่าใช้จ่ายที่เกิดจากอุบัติเหตุสรุปได้ว่า ในการเกิดอุบัติเหตุหนึ่งครั้งทางโรงงานจะต้องสูญเสียคิดเป็นมูลค่าราว 4 เท่าของการรักษาและค่าทดแทนที่จ่ายแก่คนงานนั้นไปในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทย มีคนงานประสบอุบัติเหตุจากการทำงาน 90,990 รายและจ่าย ค่าทดแทนไป 1,666.94 ล้านบาท นั้นหมายความว่าฝ่ายเจ้าของกิจการจะต้องสูญเสียโดยมองไม่เห็นอีก 660 ล้านบาททีเดียว

การวิเคราะห์จากสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในอดีต ซึ่งได้จากข้อมูลการสอบสวนอุบัติเหตุ เพื่อให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงและหาแนวทางแก้ไขมิให้เหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นอีกในอนาคต แต่ปัญหาที่โรงงานอุตสาหกรรมหลายๆ แห่งต้องประสบอยู่ ก็คือไม่มีข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในอดีตเก็บรักษาไว้ จึงทำให้ไม่สามารถหามาตรการป้องกันที่เหมาะสมได้ หรืออาจจะมีบันทึกการเกิดอุบัติเหตุต่างๆ เก็บรักษาไว้แต่ไม่ได้มีการรวบรวมหรือวิเคราะห์ทางสถิติไว้ทำให้ต้องเสียเวลาในการรวบรวมผลใหม่ หรือบางทีก็เก็บข้อมูลอุบัติเหตุเข้าแฟ้มไว้จนลืมไปว่าแฟ้มดังกล่าวถูกจัดเก็บไว้ที่ไหน

จากสถิติข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในบริษัทฯ ตัวอย่างที่ทำการศึกษา พบว่ามีการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานสูงขึ้น อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมักเป็นอุบัติเหตุที่มีลักษณะคล้ายๆ กันนั้นเป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งไม่ได้รับการแก้ไขที่สาเหตุที่แท้จริงจึงทำให้มีการเกิดอุบัติเหตุแบบเดิมๆ ซ้ำๆ ขาดระบบการวิเคราะห์อุบัติเหตุที่มีมาตรฐาน การขาดการวางแผนด้านฐานข้อมูลอุบัติเหตุ และการขาดการรายงานผลและการจัดการเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จะถูกจัดการและการควบคุมโดยระบบคอมพิวเตอร์ และจะมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการวางแผนมาตรการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงผู้รับผิดชอบด้านความปลอดภัยคนใหม่ก็จะมีผลกระทบบอะไรกับฐานข้อมูลอุบัติเหตุเพราะข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญ ก็ยังคงสามารถถูกเรียกดูและนำมาใช้ได้ตลอดเวลา

ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์อุบัติเหตุเพื่อการจัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้เก็บข้อมูลอุบัติเหตุ และใช้ Power BI Desktop ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) ที่ทันสมัย เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และพร้อมที่จะให้ทุกคนสามารถนำข้อมูลในปริมาณมากๆ มาจัดระเบียบ ปรับแต่ง คำนวณ พร้อมกับการสร้างรายงานให้สวยงามมีความน่าสนใจและสามารถเผยแพร่ไปให้กับทุกๆ อุปกรณ์ หรือนำไปแสดงผลในเว็บไซต์ ได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงการแสดงผลรายงานที่มีความน่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพ

นำไปสู่การบริหารและการจัดการความเสี่ยงในกระบวนการผลิตได้ และเป็นเครื่องมือให้การดำเนินงานด้าน
ความปลอดภัยอาชีวอนามัยให้เอื้อต่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานในช่วงปี 2556 จนถึง 2565 โดยจะใช้ข้อมูล
นี้เป็นฐานข้อมูล

2. ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน

3. ออกแบบฐานข้อมูล (Database) ของระบบ โดยใช้ ER Model (Entity Relationship Model) ซึ่งจะแสดงส่วนประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน ER Model จะใช้เป็นแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูลซึ่งเขียนออกมาในลักษณะของรูปภาพ การอธิบายโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล (Relationship)

4. พัฒนาฐานข้อมูล (Database) ของระบบโดยใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server Management Studio Express 2005 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ตารางฐานข้อมูลต่างๆที่อยู่ในระบบมีดังต่อไปนี้

4.1) ตารางข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Table)

4.2) ตารางข้อมูลผู้ประสบอุบัติเหตุ (Accident Person Table)

4.3) ตารางข้อมูลสาเหตุ (Cause Table)

4.4) ตารางข้อมูลความเสียหาย (Damage Table)

4.5) ตารางข้อมูลแผนก (Department Table)

4.6) ตารางข้อมูลพนักงาน (Employee Table)

4.7) ตารางข้อมูลการบาดเจ็บ (Injury Table)

4.8) ตารางข้อมูลระบบ Local Data Area (LDA Table)

4.9) ตารางข้อมูลสถานที่เกิดอุบัติเหตุ (Location Table)

4.10) ตารางข้อมูลเข้าระบบ (Login Table)

4.11) ตารางข้อมูลเครื่องจักร (Machine Table)

4.12) ตารางข้อมูลมาตรการหลัก (MainPVAction Table)

4.13) ตารางข้อมูลการสูญเสียอวัยวะ (OrganLoss Table)

4.14) ตารางข้อมูลตำแหน่ง (PositionTable)

4.15) ตารางข้อมูลคาบเวลาของสาเหตุ (PRDCause Table)

4.16) ตารางข้อมูลคาบเวลาของแผนก (PRDDepartment Table)

4.17) ตารางข้อมูลคาบเวลาของพนักงาน (PRDEmployee Table)

4.18) ตารางข้อมูลคาบเวลาของสถานที่ (PRDLocation Table)

4.19) ตารางข้อมูลคาบเวลาของเครื่องจักร (PRDMachine Table)

4.20) ตารางข้อมูลคาบเวลาของตำแหน่ง (PRDPosition Table)

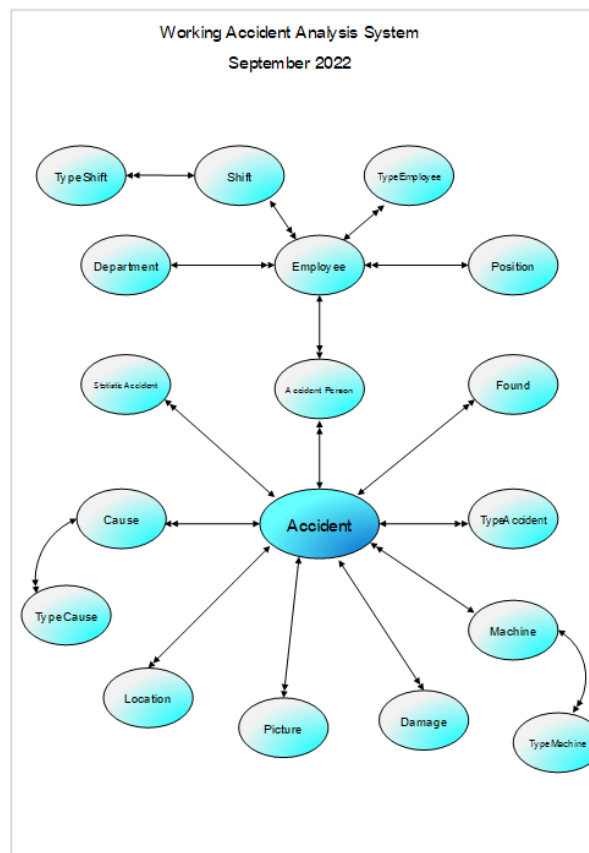
4.21) ตารางข้อมูลคาบเวลาของสถิติ (PRDStats Table)

4.22) ตารางข้อมูลคาบเวลาของประเภทอุบัติเหตุ (PRDTypeACC Table)

4.23) ตารางข้อมูลคาบเวลาประเภทสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ (PRDTypeCause Table)

4.24) ตารางข้อมูลคาบเวลาประเภทเครื่องจักร (PRDTypeMC Table)

- 4.25) ตารางข้อมูลมาตรการป้องกันหลัก (PVAction Table)
- 4.26) ตารางข้อมูลมาตรการป้องกันรอง (SubPVAction Table)
- 4.27) ตารางข้อมูลประเภทอุบัติเหตุ (TypeACC Table)
- 4.28) ตารางประเภทสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ (TypeCause Table)
- 4.29) ตารางประเภทพนักงาน (TypeEmp Table)
- 4.30) ตารางประเภทเครื่องจักร (TypeMC Table)
- 4.31) ตารางประเภทกะทำงาน (TypeSH Table)
- 4.32) ตารางข้อมูลสาเหตุรายปี (YearCause)
- 4.33) ตารางข้อมูลแผนกรายปี (YearDepartment)
- 4.34) ตารางข้อมูลพนักงานรายปี (YearEmployee)
- 4.35) ตารางข้อมูลสถานที่รายปี (YearLocation)
- 4.36) ตารางข้อมูลเครื่องจักรรายปี (YearMachine)
- 4.37) ตารางข้อมูลตำแหน่งรายปี (YearPosition)
- 4.38) ตารางข้อมูลสถิติรายปี (YearStats)
- 4.39) ตารางข้อมูลประเภทอุบัติเหตุรายปี (YearTypeACC)
- 4.40) ตารางข้อมูลประเภทสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุรายปี (YearTypeCause)
- 4.41) ตารางข้อมูลประเภทเครื่องจักรรายปี (YearTypeMC)



ภาพที่ 1 Entity Relationship Model

5. ออกแบบฟอร์มของเอ็นทีที่ต่างๆ ที่อยู่ในระบบ
6. สร้างระบบวิเคราะห์การเกิดอุบัติเหตุ ด้วยโปรแกรมเดลไฟล์ 7 (Borland Delphi 7) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในโรงงาน
7. ดำเนินการทดสอบโปรแกรมที่สร้างขึ้น เพื่อให้เห็นการทำงาน และความสามารถของโปรแกรมว่าครอบคลุมตามวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด โดยการใช้ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุของบริษัท ไทยนิปอนพลาสติก จำกัด



ภาพที่ 2 Working Accident Analysis System (WAAS)

8. ประเมินผลของระบบ และปรับปรุงแก้ไข
9. สร้างระบบวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในโรงงาน (Accident Analysis System) และจัดทำรายงานในรูปแบบของแดชบอร์ด (Dashboard) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Power BI (พาวเวอร์ บีไอ)
 - 9.1) การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูลที่จะนำมาสร้างกราฟเกิดจากการรวบรวมในรูปแบบตารางโดยใช้ไฟล์ข้อมูลอุบัติเหตุจาก Microsoft Excel ผู้ใช้งานจะต้องคำนึงถึงมิติของข้อมูลว่าจะเตรียมข้อมูลเพื่อสร้างกราฟในมิติใด การเตรียมข้อมูลจึงต้อง จัดการให้พร้อมสำหรับการนำเสนออื่นๆ เช่น การนำเสนอข้อมูลที่เป็นลำดับชั้นไล่เรียงลงไปตามลำดับชั้น ตั้งแต่ หมายเลขอุบัติเหตุ คาบเวลา แผนก ตำแหน่ง ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ อื่นๆ หรือนำเสนอข้อมูล ปี เดือน วัน เวลา เป็นต้น

การสร้างกราฟเบื้องต้น
 - 9.2) การนำเข้าข้อมูล Power BI
 - 9.2.1) การนำเข้าไฟล์ Excel เมื่อผู้ใช้งานเตรียมข้อมูลในรูปแบบตารางเรียบร้อย ให้เข้าไปที่โปรแกรม Power BI
 - 9.2.2) เลือกแถบเมนู “Home” และคลิกปุ่ม “Get data”

จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง “Get data”

คลิกเลือก “File” จากนั้นคลิกเลือก “Excel” และคลิกปุ่ม “Connect”

เลือกข้อมูลตาราง หรือ worksheet ที่ต้องการสร้างกราฟ โปรแกรม Power BI จะแสดงตัวอย่างข้อมูลให้ผู้ใช้เห็น ปุ่มคำสั่ง “Load” คือนำเข้าข้อมูลเพื่อที่จะสร้างกราฟต่อไป ปุ่มคำสั่ง

“Transform Data” คือการนำเข้าสู่ข้อมูล พร้อมปรับปรุงแก้ไขข้อมูลต่อไป เมื่อผู้ใช้งานนำเข้าสู่ข้อมูลและปรับแก้ข้อมูลเรียบร้อย ในโปรแกรม Power Bi ให้คลิกเลือกที่ ไอคอน “Report” จากนั้นให้เลือกกราฟ ที่จะสร้างที่ เมนู “Visualization” ที่อยู่ทางด้านขวามือของจอภาพ จากตัวอย่างข้อมูลในหัวข้อ “การเตรียมข้อมูล” ที่เก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในรายการต่างๆ แยกตาม เดือน ปี กราฟที่เข้ากับข้อมูลนี้ได้หลายรูปแบบ ขอนำเสนอกราฟแบบ “Cluster column chart” จะปรากฏกรอบของกราฟแบบไม่มีข้อมูลในพื้นที่ report จากนั้นปรับขนาดของกราฟได้ตามต้องการ

ข้อมูลอุบัติเหตุจากการทำงานของบริษัท ไทยนิปปอน พลาสติก จำกัด ในรูปแบบ Dashboard แสดงผลออกมาเป็นกราฟ หรือรูปแบบอื่นๆตามที่เรากำหนดแบบช่วยให้เราดูข้อมูลง่ายขึ้น หน้าแรกนี้จะแสดงข้อมูลอุบัติเหตุรวม ตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 – 2565 แสดงจำนวนอุบัติเหตุ คาบเวลาความเสียหาย และจำนวนที่เกิดอุบัติเหตุ โดยมีแท่งกราฟบ่งบอกข้อมูลสถิติอุบัติเหตุภาพรวมได้อย่างชัดเจน ข้อมูลแผนก (Department) เป็นข้อมูลอุบัติเหตุของแต่ละแผนกจะแสดง รหัสแผนก ชื่อแผนก จำนวนอุบัติเหตุ ความเสียหาย และความเสียหายเฉลี่ย ในภาพรวมตั้งแต่ปี 2556 – 2565 โดยมีแท่งกราฟบ่งบอกข้อมูลสถิติอุบัติเหตุภาพรวมได้อย่างชัดเจน

10. วิเคราะห์ผลการเกิดอุบัติเหตุที่ได้จากการประเมินผลของระบบ ออกมาเป็นรูปแบบรายงาน ที่เกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน และแสดงผลทางสถิติเพื่อกำหนด มาตรการป้องกันหรือลดการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลหลัก

สำหรับส่วนข้อมูลทั่วไปนี้ จะบันทึกข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นต่อระบบวิเคราะห์อุบัติเหตุ ซึ่งแบ่งออกเป็น ข้อมูลพนักงาน ข้อมูลหลักที่ใช้กำหนดข้อมูลสำคัญได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งข้อมูล ฝ่ายของพนักงาน ข้อมูลอุปกรณ์ระบบงาน ข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของอุบัติเหตุ และในส่วนสุดท้ายจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดขององค์กร ซึ่งข้อมูลดังกล่าวทั้งหมดนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานขั้นต้นที่จะต้องมีการป้อนข้อมูลเก็บ เข้าไว้ในระบบก่อนที่จะทำคำสั่งอื่นๆ ต่อไป

2. ข้อมูลอุบัติเหตุ

สำหรับส่วนของข้อมูลอุบัติเหตุนี้ จะเป็นส่วนที่ใช้ในการป้อนข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น โดยจะแยกออกเป็น ส่วนประกอบย่อยคือ ส่วนบันทึกการเกิดอุบัติเหตุ ส่วนบันทึกการบาดเจ็บ ส่วนบันทึกความเสียหายของอุบัติเหตุ ส่วนบรรทุกภาพประกอบอุบัติเหตุ และส่วนบันทึกมาตรการแก้ไขและป้องกัน ทุกๆส่วนจะมีการเชื่อมโยงกันของข้อมูลอย่างเหมาะสมเพื่อให้สามารถเก็บรายละเอียดในทุก ส่วนได้อย่างครบถ้วน

3. สถิติอุบัติเหตุ

สำหรับส่วนของสถิติอุบัติเหตุนี้ จะเป็นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงสถิติ โดยการนำข้อมูล การเกิดอุบัติเหตุในช่วงเวลาต่างๆ มารวบรวมและประมวลผลออกมาในรูปของกราฟ เพื่อให้สามารถดูข้อมูลสถิติ ของการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างเข้าใจ จะเป็นส่วนของการค้นหาข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุตามความต้องการ โดย แบ่งแยกออกเป็น การค้นหาข้อมูลอุบัติเหตุตามคาบเวลา และการค้นหาอุบัติเหตุ เฉพาะฝ่าย เฉพาะพนักงาน หรือเฉพาะประเภทของอุบัติเหตุ ซึ่งภายหลังจากการค้นหาจะสามารถใช้ข้อมูลที่ได้นำมาสั่งพิมพ์เป็นรายงานได้ทั้งสองกรณี ซึ่งในรายงานจะมีการแสดงค่าความเสียหายในด้านต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจ ดำเนินงานด้านความปลอดภัยต่อไป

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

4. โปรแกรม

สำหรับในส่วนของโปรแกรมนี้นี้ จะใช้ในกรณีที่ต้องการจะออกจากโปรแกรม หรือจบการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด

5. ระบบวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับข้อมูลวิเคราะห์ผลการเกิดอุบัติเหตุที่ได้จากการประเมินผลของระบบ ออกมาเป็นรูปแบบรายงาน

หมายเลข	วันที่เกิดเหตุ	สถานที่เกิดเหตุ	ชนิด	สาเหตุเบื้องต้น	สาเหตุที่แท้จริง	จำนวนผู้บาดเจ็บ	จำนวนผู้เสียชีวิต	จำนวนทรัพย์สินเสียหาย	วันที่บันทึก	ประเภทอุบัติเหตุ		
01-001	5601	19/1/2013	นำเงินไปฝากธนาคาร	06	7	12	508.00	0041	07	01-408	14/11/2022	14
01-002	5601	24/1/2013	รถจักรยานยนต์ชนคนเดินเท้า	06	7	04	476.00	0023	07	01-408	14/11/2022	09
01-003	5601	19/1/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	06	7	02	2,262.00	0041	07	01-408	14/11/2022	06
01-004	5602	7/2/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	06	7	04	280.00	0007	07	01-408	14/11/2022	05
01-005	5602	24/2/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	16	7	02	660.00	0077	02	01-408	14/11/2022	07
01-006	5602	15/2/2013	นำเงินไปฝากธนาคาร	02	7	04	1,800.00	0041	07	01-408	14/11/2022	14
01-007	5603	16/3/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	05	5	12	470.00	0005	06	01-408	14/11/2022	02
01-008	5603	17/3/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	03	3	01	470.00	0003	07	01-408	14/11/2022	07
01-009	5603	3/3/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	01	1	02	1,645.00	0001	06	01-408	14/11/2022	05
01-010	5605	14/5/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	05	5	02	430.00	0005	07	01-408	14/11/2022	06
01-011	5605	15/5/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	03	3	12	490.00	0045	07	01-408	14/11/2022	05
01-012	5606	13/6/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	07	6	02	475,324.00	0024	07	01-408	14/11/2022	06
01-013	5607	3/7/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	08	3	04	285.00	0003	07	01-408	14/11/2022	05
01-014	5607	26/7/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	05	5	02	470.00	0005	07	01-408	14/11/2022	05
01-015	5608	14/8/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	06	7	04	11,789.00	0057	07	01-408	14/11/2022	04
01-016	5610	4/10/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	09	9	11	685.00	0079	07	01-408	14/11/2022	08

ภาพที่ 3 ข้อมูลอุบัติเหตุจากการทำงาน

6. การออกแบบไฟล์ฐานข้อมูลโปรแกรมระบบวิเคราะห์อุบัติเหตุ

ในการออกแบบฐานข้อมูลระบบวิเคราะห์อุบัติเหตุนี้ ได้ทำการสำรวจสภาพของระบบการจัดการเมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นและสอบถามรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นต่อระบบจากเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องที่ทำงานในบริษัท และได้สร้างความสัมพันธ์ของระบบการจัดการเกี่ยวกับอุบัติเหตุ แสดงออกมาในรูปแบบของ ER Model ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของ Entity ต่างๆ ในระบบวิเคราะห์อุบัติเหตุ

7. การทำงานของโปรแกรมบริหารความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรม

หมายเลข	วันที่เกิดเหตุ	สถานที่เกิดเหตุ	ชนิด	สาเหตุเบื้องต้น	สาเหตุที่แท้จริง	จำนวนผู้บาดเจ็บ	จำนวนผู้เสียชีวิต	จำนวนทรัพย์สินเสียหาย	วันที่บันทึก	ประเภทอุบัติเหตุ
01-001	5601	19/1/2013	นำเงินไปฝากธนาคาร	06	12	508	0	508.00	07	01-408
01-002	5601	24/1/2013	รถจักรยานยนต์ชนคนเดินเท้า	06	04	476	0	476.00	07	01-408
01-003	5601	19/1/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	06	02	2262	0	2262.00	07	01-408
01-004	5602	7/2/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	06	04	280	0	280.00	07	01-408
01-005	5602	24/2/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	16	02	660	0	660.00	02	01-408
01-006	5602	15/2/2013	นำเงินไปฝากธนาคาร	02	04	1800	0	1800.00	07	01-408
01-007	5603	16/3/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	05	12	470	0	470.00	06	01-408
01-008	5603	17/3/2013	บันไดรถบรรทุกชนคนเดินเท้า	03	01	470	0	470.00	07	01-408
01-009	5603	3/3/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	01	02	1645	0	1645.00	06	01-408
01-010	5605	14/5/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	05	02	430	0	430.00	07	01-408
01-011	5605	15/5/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	03	12	490	0	490.00	07	01-408
01-012	5606	13/6/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	07	02	475324	0	475324.00	07	01-408
01-013	5607	3/7/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	08	04	285	0	285.00	07	01-408
01-014	5607	26/7/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	05	02	470	0	470.00	07	01-408
01-015	5608	14/8/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	06	04	11789	0	11789.00	07	01-408
01-016	5610	4/10/2013	รถบรรทุกชนคนเดินเท้า	09	11	685	0	685.00	07	01-408

ภาพที่ 4 ข้อมูลอุบัติเหตุจากการทำงาน



ภาพที่ 5 กราฟสถิติอุบัติเหตุจากการทำงาน



ภาพที่ 6 Pareto Chart of Accident

วิจารณ์ผล

1. การวิจัยนี้เป็นพัฒนาฐานข้อมูลช่วยวิเคราะห์อุบัติเหตุ โดยทำการศึกษาข้อมูลและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบฐานข้อมูลสำหรับการสร้างโปรแกรม
2. เนื่องจากข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยรวบรวม อาจจะไม่ครอบคลุมอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด ประกอบกับระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้มีจำกัดทำให้รายงานผลในช่วงเวลาดังกล่าวได้ข้อมูลที่จำกัด ดังนั้นผู้ใช้งานต้องป้อนข้อมูลอุบัติเหตุเพิ่มเติมในฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้งานในอนาคต
3. ระบบวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุ จะสามารถวิเคราะห์ผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ถ้าข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ในฐานข้อมูล เกิดจากการป้อนข้อมูลทันทีหากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นและการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดก็จะทำให้ผลวิเคราะห์ผิดพลาดไปด้วย
4. ระบบวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุแสดงผลในรูปแบบรายงาน จะนำข้อมูลในฐานข้อมูล ที่จะเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูล SQL Server ให้มาอยู่ใน Dashboard (แดชบอร์ด) หากป้อนข้อมูลผิดพลาดจะแสดงผลข้อมูลผิดพลาดไปด้วย

สรุปผล

จากการศึกษาโครงสร้างของฐานข้อมูลช่วยวิเคราะห์การเกิดอุบัติเหตุ เพื่อให้ระบบวิเคราะห์อุบัติเหตุสามารถทำงานได้ตามความต้องการ ตลอดจนเป็นโปรแกรมที่ทำการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล เพื่อช่วยในการออกรายงานและเป็นแนวทางป้องกันการเกิดอุบัติเหตุของหน่วยงาน

ภายใต้ขอบเขตของงานวิจัย และจากการทดสอบใช้งานโปรแกรมจริง อธิบายได้ดังนี้

1. โปรแกรมบริหารความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ พบว่า สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ โดยสามารถบันทึกข้อมูล เปลี่ยนแปลงหรือลบข้อมูลได้โดยง่าย เช่น รายละเอียดการเกิดอุบัติเหตุ ข้อมูลผู้ประสบอุบัติเหตุ สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น
2. สามารถปรับปรุงฐานข้อมูลได้โดยสะดวก เนื่องจากฐานระบบมีข้อมูลหลักที่สนับสนุนและรองรับการเปลี่ยนแปลงได้
3. สามารถค้นหาอุบัติเหตุได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยใช้เวลาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่ว่าจะ เป็นข้อมูลพนักงาน ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ ข้อมูลเครื่องจักร ข้อมูลค่าเสียหายของการเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น
4. สามารถวิเคราะห์ ประมวลผลและรายงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วในรูปแบบกราฟสถิติต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ต้องการวิเคราะห์ สามารถนำไปต่อยอดพิจารณาแนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุและหาแนวทางป้องกันเชิงรุกต่อไป

สามารถนำข้อมูลในฐานข้อมูลโปรแกรม สร้างรายงานในรูปแบบของภาพต่างๆ (Visuals) ที่ PowerBI ได้จัดเตรียมไว้ให้ Publish ผลการวิเคราะห์เพื่อเผยแพร่ต่อผู้บริหาร และผู้ที่ต้องการข้อมูล

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณ รศ.ดร.เสรี เศวตเศรณี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้กรุณาให้ คำปรึกษา ช่วยเหลือ และแนะนำต่าง ๆ ในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมความปลอดภัยทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้ อันเป็น ประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการปริญญาโทวิศวกรรมความปลอดภัยทุกท่านที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในเรื่องต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์. 2543. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการบริหารงานความปลอดภัย.
พิมพ์ครั้งที่ 11. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- ภาสกรณ กลินขวัญ. 2550. ระบบวิเคราะห์อุบัติเหตุในโรงเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. 2543. วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัย
ในโรงงาน. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.
- ศิริพร ด้านคชาธาร. 2556. การพัฒนาระบบวิเคราะห์การเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน กรณีศึกษา
บริษัทบริหารงานชายรถจักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เศกสิทธิ์ คณารักษ์. 2546. ระบบวิเคราะห์การเกิดอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรม.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สังจะ จรัสรุ่งรวีร์ และ จักรพงษ์ สุขประเสริฐ. 2546. เริ่มต้นอย่างมืออาชีพด้วย Delphi7.
Infopress Developer Book, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานประกันสังคม. 2556. สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน.
สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม, กรุงเทพฯ.
- สุชาติ กิระนันท์. 2541. เทคโนโลยีสารสนเทศสถิติ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2551. ระบบฐานข้อมูล. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

- Peterson, D. 1971. Multiple Causation Theory. Available Source:
<http://www.ipesp.ac.th/learning/supitcha../html/C2-3.html>, February 14, 2022.
- Shaw, L. and H. Sichel. 1971. Accident-Proneness Theory. Available Source:
<http://www.ipesp.ac.th/learning/supitcha../html/C2-4.html>, February 14, 2022.

การบริหารระบบประปาของหมู่บ้านในตำบลโพนสูง

Management of village water supply system in Phon Sung Subdistrict

พงษ์พิพัฒน์ โคตรกำกับ^{1*} และนัททกาญจน์ ประเสริฐสังข์²

Pongpipat Kothkamkap^{1*} and Nattakarn Prasertsung²

¹ หลักสูตรการจัดการวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จ.สกลนคร 47000

² ผศ.ดร. ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ
จังหวัดสกลนคร 47000

¹ Engineering and Technology Management Program, Faculty of Science and Engineering, Kasetsart University
Chalermprakit Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon, 47000, Thailand

² Asst. Dr., Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Science and Engineering, University
Chalermprakit Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon, 47000, Thailand

*Corresponding author E-mail: sririnthisririnthip@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการบริหารจัดการระบบประปา คุณภาพน้ำดิบและน้ำประปา โครงสร้างปัจจุบันของระบบประปา ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ และต้นทุนค่าน้ำประปาหมู่บ้าน โดยศึกษาประปาหมู่บ้าน 5 หมู่บ้าน ในตำบลโพนสูง อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี ผลการศึกษาพบว่าภาพรวมของโครงสร้างระบบประปาอยู่ในสภาพทรุดโทรม คุณภาพน้ำดิบสามารถนำมาใช้เพื่อผลิตน้ำประปาได้ คุณภาพน้ำประปามีค่าความขุ่น ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนค่าคลอรีนต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง ประชาชนให้คะแนนความพึงพอใจค่อนข้างน้อยสำหรับด้านความทันสมัย การให้ข้อมูลข่าวสาร และคุณภาพของน้ำประปา ราคา น้ำประปาเป็น 8 บ./ลบ.ม. และค่าบริการ 5 บ./ราย ต้นทุนค่าน้ำประปา 7.85 บ./ลบ.ม. ซึ่งต้นทุนค่าน้ำประปาส่วนใหญ่มาจากค่าไฟฟ้าเป็นร้อยละ 51.43 - 55.75 ของต้นทุนทั้งหมด ทั้งนี้ต้นทุนและราคาขายน้ำประปาแตกต่างกันน้อยมากจึงทำให้การบริหารงานระบบประปามีความเสี่ยงสูง ในการลดค่าใช้จ่ายเพื่อเพิ่มกำไรของระบบประปาควรเปลี่ยนไปใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

คำสำคัญ: ระบบประปาหมู่บ้าน, การบริหารระบบประปา, ต้นทุนค่าน้ำประปา

Abstract

This research delves into various aspects of water management, including the quality of both raw and tap water, the structure of water supply systems, and the satisfaction of water users. To conduct the study, five water supply plants in Phon Sung Subdistrict, Ban Dung District, Udon Thani Province were analyzed. The findings revealed that the overall structure of the water supply system was in a state of disrepair. While raw water quality met the necessary standards for producing tap water, the satisfaction level of water users was rated low to moderate. Specifically, users were dissatisfied with the modernity of the system, the quality of tap water, and the provision of information. Tap water was priced at 8 baht/cubic meter with a service fee of 5 baht/user. The cost of tap water was 7.85 baht/cubic meter, with electricity costs accounting for the highest percentage of the total cost (51.43 - 55.75 percent). Given the minimal differences

between water supply systems, water supply system management poses a high level of risk. To mitigate these risks and increase profits, it is recommended to transition to a solar cell system in conjunction with the Provincial Electricity System.

Keywords : Village water supply system, water supply system management, water supply costs

บทนำ

ตั้งแต่ปี 2546 จนถึงปัจจุบันกรมอนามัย (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล และศูนย์บริการวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2553) ได้ถ่ายโอนภารกิจเกี่ยวกับระบบประปา หมู่บ้านให้อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งหนึ่งในภารกิจขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นคือการจัดหาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคบริโภคแก่ประชาชน แต่ปัจจุบันพบว่า ประชาชนในหลายพื้นที่คงประสบปัญหาการผลิตน้ำสะอาดสำหรับอุปโภคบริโภค โดยมีสาเหตุต่าง ๆ เช่น มีโครงข่ายท่อส่งน้ำประปาไม่ครอบคลุม โครงสร้างและวัสดุอุปกรณ์ของระบบประปาชำรุดเสียหาย ใช้การไม่ได้หรือใช้การได้แต่ไม่เต็มประสิทธิภาพ คุณภาพน้ำประปาที่ผลิตได้ไม่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน และบางแห่งยังขาดการบริหารจัดการที่ถูกต้อง เนื่องจากการขาดองค์ความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบประปาหมู่บ้าน รวมถึงขาดการประเมินประสิทธิภาพระบบประปาหมู่บ้านอย่างต่อเนื่อง (จิรวัดน์ ศุภโกศลม, 2562)

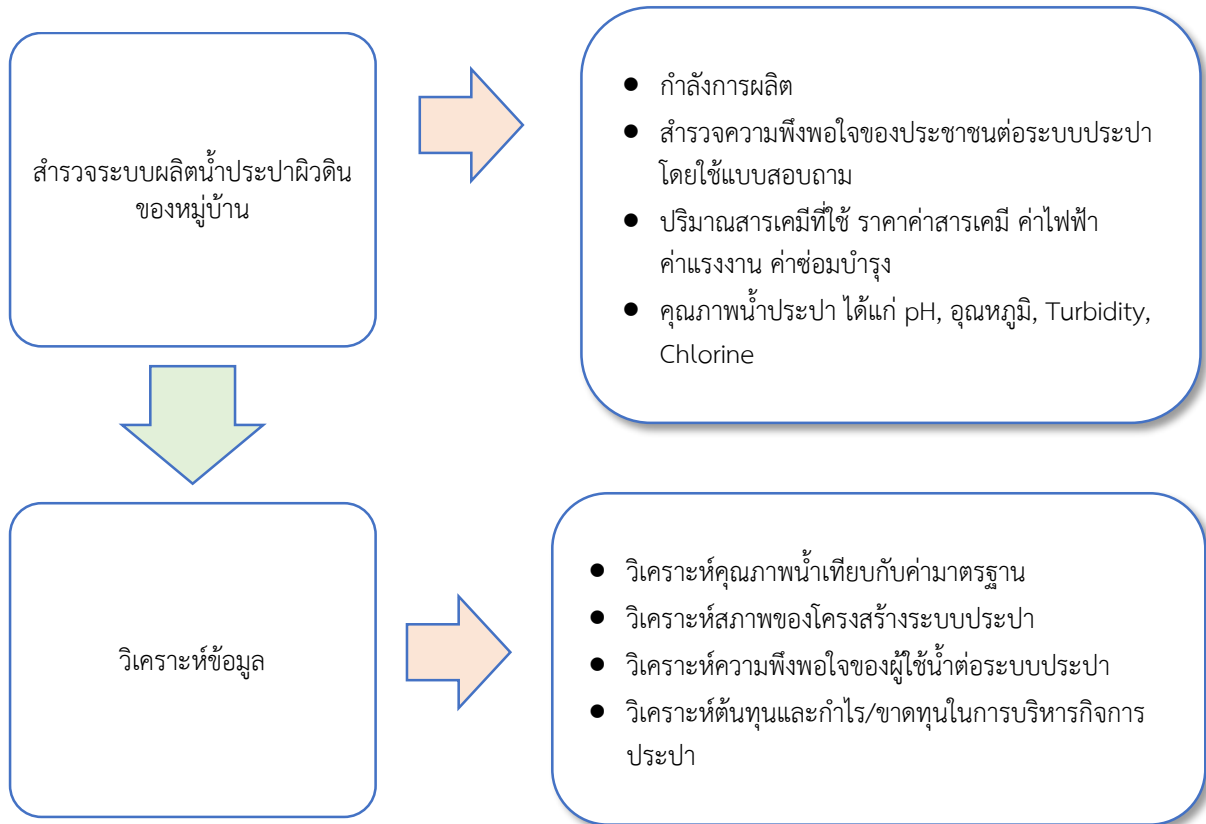
จากข้อมูลรายงานผลการดำเนินงานโครงการจัดทำแผนพัฒนาน้ำอุปโภคบริโภคระดับตำบลโดยทั่วไปข้างต้น ทำให้เข้าใจได้ว่า แม้แต่ระบบประปาในตำบลโพนสูงยังเกิดปัญหาอย่างต่อเนื่องเช่นกัน เนื่องจากระบบประปาในตำบลโพนสูงเป็นระบบประปาผิวดินขนาดใหญ่ มีกำลังการผลิต 2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีปริมาณผู้ใช้น้ำเป็นจำนวนมาก แต่การบริหารจัดการและคุณภาพ ของน้ำมีการบริหารจัดการที่ไม่ดีพอ จึงทำให้ราษฎรในพื้นที่ต้องใช้น้ำที่ไม่มีคุณภาพ สกปรก ขุ่น มีกลิ่นเหม็น เหตุเนื่องจากประสบปัญหาในด้านบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการควบคุมในการดำเนินการผลิตไม่เพียงพอ อีกทั้งแหล่งผลิตน้ำดิบไม่ได้รับการแก้ไขบำรุงรักษา ทำให้เกิดการทับถมของตะกอน ดินสไลด์ ทำให้ไม่สามารถกักเก็บน้ำดิบได้เพียงพอต่อความต้องการของคนในตำบลโพนสูงในเฉพาะฤดูแล้ง (กรรณิกา จันทซิด, 2556)

ชวลิต เสาร์วิบูลย์ (2561) ในการบริหารจัดการการผลิต การควบคุมคุณภาพน้ำ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการผลิต ค่าสารเคมี ค่าไฟฟ้า ค่าซ่อมท่อ เครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ล้วนเกิดจากการบริหารจัดการที่ดี ควรมีการคำนึงถึงความเข้าใจและความรู้ของการบริหารระบบประปา ควรมีการตรวจวัดคุณภาพน้ำดิบ น้ำประปาที่ออกจากระบวนการผลิต และจุดจ่ายน้ำให้กับประชาชนภายในหมู่บ้าน ให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพ

ดังนั้นการศึกษาการบริหารงานระบบประปาหมู่บ้าน (เขาว์ ตะสันเทียะ, 2561) ของตำบลโพนสูงเพื่อนำมาซึ่งแนวทางที่จะทำให้เกิดความยั่งยืน เพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาดและถูกสุขอนามัย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษากระบวนการ รูปแบบ รวมทั้งปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับกระบวนการบริหารระบบประปาหมู่บ้าน ในตำบลโพนสูง อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี และผลของการวิจัยนี้จะสามารถนำไปเสนอเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบประปาหมู่บ้านให้เกิดประสิทธิภาพอย่างยั่งยืนกับระบบประปาหมู่บ้านในตำบลโพนสูงและระบบประปาหมู่บ้านแห่งอื่น ๆ ต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยการบริหารระบบประปาหมู่บ้านที่ยั่งยืนในตำบลโพนสูง ได้มีขั้นตอนการศึกษาดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

ระบบประปาหมู่บ้านที่ศึกษา จำนวนทั้งสิ้น 5 หมู่บ้าน ดังนี้หมู่ที่ 1 บ้านโพนสูงสวัสดิ หมู่ที่ 2 บ้านโพนสูงเหนือ หมู่ที่ 3 บ้านโพนสูงใต้ หมู่ที่ 14 บ้านโพนสูงน้อย หมู่ที่ 15 บ้านโพนสูงสามัคคี นำมาวิเคราะห์ข้อมูลของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน ตั้งอยู่บนวัตถุประสงค์หลัก คือ ให้ประชาชนผู้ใช้น้ำได้ใช้น้ำสะอาดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาระดับชาติ และมุ่งหวังให้กิจการระบบประปาสามารถดำเนินกิจการได้อย่างยั่งยืนสำหรับชุมชนแต่ละแห่ง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลจึงศึกษาคุณภาพน้ำประปา ซึ่งคุณภาพของน้ำประปาที่ผ่านตามาตรฐานนั้นเป็นผลมาจากการประสิทธิภาพของการดำเนินงานของผู้ควบคุมระบบประปารวมถึงศักยภาพในการจัดหาสารเคมีที่เพียงพอในราคาที่เหมาะสม

การวิเคราะห์ต้นทุนจะพิจารณาค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำประปาที่กำหนดทั้งปี ดังสมการ (1)

$$\text{ต้นทุน (ปัจจุบัน)} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายทั้งปี (บาท)}}{\text{ปริมาณน้ำที่กำหนดทั้งปี (ลบ.ม.)}} \quad (1)$$

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การประเมินโครงสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

ตามกระบวนการต่างๆ พบว่า โครงสร้างระบบประปาหมู่บ้านที่ 1 หมู่ที่ 2 อยู่ในสภาพที่ต้องปรับปรุงแต่ยังสามารถใช้งานได้บางหน่วยปฏิบัติการ โดยมีบ่อเติมสารเคมีสารส้มและระบบจ่ายสารละลายคลอรีนที่ใช้งานไม่ได้ ในขณะที่ระบบประปาหมู่บ้านที่ 3 หมู่ที่ 14 และหมู่ที่ 15 ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพทรุดโทรม มีระบบบ่อเติมสารเคมีสารส้มและระบบจ่ายสารละลายคลอรีนที่ไม่สามารถใช้งานได้ โดยผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง โดยมีคะแนนร้อยละ 36.37 เท่าเดียวกับระบบประปาหมู่บ้านที่ 1 และหมู่ที่ 2 ผลการประเมินโครงสร้างระบบ เป็นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินโครงสร้างระบบประปา

ลำดับ	ระบบการผลิต	หมู่ที่ 1, 2		หมู่ที่ 3, 14, 15	
		สภาพ	คะแนน	สภาพ	คะแนน
1	ระบบสร้างตะกอน	ทรุดโทรม	1	ทรุดโทรม	1
2	ระบบถังกรอง	ทรุดโทรม	1	ทรุดโทรม	1
3	ทรายกรองน้ำ	ทรุดโทรม	1	ทรุดโทรม	1
4	ถังน้ำใส	ทรุดโทรม	1	พอใช้	2
5	บ่อเติมสารเคมี (สารส้ม)	ใช้งานไม่ได้	0	ใช้งานไม่ได้	0
6	ระบบจ่ายสารละลายคลอรีน	ใช้งานไม่ได้	0	ใช้งานไม่ได้	0
7	เครื่องสูบน้ำดิบ	พอใช้	1	พอใช้	1
8	เครื่องสูบน้ำดีขึ้นไปสูง	ดี	3	พอใช้	2
9	หอถังสูง	พอใช้	2	พอใช้	2
10	ระบบท่อน้ำในระบบประปา	ทรุดโทรม	1	ทรุดโทรม	1

หมายเหตุ การแบ่งระดับคะแนน ใช้เกณฑ์ต่อไปนี้

- ใช้งานไม่ได้ ไม่มีการใช้งาน/ใช้ไม่ถูกต้อง 0 คะแนน
- ทรุดโทรม ใช้งานได้แต่ต้องปรับปรุง 1 คะแนน
- พอใช้ ใช้งานได้แต่ประสิทธิภาพต่ำกว่ามาตรฐาน 2 คะแนน
- ดี ใช้งานได้ตามมาตรฐาน 3 คะแนน

จากผลการประเมินโครงสร้างเทียบกับคะแนนทั้งหมด ที่ประเมินจากหน่วยปฏิบัติงานในระบบประปาแต่ละหน่วยใช้งานได้ตามมาตรฐาน จากหน่วยปฏิบัติงานทั้งหมด 10 รายการ คิดเป็นคะแนนเต็ม 30 คะแนน ซึ่งจะประเมินเป็นร้อยละของโครงสร้างระบบประปาแต่ละแห่ง โดยคิดเป็นร้อยละจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน หลังจากได้คะแนนร้อยละทั้งหมดแล้วจะนำมาประเมินตามระดับเกณฑ์การให้คะแนนตามที่ใช้ในตารางที่ 1 เพื่อแปลความหมายการทำงานของระบบประปา

โครงสร้างระบบประปาหมู่บ้านที่ 1 และหมู่ที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 36.67 คิดเป็นคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้งานได้ แต่ต้องปรับปรุง ซึ่งคะแนนโดยรวมจะเท่ากับคะแนนผลการประเมินโครงสร้างของระบบประปาหมู่บ้านที่ 3 หมู่ที่ 14 และหมู่ที่ 15 ซึ่งเมื่อประเมินคะแนนตามเกณฑ์พบว่าอยู่ระหว่าง 1.0-2.0 นั่นคือภาพรวมของโครงสร้างระบบประปาอยู่ในสภาพทรุดโทรม ซึ่งยังพอใช้งานได้แต่ต้องมีการปรับปรุงหลายอย่างจึงจะทำให้ได้ประสิทธิภาพการใช้งานได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน

การประเมินคุณภาพน้ำดิบและคุณภาพน้ำประปา

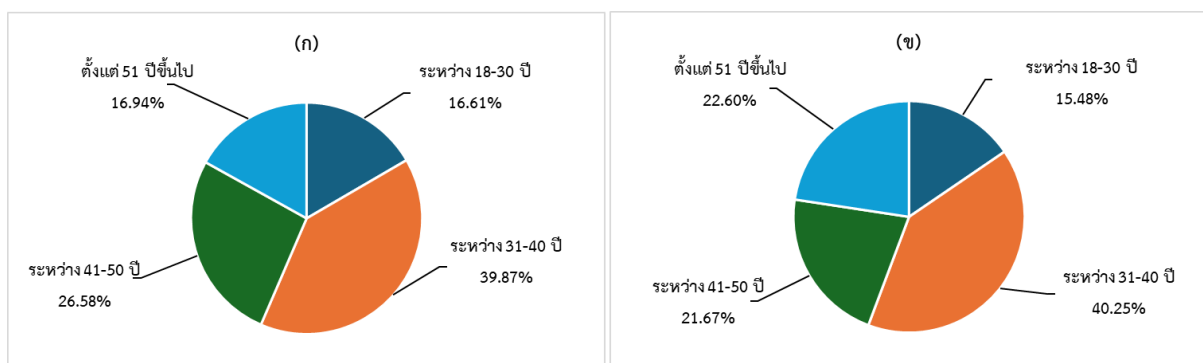
จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาเทียบกับมาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค [4] คุณภาพน้ำดิบด้านกายภาพ พบว่าอุณหภูมิของน้ำดิบเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปกติซึ่งมีอุณหภูมิสูงไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส สีของน้ำเหลืองอ่อนใส ความขุ่นมีค่าไม่เกินมาตรฐานทุกหมู่บ้าน ค่าความเป็นกรด - ด่างเฉลี่ยเป็น 6.73 ซึ่งตามค่ามาตรฐานอยู่ระหว่าง 5 - 9 ตามมาตรฐาน ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งน้ำในการผลิตน้ำประปาได้ ความขุ่นของน้ำประปาทั้ง 5 หมู่บ้านมีค่าไม่เกินมาตรฐานความขุ่นของน้ำประปาที่ไม่เกิน 5 NTU เนื่องจากแหล่งน้ำดิบมีสภาพที่ใสและปริมาณตะกอนไม่มาก ปริมาณคลอรีนตกค้างในท่อจ่ายน้ำมีค่าสูงสุดที่ 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร และต่ำสุดที่ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำประปาอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส และสูงสุดอยู่ที่ 29.5 องศาเซลเซียส โดย อุณหภูมิของน้ำที่วัดได้ปกติไม่สูงเกิน 30 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามพบค่าความขุ่นจะมีสูงขึ้นในช่วงหน้าแล้งที่ปริมาณน้ำดิบลดลง ส่วนหมู่ที่ 3 หมู่ที่ 14 และหมู่ที่ 15 ที่ค่าความขุ่นสูงในช่วงบ่อดกตะกอนบางช่วงเกิดจากการเติมสารส้มไม่ได้ตามปริมาณที่พอดี

ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้รับบริการน้ำประปา

สำหรับจำนวนประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ประชากรทั้ง 5 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 1 บ้านโพนสูงสวัสดิ จำนวน 151 คน หมู่ที่ 2 บ้านโพนสูงเหนือ จำนวน 150 รวมทั้งสองหมู่บ้านเป็น 302 คน หมู่ที่ 3 บ้านโพนสูงใต้ จำนวน 123 คน หมู่ที่ 14 บ้านโพนสูงน้อย จำนวน 100 คน หมู่ที่ 15 บ้านโพนสูงสามัคคี จำนวน 100 คน รวมทั้ง 3 หมู่บ้านเป็น 323 คน รวมทั้งหมด 625 คน

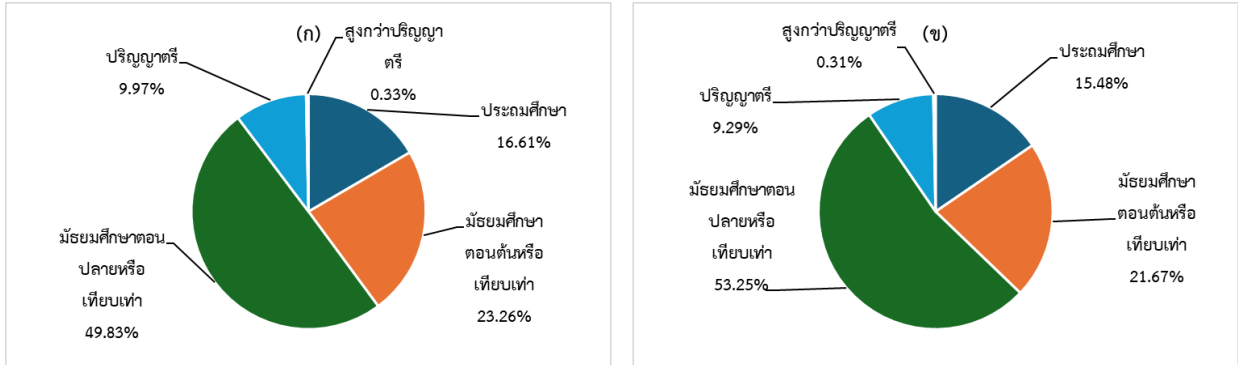
การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยการคำนวณจากสูตรคำนวณกลุ่มประชากรที่รู้จำนวนประชากร (Finite Population) ตามสูตรคำนวณของ ทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane) ที่ความเชื่อมั่น 0.95 และความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างที่ระดับ 0.05 เมื่อแทนค่าในสูตร เพื่อหาจำนวนตัวอย่างจะได้จำนวนตัวอย่างของระบบประปาหมู่ที่ 1 และหมู่ที่ 2 เป็น 301 ตัวอย่าง ขณะที่ระบบประปาหมู่ที่ 3 หมู่ที่ 14 และหมู่ที่ 15 ต้องใช้จำนวนตัวอย่าง 323 ตัวอย่าง รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมดไม่น้อยกว่า 624 ตัวอย่าง

อายุของผู้ตอบแบบสอบถามของระบบประปาทั้งสองแห่งส่วนใหญ่มีช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี โดยพบว่าระบบประปาหมู่ 1 และหมู่ 2 มีผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 39.87 และระบบประปาหมู่ 3 หมู่ 14 และหมู่ 15 เป็นร้อยละ 40.25 ดังภาพที่ 2



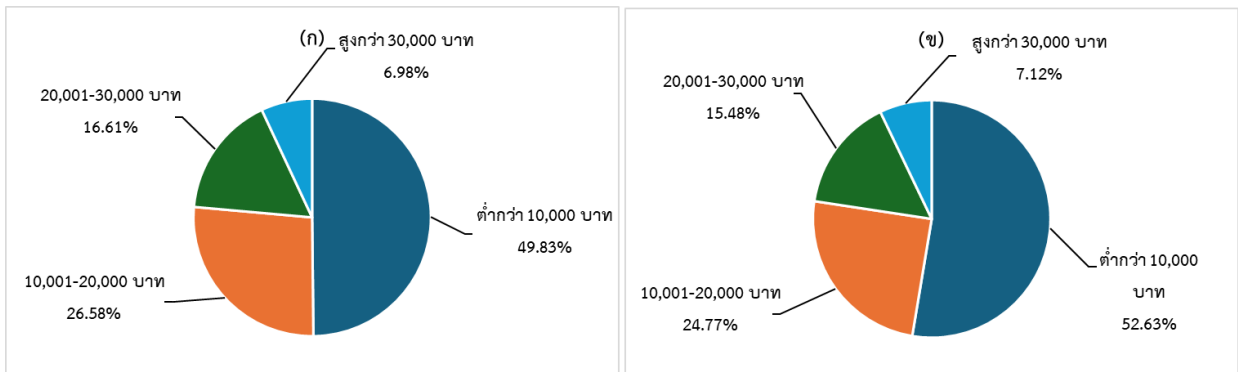
ภาพที่ 2 สัดส่วนอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม (ก) ระบบประปาหมู่ 1 และหมู่ 2 (ข) ระบบประปาหมู่ 3 หมู่ 14 และหมู่ 15

ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามของระบบประปาทั้งสองแห่งส่วนใหญ่จบจากมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า โดยพบว่าระบบประปาหมู่ 1 และหมู่ 2 มีผู้ตอบแบบสอบถามสูงสุดร้อยละ 49.83 และระบบประปาหมู่ 3 หมู่ 14 และหมู่ 15 เป็นร้อยละ 53.25 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สัดส่วนการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม (ก) ระบบประปาหมู่ 1 และหมู่ 2 (ข) ระบบประปาหมู่ 3 หมู่ 14 และหมู่ 15

ระดับรายได้ของผู้ตอบแบบสอบถามของระบบประปาทั้งสองแห่งส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาทต่อเดือน โดยพบว่าระบบประปาหมู่ 1 และหมู่ 2 มีผู้ตอบแบบสอบถามสูงสุดร้อยละ 49.83 และระบบประปาหมู่ 3 หมู่ 14 และหมู่ 15 เป็นร้อยละ 52.63 ดังภาพที่ 4



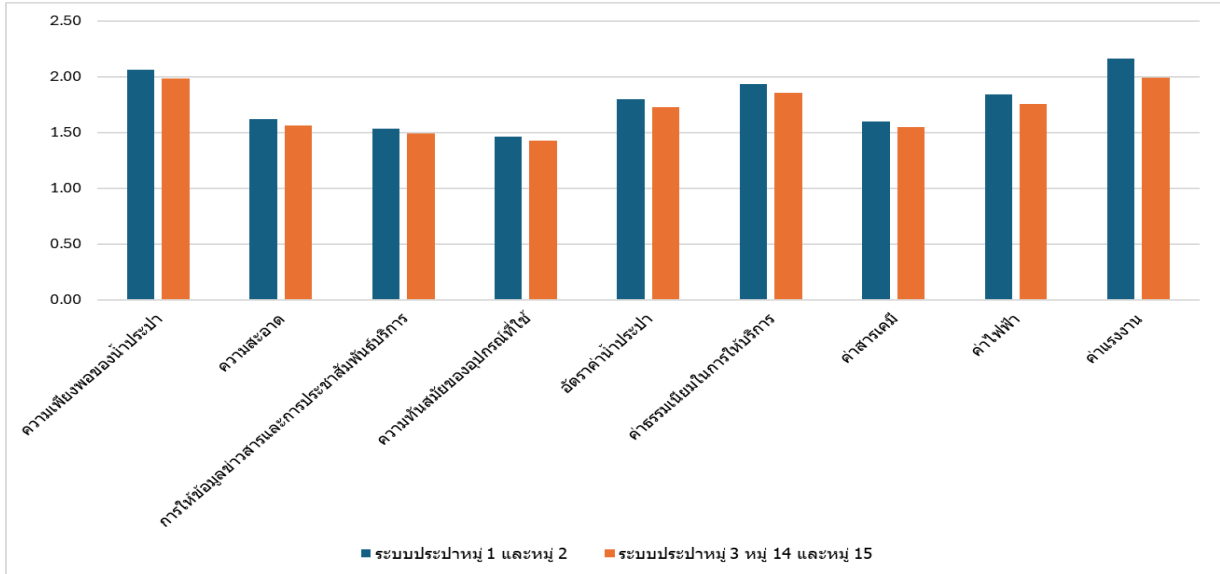
ภาพที่ 4 สัดส่วนระดับรายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม (ก) ระบบประปาหมู่ 1 และหมู่ 2 (ข) ระบบประปาหมู่ 3 หมู่ 14 และหมู่ 15

ผลการประเมินความพึงพอใจ

ในการศึกษาความพึงพอใจในคุณภาพน้ำประปาทั้ง 5 หมู่บ้าน ผู้วิจัยได้มีการประเมินความพึงพอใจ 9 ด้าน ได้แก่ ด้านความเพียงพอ ด้านความสะอาด ด้านการให้ข้อมูลข่าวสารและการประชาสัมพันธ์บริการ ด้านอุปกรณ์ที่ใช้ให้บริการมีความทันสมัย ด้านความเหมาะสมของอัตราค่าน้ำประปา ด้านความเหมาะสมของค่าธรรมเนียมในการให้บริการ ด้านความเหมาะสมของค่าสารเคมี ด้านความเหมาะสมของค่าไฟฟ้า และด้านความเหมาะสมของค่าแรงงาน

โดยมีผลการประเมินจำแนกตามหมู่บ้าน การประเมินคะแนนของความพึงพอใจจะแบ่งคะแนนเป็น 3 ระดับ โดย ความพึงพอใจน้อยจะมีคะแนน 1 คะแนน พอใจปานกลางจะให้คะแนน 2 คะแนน และพอใจมาก

จะมีคะแนน 3 คะแนน หลังจากนั้นจะรวมคะแนนของแต่ละประเด็นประเมินระดับความพึงพอใจรวม โดยใช้คะแนนรวมหารด้วยจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม ผลการประเมินคะแนนของแต่ละประเด็นสำหรับเป้าแต่ละแห่งเป็นดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ระดับคะแนนความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

ค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจของระบบประปาหมู่ที่ 1 และหมู่ 2 เป็น 1.78 ขณะที่ระบบประปาหมู่ 3 หมู่ 14 และหมู่ 15 ประชาชนมีความพึงพอใจคิดเป็นระดับคะแนน 1.71 ซึ่งเมื่อเทียบเป็นระดับความพอใจจะอยู่ในช่วงมีความพึงพอใจน้อยถึงปานกลาง แต่ค่อนข้างมีแนวโน้มค่อนข้างไปในทางปานกลาง เมื่อสังเกตจากประเด็นในการพิจารณาจะพบว่า ด้านอุปกรณ์ที่ใช้ให้บริการมีความทันสมัย ด้านการให้ข้อมูลข่าวสารและการประชาสัมพันธ์บริการ และด้านความสะอาดของน้ำประปา เป็นประเด็นที่ประชาชนให้คะแนนความพึงพอใจค่อนข้างน้อย ซึ่งจะสัมพันธ์กับข้อมูลของลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างระบบประปาทั้งสองแห่งที่มีความทรุดโทรม ซึ่งจะทำให้การผลิตน้ำประปาได้คุณภาพด้อยกว่ามาตรฐาน

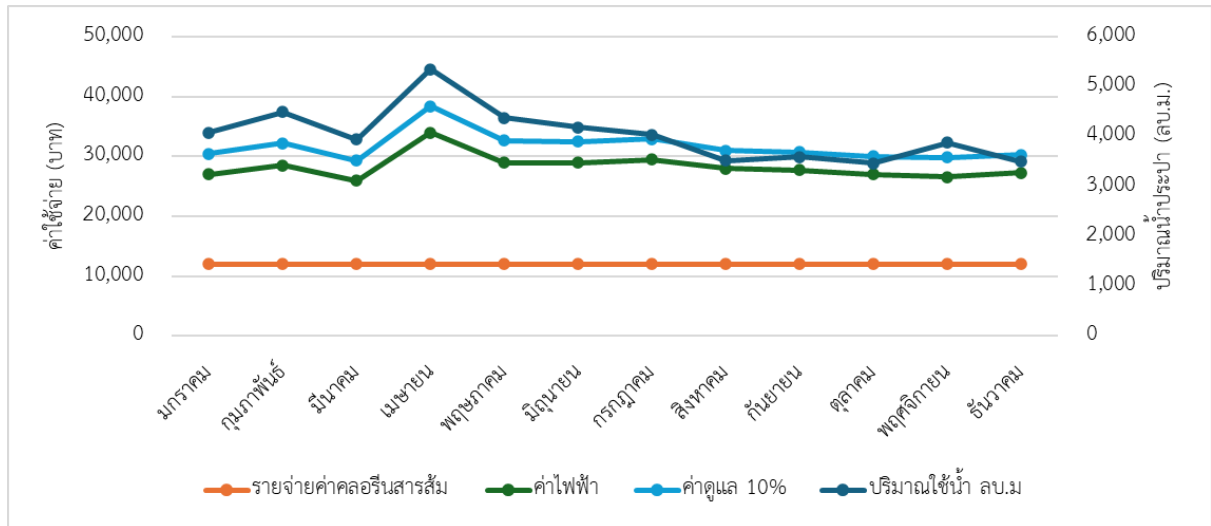
การประเมินต้นทุนและค่าน้ำประปา

ระบบประปาหมู่บ้านโพนสูง หมู่ 1 หมู่ที่ 2 ตำบลโพนสูง อำเภอบ้านดุงจังหวัดอุดรธานี กำลังการผลิตของระบบคือ 20 ลบ.ม/ชม. แต่มีการเดินระบบผลิต 4-6 ชม./วัน หรือผลิตน้ำได้ 3,468 – 5,346 ลบ.ม./เดือน เดือนที่มีการใช้น้ำน้อยที่สุดคือเดือนตุลาคมและใช้มากที่สุดเป็นเดือนเมษายน มีจำนวนผู้ใช้น้ำ 350 ครั้วเรือน เก็บค่าน้ำประปา 8 บ./ลบ.ม. และค่าบริการ 5 บ./ราย ทำให้มีรายได้ค่าน้ำประปาต่อเดือนเฉลี่ยประมาณ 34,037 บาท ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น 31,713 บาท คิดเป็นกำไรเฉลี่ย 2,324 บาทต่อเดือน คิดเป็นต้นทุนค่าน้ำประปา 7.86 บ./ลบ.ม.

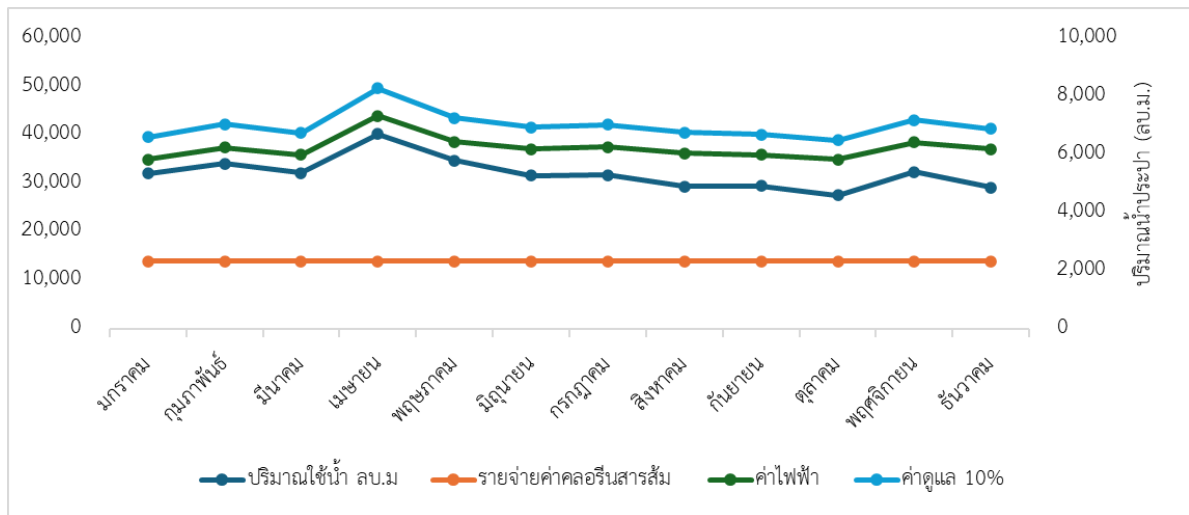
ระบบประปาหมู่บ้านโพนสูง หมู่ 3 หมู่ที่ 14 และหมู่ที่ 15 กำลังการผลิตของระบบคือ 20 ลบ.ม/ชม. แต่มีการเดินระบบผลิต 7-9 ชม./วัน หรือผลิตน้ำได้ 4,599 – 6,706 ลบ.ม./เดือน เดือนที่มีการใช้น้ำน้อยที่สุดคือเดือนตุลาคมและใช้มากที่สุดเป็นเดือนเมษายน มีจำนวนผู้ใช้น้ำ 580 ครั้วเรือน เก็บค่าน้ำประปา 8 บ./ลบ.ม. และค่าบริการ 5 บ./ราย ทำให้มีรายได้ค่าน้ำประปาต่อเดือนเฉลี่ยประมาณ 45,659 บาท ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น 41,952 บาท คิดเป็นกำไรเฉลี่ย 3,707 บาทต่อเดือน คิดเป็นต้นทุนค่าน้ำประปา 7.85 บ./ลบ.ม.

การประเมินต้นทุนของน้ำประปาและราคาค่าน้ำประปาอยู่ในอัตราใกล้เคียงกันมา ส่วนต่างของช่องว่างระหว่างราคาค่าน้ำและต้นทุนน้อยมาก จะทำให้การบริหารงานระบบประปามีความเสี่ยงสูง โดยเมื่อราคาสารเคมีสูงขึ้น ค่าไฟฟ้าสูงขึ้นจะทำให้ไม่มีเงินทุนสำหรับบริหารระบบประปาต่อไปได้

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของระบบประปาทั้งสองแห่งเมื่อนำค่าใช้จ่ายรายเดือนและปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายรายเดือนจะได้ความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายด้านต่างๆ เป็นดังภาพที่ 6 และภาพที่ 7



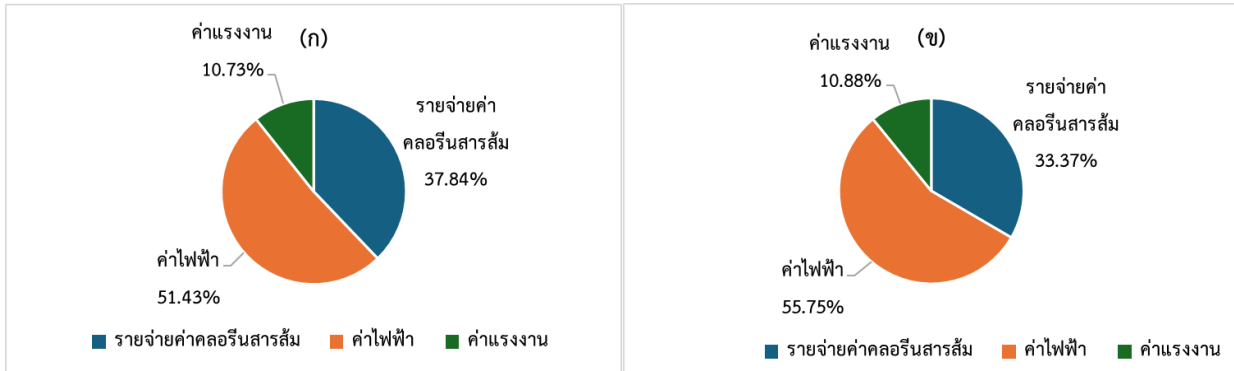
ภาพที่ 6 ค่าใช้จ่ายและปริมาณน้ำจำหน่ายรายเดือนของระบบประปาหมู่ที่ 1 และหมู่ที่ 2



ภาพที่ 7 ค่าใช้จ่ายและปริมาณน้ำจำหน่ายรายเดือนของระบบประปาหมู่ที่ 3 หมู่ที่ 14 และหมู่ที่ 15

จากภาพที่ 6 และภาพที่ 7 จะพบว่าค่าไฟฟ้าและค่าจ้างดูแลระบบแปรผันตรงกับปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายแต่ค่าสารเคมีเป็นค่าใช้จ่ายที่เท่ากันทุกเดือน ซึ่งค่าสารเคมีควรจะแปรผันตามปริมาณน้ำประปา ทั้งนี้ทีมผู้วิจัยคิดว่าควรต้องมีการปรับปริมาณสารเคมีให้ใกล้เคียงเหมาะสมกับปริมาณน้ำประปาในแต่ละเดือน

การประเมินต้นทุนการผลิตน้ำประปาจะพบว่าค่าไฟฟ้าเป็นสัดส่วนต้นทุนหลักที่เกินครึ่งของต้นทุนทั้งหมดในการผลิตน้ำประปาทั้งสองแห่ง และเป็นสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันมาก โดยระบบประปาประปาหมู่ 1 และหมู่ 2 เป็นร้อยละ 51.43 ขณะที่ระบบประปาหมู่ 3 หมู่ 14 และหมู่ 15 เป็นร้อยละ 55.75 ในการลดค่าใช้จ่ายเพื่อเพิ่มกำไรของระบบประปาทั้งสองแห่งควรต้องลดค่าไฟฟ้าในการผลิตประปา ซึ่งอาจจะต้องใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เข้ามาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในช่วงกลางวัน เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการผลิตน้ำประปาจะพบว่าระบบประปาทั้งสองแห่งใช้เวลาในการผลิตในช่วงกลางวันที่มีแสงอาทิตย์ได้ จึงเป็นประเด็นที่ต้องนำไปปรับปรุงแนวทางการบริหารระบบประปาเพื่อความยั่งยืนต่อไป



ภาพที่ 8 ต้นทุนระบบประปา (ก) ระบบประปาหมู่ 1 และหมู่ 2 (ข) ระบบประปาหมู่ 3 หมู่ 14 และหมู่ 15

สรุปผล

ภาพรวมของโครงสร้างระบบประปาอยู่ในสภาพทรุดโทรม ซึ่งยังพอใช้งานได้แต่ต้องมีการปรับปรุงหลายอย่างจึงจะทำให้ได้ประสิทธิภาพการใช้งานได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำดิบโดยทั่วไปสามารถใช้ผลิตน้ำประปาได้ การควบคุมคุณภาพระบบผลิตน้ำประปามีความซับซ้อน ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนค่าคลอรีนต่ำกว่ามาตรฐาน ในการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำทั้งหมด 624 คน พบว่า ระดับความพึงพอใจค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจของระบบประปา 1.71- 1.78 จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงมีความพึงพอใจน้อยถึงปานกลาง แต่ค่อนข้างมีแนวโน้มค่อนข้างไปในทางปานกลาง เมื่อสังเกตจากประเด็นในการพิจารณาจะพบว่า ด้านอุปกรณ์ที่ใช้ให้บริการมีความทันสมัย ด้านการให้ข้อมูลข่าวสารและการประชาสัมพันธ์ บริการ และด้านความสะอาดของน้ำประปา เป็นประเด็นที่ประชาชนให้คะแนนความพึงพอใจค่อนข้างน้อย ซึ่งจะสัมพันธ์กับข้อมูลของลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างระบบประปาทั้งสองแห่งที่มีความทรุดโทรม ซึ่งจะทำให้การผลิตน้ำประปาได้คุณภาพด้อยกว่ามาตรฐาน ด้านการประเมินต้นทุนและราคาขายระบบประปาหมู่บ้าน เก็บค่าน้ำประปา 8 บ./ลบ.ม. และค่าบริการ 5 บ./ราย คิดเป็นต้นทุนค่าน้ำประปา 7.85 บ./ลบ.ม. ซึ่งใกล้เคียงกับราคาขายน้ำประปามาก จะทำให้การบริหารงานระบบประปามีความเสี่ยงสูง โดยเมื่อราคาสารเคมีสูงขึ้น ค่าไฟฟ้าสูงขึ้นจะทำให้ไม่มีเงินทุนสำหรับบริหารระบบประปาต่อไปได้ ซึ่งต้นทุนค่าน้ำประปาส่วนใหญ่มาจากค่าไฟฟ้าร้อยละ 51.43 - 55.75 ในการลดค่าใช้จ่ายเพื่อเพิ่มกำไรของระบบประปาทั้งสองแห่งควรต้องลดค่าไฟฟ้าในการผลิตประปา โดยใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เข้ามาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในช่วงกลางวันพอเพียงสำหรับการเดินระบบผลิต 7-9 ชม./วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร และคณะผู้บริหารระบบประปาหมู่บ้านหมู่ที่ 1 บ้านโพนสูงสวัสดิ หมู่ที่ 2 บ้านโพนสูงเหนือ หมู่ที่ 3 บ้านโพนสูงใต้ หมู่ที่ 14 บ้านโพนสูงน้อย หมู่ที่ 15 บ้านโพนสูงสามัคคี ที่กรุณาให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล และศูนย์บริการวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. (2553). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษารูปแบบการนำร่องและการถ่ายโอนภารกิจน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลไปสู่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น.
- กรรณิกา จันทชิด. (2556). การศึกษาคุณภาพน้ำประปาหมู่บ้าน บ้านโนนคู อำเภอมือง จังหวัดอำนาจเจริญ. กองประปาชนบท กระทรวงสาธารณสุข. (2564). คู่มือผู้ดูแลระบบประปาหมู่บ้านผิวดินขนาดใหญ่, กรุงเทพมหานคร-กองประปาชนบท.
- การประปาส่วนภูมิภาค. (2565). มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (WHO) ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกฉบับที่ 4 ปี ค.ศ. 2011 ภาคผนวกที่ 1 ปี ค.ศ. 2017. คำสั่งการประปาส่วนภูมิภาค เรื่องปรับปรุงมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค.
- จรียา ยี่มรัตน์วร. (2558). การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาในเขตเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.
- จิรวัดน์ ศุภโกศล. (2562). การประเมินประสิทธิภาพระบบประปาหมู่บ้านในจังหวัดสกลนคร ระบบประปาหมู่บ้านหลายแห่งขาดการดูแลอย่างเป็นระบบทำให้พบปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำประปาไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน.
- ขวลิต เสาร์วิบูลย์. (2561). การศึกษาโครงสร้างต้นทุนการผลิตน้ำประปา และการจัดเก็บค่าน้ำประปาที่เหมาะสม กรณีศึกษา กองประปาเทศบาลตำบลบ้านนิเวศน์ อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด ผลิตน้ำประปา.
- เชาว์ ตะสันเทียะ. (2561). การศึกษากระบวนการผลิตและคุณภาพน้ำประปาในพื้นที่ตำบลธารปราสาท อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา.
- ธรรมวัฒน์ อินทจักร. (2557). แบบมาตรฐานระบบประปาผิวดิน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.slideshare.net/thaint/ss-40232183>

Application and Exploration of BIM in China's Highway Construction

Deshuang Zhu^{1*} Choosak Pornsing¹ and Sittichai Saelem¹

¹Department of Industrial Engineering and Management, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000, Thailand

*Corresponding author E-mail: 1547603165@qq.com, pornsing_c@su.ac.th

Abstract

This article believes that BIM technology can propose good solutions and achieve good results in solving the construction pain points of mountainous highways, and has certain promotion and application value. This article summarizes the common problems that exist in various processes of China's highway projects from project initiation to operation, including highway design, quality control, construction management, and other aspects. Especially when encountering adverse geological factors during highway construction, the application of BIM technology. The application of BIM technology in mountainous highway engineering can greatly optimize site layout, improve project quality, reduce construction costs, improve management efficiency, and enhance the office efficiency of all participating parties. It realizes the uniqueness, timeliness, and sharing of data from all parties, and through the accumulation of digital assets in a project, it can also provide reference for other similar projects, and it provides support for data analysis and data services of mountainous highways.

Keywords : Building Information Modeling (BIM), Mountainous highway, Data models, Adverse geological factors, Project management

Introduction

Since the reform and opening up in the last century, China's economy has developed rapidly. There is a Chinese saying that goes, "To become rich, build roads first." China's achievements in road infrastructure construction are evident internationally. Highways are an important component of modern transportation, as they can drive the economic development of areas along the highways and meet the needs of citizens for travel, logistics, and transportation. As of the end of 2020, the total length of highways in China reached 5.1981 million kilometers, and the road density has reached 54.15 kilometers per square kilometer (Foreseeing 2022).

The construction project of the expressway has a large volume, multiple participating parties, high engineering quality requirements, and complex process intersections. However, the digital information application in the construction, management, and operation of highways is still mainly based on initial renderings, which is relatively backward compared to industries such as industry and shipbuilding.

And compared to other industries, highway projects have the characteristics of high cost, large investment, long route, long cycle, multiple participants, high quality requirements,

complex processes, and complex external coordination. In this situation, the application of CAD is undoubtedly an industrial technological revolution, which greatly improves production efficiency and effectively promotes the development and progress of construction engineering.

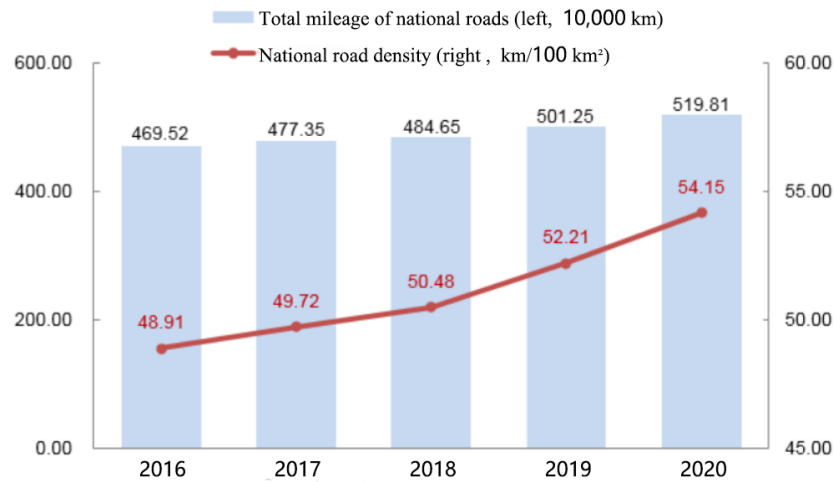


Figure 1 Total mileage and density of highways from 2016 to 2020, modified from (Foreseeing 2022)

However, the advantages of CAD are mainly reflected in design efficiency. Once the drawing design is completed, if there is a need to modify a certain part of the drawing in the future, due to the inability to associate data, it will lead to the need to modify the overall design. Moreover, CAD cannot be linked to various participating parties, resulting in the need for multiple connections, leading to information gaps between both parties and resulting in a series of problems during actual construction (Yang (2019), Qing & Li (2014)).

Under the above requirements, BIM has emerged and rapidly developed. It integrates stakeholders involved in project planning, on-site construction, and operation and maintenance into a comprehensive management platform, constructing a 3D model that covers all real information databases of buildings. Each participant can insert, extract, update, modify, and share various types of information based on the 3D model, achieving real-time correlation among all parties.

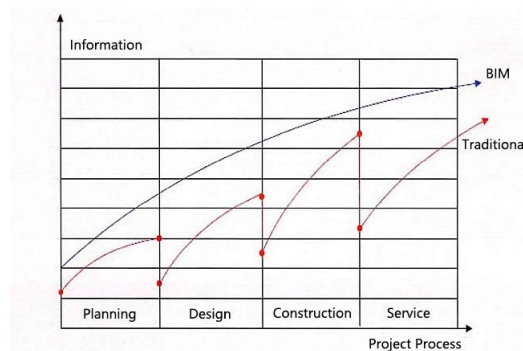


Figure 2 Comparison between BIM and traditional models

1. Research objective

1.1 Summarize and analyze the common problems in Chinese highway projects, as well as the current application status and existing problems of BIM.

1.2 How to use BIM technology to solve common problems in mountainous highways

2. Literature review

BIM is an engineering data model based on three-dimensional digital technology that integrates various relevant information of construction projects. It is also a digital technology applied to design, construction, and management. The Facilities Information Council provides a more accurate definition: "BIM is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition."

BIM first digitizes project engineering information, and then uses this digital information to simulate the constructed model and integrate data from various parts of the project. By sharing and communicating model information, project participants can correctly understand and utilize project information, which helps improve productivity, reduce costs, and shorten project timelines. BIM technology can not only establish specific performance models, but also integrate information from different stages of project implementation. This can meet the needs of the highway industry to adapt to industry development. In the implementation process of applying BIM technology to highway projects, traditional management models and outdated information technology can be improved, the information collection of highway projects can be improved, and all parties involved in the project can have an overall understanding of the information at each stage of the highway, enabling the project to better achieve macroeconomic regulation and enhance comprehensive management capabilities.

In 2014, BIM technology was first applied to the construction management process of highway engineering. In response to the strip distribution characteristics of highway engineering, a "4D construction management system for Xingfen Expressway based on BIM" was developed. Aiming at the characteristics of large volume and multiple points and long lines in engineering projects, a scheme for establishing a multi fine-grained BIM model is proposed, which realizes the hierarchical visual construction simulation of the BIM model (Zhang et al. (2014)). In 2016, Liu Xiangyang and others derived data encoding rules based on the characteristics of highways and created the Highway BIM Multivariate Information Database, also known as the BIM Platform. By utilizing technologies such as data fusion mining and simulation on the BIM platform, multiple functions such as optimization of highway project design schemes, engineering quantity statistics, construction progress deduction, and geometric dimension quality verification are developed to achieve the management and application of the entire lifecycle of highways. Through its research, it can be seen that BIM technology is the preferred way to achieve the full lifecycle management of highway projects. In 2018, Liu Jianhua et al. conducted a study on the

decomposition and coding of BIM models in the management process of transportation construction projects. The article proposed a mechanism for the decomposition and coding of BIM models in transportation construction projects based on units, sub projects, and sub projects (Liu et al. (2018)).

In summary, the application of BIM technology in road engineering is not uncommon, but due to China's very complex geological landscape. Therefore, it is still necessary to discuss how BIM technology can solve the construction difficulties of mountainous highways under specific adverse geological factors.

Materials and methodS

This article discusses the significance of BIM technology in practical application from two aspects: the design and construction management of highways in mountainous areas of China. In terms of design, in addition to conventional design, the treatment design of adverse geological factors within the scope of highway construction is also an important comparative standard. In the construction management section, discussions can be conducted on quality, cost, schedule, and data management aspects one by one. By combining qualitative and quantitative research methods, we can gain a more comprehensive and in-depth understanding of the practical significance of BIM technology in highway construction. This hybrid approach provides us with a 360 degree perspective, allowing us to evaluate the value and potential of BIM technology from multiple dimensions.

Materials

1. Zhengzhou-Xixia Expressway

The highway project area belongs to the mountainous and hilly area, with mountains crisscrossing and a surface elevation difference of nearly 700m, the roadbed width of the project is 26 meters, using the standard of a four lane expressway, with a designed driving speed of 100 km/h and a total length of 78 9km. This project includes 6 interchanges, 2 extra long tunnels with a length of over 6km, 88 main bridges, and a bridge tunnel ratio of 58 9% (Cui et al. (2019)).

2. Chengdu-Yibin Expressway

This expressway project is located in the central and southern part of Sichuan Province and is one of the 16 Chengdu radial expressways in the Sichuan Provincial Expressway Planning Network, It is the fastest recitation route from Chengdu to Yibin, and also an important channel for Chengdu to integrate into the national Yangtze River Economic Belt. The project has a total length of 155km and is constructed according to the standard of a two-way six lane expressway. It is designed with a speed of 120km/h, 4 tunnels, 17 interchanges, and 5 service areas (Xiang & Qin (2021)).

Methods

1. Descriptive research:

Descriptive research methods play a fundamental role when conducting highway construction research. Through in-depth interviews, this article obtained the most authentic information about highway construction from frontline construction personnel. These information includes design concepts, construction techniques, operation and maintenance strategies, and provides background knowledge and research directions for subsequent quantitative research.

2. Case research:

The construction of highways is a complex process that involves multiple factors. Therefore, a single research method may not fully reveal its inherent complexity. Case research methods, especially real case studies based on on-site inspections, can provide a deeper understanding of pain points at various stages of highway construction, and thus make the application of BIM technology in highway construction have practical significance. This article takes the construction of two highways in China as the research object, through the collection of literature, relevant materials, and data, this paper summarizes and analyzes the practical problems encountered in the use of BIM technology in the inspection, design, and construction processes of highway projects, in order to discuss the practical significance of BIM technology.

3. Literature research:

This article summarizes and summarizes the research of previous researchers through literature review, providing a basic framework for the research in this article. The literature review provides a solid foundation for this study, revealing the history and current status of BIM technology and highway construction. This article delves into libraries, academic journals, and online academic resources to ensure that the information obtained is both extensive and relevant. Every piece of information has also undergone critical screening and evaluation to ensure its quality and relevance.

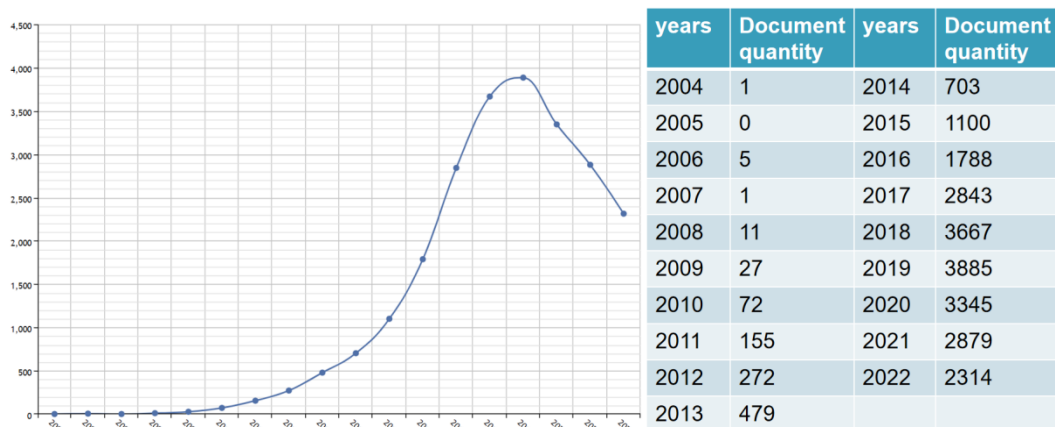


Figure 3 The number of academic papers published after the introduction of BIM technology in China, the data comes from CNKI statistics

4. Data analysis:

This article organizes and analyzes the collected data and draws conclusions. Using statistical software to organize and conduct preliminary analysis of data, obtain trend charts, understand the development process of BIM in China, and understand the overall views of respondents on the application of BIM technology. Using frequency analysis to view the popularity of BIM technology in highway construction; Correlation analysis and regression analysis are used to explore the relationship between the specific application of BIM technology and the effect of highway construction.

Research results

1. Zhengzhou-Xixia Expressway Yaoshan-Luanchuan section

The application exploration of BIM technology in this project mainly involves the design department providing two-dimensional design drawings and establishing a three-dimensional BIM model based on the two-dimensional drawings. The main disciplines involved include: routes, interchanges, roadbeds and pavements, bridges, tunnels, signs and markings, etc. BIM models are established for the entire project line and the design is verified.

2. Chengdu-Yibin Expressway

Chengdu-Yibin Expressway has many construction sites and a long route, Firstly, in the design process, BIM models with different accuracies are established through technologies such as oblique photography, GIS, and information technology. Secondly, the construction party develops a construction management cloud platform to achieve digital management of quality management, cost control, construction progress management, and data management during the construction period of mountainous highways. Ultimately achieving the digital development of mountainous highway engineering.

Criticize the results

China has complex geological conditions and a large number of mountainous areas. Mountains account for over 33% of China's total land area, and hills and rugged plateaus also account for 10%. Overall, the proportion of mountainous areas has exceeded 50%. There are many goaf and karst areas in mountainous areas where poor geological conditions are widely distributed. Their distribution is often irregular, which can potentially threaten the stability of highway structures. The road design of unfavorable geological sections can be pre processed using BIM technology, with the following steps:

(1) Model establishment

Establishing high-precision BIM models relies on road data information and three-dimensional terrain; The road model generates road surfaces and slopes based on the preparation template, which can visually and clearly verify whether the design is reasonable; Bridges can use parameterized construction libraries to generate corresponding

models, which, combined with three-dimensional terrain, can reflect the entire surrounding situation of the bridge and accurately optimize the position of the bridge head; After the establishment of the entire model, it is convenient and efficient to count the number of related projects, and there is a concept of overall roads.

(2) 3D visualization design

BIM road design can truly realize horizontal, vertical and horizontal linkage design. When one piece of data is modified, it can be updated in real time and other related data can be quickly corrected, greatly reducing risks caused by poor information communication. When viewing the design plan, three-dimensional visualization is used to promote multi-disciplinary collaborative design and provide a good visual experience to facilitate reporting and communication.

(3) Design quality and precision

Traditional two-dimensional design is limited by issues such as communication between professions and data disconnection, resulting in frequent errors, omissions, collisions, and deficiencies in design results (Errors and omissions generally refer to equipment or materials that have errors or omissions in the equipment and material lists listed during design. Collision or deficiency generally refers to the improper arrangement of equipment in the engineering design drawings, which causes the equipment, pipelines, and cables to be too close to each other during actual installation, resulting in collision.) BIM technology can improve existing problems in two-dimensional design, accurately calculate engineering quantities, and improve design quality and accuracy, the final generated drawings have strong guiding significance for construction (Zhang et al. (2005)).

(4) Digitalization of design results

After the BIM model is established and summarized, it can achieve digital management in the later stage. The BIM model replaces traditional paper documents, making handover and storage more convenient and enabling timely access, which providing favorable conditions for the later use of the entire road network planning and design (Wang et al. (2016)).

After the standardization establishment and information sharing of the three-dimensional model of highways, the collaboration between BIM technology and highway survey and design has emerged to address issues such as multiple engineering points and long lines on highways, combined with actual project requirements. By utilizing information digitization technology and developing a management cloud platform, digital management of quality, cost, construction progress, data management, and other aspects can be achieved during the construction process of highways. The methods are as follows:



Figure 4. Software usage process, sourced from (Xiang & Qin (2021))

1. In terms of quality management, mountainous expressways face numerous difficulties in construction management due to their complex terrain and diverse construction needs. BIM technology can automatically match the required construction technology and number of workers during the construction phase, and record the construction and inspection process using GPS positioning and other methods. The final self inspection information for all sections will be stored in the BIM model for future reference. In this process, it is ensured that responsibilities are fully implemented, process data is left with traces, and hidden dangers are dealt with in a timely manner, ultimately effectively ensuring quality, improving management efficiency, and enhancing the quality acceptance rate.



Figure 5. Construction quality control process, sourced from (Xiang & Qin (2021))

2. In the process of cost management, BIM technology can detect unreasonable situations in the design scheme in advance by simulating the construction process, The construction party can make corrections before construction to effectively control costs.

3. Construction progress management is one of the main contents of project management, and the data of construction progress mainly comes from the quality acceptance process. This approach not only ensures the uniqueness and inheritance of data, but also forms a refined construction management system based on daily construction progress and weekly construction progress as the key points. The management cloud platform can automatically convert quality inspection reports into progress data, import it into the associated construction

structure tree, and achieve plan simulation based on BIM technology. In addition, organize the construction progress into different reports to facilitate real-time understanding of project progress by relevant personnel. If there is a delay during the construction process, it is only necessary to analyze the causes of these problems and propose reasonable measures to ensure effective control of the construction progress.

4. In terms of data management, each participating party is responsible for uploading and downloading data within their own scope based on the construction management cloud platform, and as long as they ensure timely and accurate updates of data, they can achieve internal sharing of data. The management cloud platform can also standardize process management by establishing project approval processes such as stamp approval and contact form delegation, achieving a combination of online and offline office work, and improving office efficiency. On the other hand, project managers form the foundation for digital archive delivery by managing the tree structure of design drawing files and technical data.

Summary of results

Based on the case analysis of BIM technology applied in the construction of highways in mountainous areas of China, this article summarizes the following viewpoints: 1.By achieving collaboration between BIM technology and highway survey and design, the complex adverse geological problems of highways in mountainous areas of China can be solved to a certain extent. 2.BIM technology can avoid a large number of unreasonable designs during the design phase and achieve more effective cost control by establishing road models in advance. 3.BIM technology develops a management cloud platform through the method of data aggregation and unified management, which can effectively solve the quality management problems in the process of highway construction and improve the efficiency of quality management. 4.Based on the application of BIM technology in highway quality management, a highway construction progress management system can be implemented on a daily basis, effectively addressing the problem of delayed construction progress. 5.The management cloud platform developed based on BIM technology can effectively improve construction efficiency, while organizing and archiving complex data files such as design and construction materials in an orderly manner

Acknowledgments

At the completion of this paper, I would like to express my heartfelt gratitude and sincerest respect to the guidance of Professor Choosak Porning. I would also like to express my gratitude for this opportunity to write my thesis, which has given me more academic experience and deepened my understanding of my studies.It also gave me a more thorough and clear understanding of school teaching, and allowed me to have a profound memory and reflection on my entire college life, which has a crucial guiding role for my future growth.

Reference document

- Foreseeing 2022: "Panorama of China's Smart Highway Industry in 2022" [P/OL]. 2022, http://news.sohu.com/a/532161959_121124367.
- Cui Runchao, Wu Jifeng, & Xu Huijie. 2019. Research on the application of BIM technology in the design stage of mountainous highway projects. Highway Transportation Technology (Applied Technology Edition), 8
- Liu Jianhua, Li Wenlei, Luo Genchuan, Gu Jianhong, Liu Daiquan, & Yang Guirong. (2018). Research on BIM model decomposition and coding of transportation construction project management. Project Management Technology, 16(2), 56-63.
- Qing Yao, & Li Yang. 2014. The necessity of full life cycle cost management in engineering design. Sichuan Architecture, 34(3), 287-288.
- Wang Liyuan, Chen Chujiang, & Yu Fei. 2016. Highway survey design and practice based on BIM. Chinese and Foreign Highways, 36(3), 342-346.
- Xiang Zhongsong, & Qin Chunwei. 2021. Application of BIM technology in the construction period of mountainous highways. China's construction informatization.
- Yang Jinlong. 201). Research on the innovation of architectural design concepts from the perspective of virtual construction (Master's thesis, Zhongyuan Institute of Technology).
- Zhang Jianping, Cao Ming, & Zhang Yang. 2005. Building construction 4D management system based on IFC standard and engineering information model. Engineering Mechanics, 1.
- Zhang Jianping, Yu Fangqiang, Zhao Wenzhong, Wang Bingxing, & Wang Hengwei. 2014. Research and application of BIM technology in the construction of Xingfen Expressway. Construction Technology, (18), 92-96.

การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอัดเม็ดในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ Increasing the Overall Effectiveness of the Pellet Machine in Feed Mill Industry

สยาม การกระสัง^{1*} ศักดิ์ชาย รักการ¹ และพจนีย์ ศรีวิเชียร¹

Sayam kankrasang^{1*}, Sakchai Rakkarn¹ and Podchaneer Sriwichai¹

¹หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

¹Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management, Kasem Bundit University, Pattanakarn

Campus 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang Bangkok 10250, Thailand

*Corresponding author E-mail: sa_yam20@hotmail.com, sakchai.rak@kbu.ac.th, podchaneer.sri@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มนำแผนการจัดการบำรุงรักษาแบบเชิงรุกเครื่องจักรอัดเม็ดในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งมีความพร้อมใช้งานน้อยกว่า 99% กรณีศึกษาบริษัทผลิตอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอาหารสัตว์และลดระยะเวลาการขัดข้องของเครื่องจักรผลิตอาหารสัตว์ โดยเริ่มเก็บข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2565 นำมาวิเคราะห์สาเหตุปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร พร้อมทั้งกำหนดแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance) สำหรับเครื่องจักรในสายการผลิตอาหารสัตว์ จากผลดำเนินการพบว่าเครื่องจักรขัดข้องโดยเฉลี่ยลดลงจาก 8.62% หรือคิดเป็น 98.51% ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรโดยรวมเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 8.70% หรือคิดเป็น ร้อยละ 9.62% ตามลำดับ ทำให้ระยะเวลาก่อนเกิดการขัดข้อง (MTBF) เพิ่มขึ้น เพิ่มขึ้นเป็น 79,783.96 นาที/ครั้ง รวมถึงระยะเวลาทำการซ่อมแซม (MTTR) โดยเฉลี่ยต่อเดือนลดเหลือ 28.40 นาที/ครั้ง และลดการสูญเสียทางการเงินที่เกี่ยวข้องกับเวลาที่เครื่องจักรต้องหยุดงาน ซึ่งค่าสูญเสียเฉลี่ยต่อปีลดลง 79.41%

คำสำคัญ: การลดปัญหาข้อบกพร่องเครื่องจักร; การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน; การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร

ABSTRACT

This research article aims to take a proactive maintenance management for pellet machines in the animal feed production process with availability less than 99%. A case study of an animal feed production company. To increase the efficiency of animal feed production and reduce the time of machine failure. It starts with collecting data on machine failures. Between July and December 2022, Analyze the causes of machine failures. As well as determining solutions by creating a proactive maintenance plan (Proactive Maintenance) for machinery in the animal feed production line. From the results, it was found that the average machine failure decreased from 8.62% or 98.51%. The average overall availability of machinery increased by 8.70% or a percentage of 9.62%, respectively. This causes the time before failure (MTBF) to increase to 79,783.96 minutes/time. Including the average monthly repair time (MTTR) reduced to 28.40 minutes/time. Including the average monthly repair time (MTTR) reduced to 28.40 minutes/time. and reduce financial losses associated with machine downtime. which the average annual loss decreased by 79.41%

Keyword: Reducing Machinery Defects; Reducing Machinery Defects; Enhancing Machine Efficiency.

บทนำ

ในช่วงเวลากว่าหลายทศวรรษที่กระแสโลกาภิวัตน์ ทำให้ตลาดการค้าระหว่างประเทศเติบโต ผู้ผลิตสามารถใช้ประโยชน์จากการแบ่งการผลิตระหว่างประเทศ โดยสร้างระบบห่วงโซ่อุปทานการผลิตให้กระจายอยู่ในหลายประเทศ ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพและมีส่วนช่วยในการเติบโตของธุรกิจ อย่างไรก็ตาม การไหลเวียนของกระแสโลกาภิวัตน์กลับสร้างปัญหาในหลายด้านแก่ระบบเศรษฐกิจโดยเฉพาะปัญหาทางด้านความเหลื่อมล้ำส่วนหนึ่ง เพราะเจ้าของกิจการได้ย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศที่เอื้อต่อการผลิตได้ดีกว่า มีค่าแรงต่ำกว่า ซึ่งส่งผลเสียต่อการจ้างงานในประเทศอย่างชัดเจน ในทางกลับกัน นักลงทุนและเจ้าของกิจการที่ออกไปลงทุนกลับได้ประโยชน์จากการย้ายฐานอย่างมีนัยยะ เรื่องราวเกี่ยวกับการทวนกระแสโลกาภิวัตน์จึงได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา สงครามการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกาและจีน อีกทั้งการระบาดใหญ่ของโควิด -19 และสงครามยูเครนรัสเซีย มีแนวโน้มที่จะเพิ่มแรงผลักดันให้กับการทวนกระแสโลกาภิวัตน์ (Deglobalization) มีความเข้มข้นมากขึ้น เกิดขึ้นภายในโรงงานอาหารสัตว์ หากพิจารณาให้ดีจะพบว่า มีความสูญเสียอันหนึ่งที่สำคัญมาก แต่มักกลับถูกมองข้ามไป คือ การสูญเสียเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร ดังนั้นจึงนับได้ว่าเป็นต้นเหตุที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสินค้าของโรงงานสูงขึ้น ทั้งนี้ หากจะส่งเสริมให้สมรรถนะขององค์กรดีเลิศได้ต้องอยู่บนพื้นฐานของการใช้เครื่องจักรที่ดี คือ เครื่องจักรที่ใช้งานได้ตลอดเวลา ใช้งานได้เต็มกำลัง และไม่ผลิตของเสียออกมาโดยสามารถสังเกตได้จากอัตราการเดินเครื่อง (Availability) ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate) อย่างไรก็ตามหากแม้ว่าบริษัทจะมีการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพดีเพียงใด แต่ถ้ากระบวนการผลิตยังมีการสูญเสียที่แฝงเร้นอยู่มากก็จะส่งผลให้ต้นทุนสูงและบริษัทก็ไม่สามารถอยู่รอดหรือแข่งขันได้ ด้วยปัจจัยเหล่านี้ทำให้ผู้ศึกษาเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหา [1] จึงเป็นที่มาของปัญหาและศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากลูกค้ามีความต้องการผลิตที่มากขึ้นจากไตรมาสที่ 2 ของปี 2565 มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 99% ภายในไตรมาสที่ 3 ของปี 2566

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้มุ่งศึกษาปัญหาประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอัตโนมัติอาหารสัตว์สายการผลิตไลน์ 5 โดยจะใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมศาสตร์เข้าช่วย ในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมกับทำการแก้ไขและปรับปรุงให้สอดคล้องกับเป้าหมายโดยในการทำการศึกษานี้ ซึ่งคาดว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอัตโนมัติอาหารสัตว์ในสายการผลิตที่ไลน์ 5 สูงขึ้นอย่างน้อย 90% เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า การพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของอุปกรณ์เครื่องจักร เพื่อให้เกิดความสามารถในการผลิตสูงสุด โดยมีกรณีศึกษาเป็นโรงงานเครื่องตีนม กรณีศึกษาพบว่า ปัญหาของเครื่องจักรจากการหยุดกะทันหันสาเหตุจากวิธีการบำรุงรักษาที่ไม่เป็นระบบทำให้เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาและส่งผลให้เกิดการชำรุดบ่อยครั้ง รวมไปถึงสภาพเครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมานาน ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อความเสียหายของเครื่องจักรและผลิตภัณฑ์ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพิ่มผลผลิตด้วยวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโรงงานผลิตอาหารสัตว์เพื่อต้องการเพิ่มผลผลิตด้วยวิธีการ OEE หรือการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอัตโนมัติในโรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำ โดยทำการเก็บข้อมูลที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอัตโนมัติมีค่าต่ำด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบคิวิซี สตอรี่ ของ JUSE การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนปรับปรุงด้วย (Fish Bone Diagram) พบว่ามีตัวแปรที่มีค่าต่ำมีอยู่ 2 ตัวแปร คือ ค่าความพร้อมของเครื่องจักรและค่าสมรรถนะเครื่องจักร [2,3] การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรซีเอ็มซีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต มีจุดประสงค์เพื่อวาง

แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้กับเครื่องจักรในสายการผลิตให้อัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Machine Availability) [4] ที่เพิ่มขึ้น ทดสอบฟังก์ชันการทำงานของเครื่องจักรและความเที่ยงตรงในการกีดกันงานเฮดแคลมของเครื่องจักรโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานและเกณฑ์คุณภาพที่ยอมรับได้ และคำนวณต้นทุนรวมของการกีดกันงานเฮดแคลม 10 ชิ้น โดยใช้ตัวแบบต้นทุนบนฐานกิจและเกณฑ์เวลา (TDABC) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรรวมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนเครื่องจักรใหม่ นำเข้าเปรียบเทียบกับต้นทุนการรีไซเคิลเครื่องจักรเวอร์ติคัลแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์เพื่อศึกษามูลค่าการลงทุน โดยการบำรุงรักษาเชิงรุก นับเป็นวิธีบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ค่อนข้างใหม่ต่อวงการ ทั้งนี้เพราะแนวคิดดังกล่าวเป็นงานบำรุงรักษาที่มุ่งพิจารณาจากของปัญหาเมื่อใดที่มีการไม่สมดุลในระบบของเครื่องจักรอาจจะเกิดความไม่มีเสถียรภาพในหนึ่งสาเหตุหรืออาจจะมีความไม่สมดุลในระบบมากกว่าหนึ่งสาเหตุก็เป็นได้ดังนั้นเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและนำมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุงได้นั้น จำเป็นต้องมีแนวคิด หลักวิชาการที่มีการศึกษา ซึ่งมีการนำไปใช้และได้ผล ซึ่งเป็นแนวคิดวิธีปฏิบัติได้รับการยอมรับโดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ประยุกต์ใช้หลักการของระบบการซ่อมบำรุงแบบทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance , TPM)การลดอัตราชำรุดของเครื่องจักรกรณีศึกษางานซ่อมบำรุงในสายการผลิต [5,6]

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษา และปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดข้อบกพร่องของเครื่องอัดเม็ดในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ โดยการนำหลักการจัดการกระบวนการ รวมถึงการจัดการเชิงวิศวกรรมโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูล

จากการวิจัย พบว่าการขัดข้องของเครื่องจักร 4 เครื่อง ในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 มีข้อมูลตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการขัดข้องเฉลี่ยของเครื่องจักร

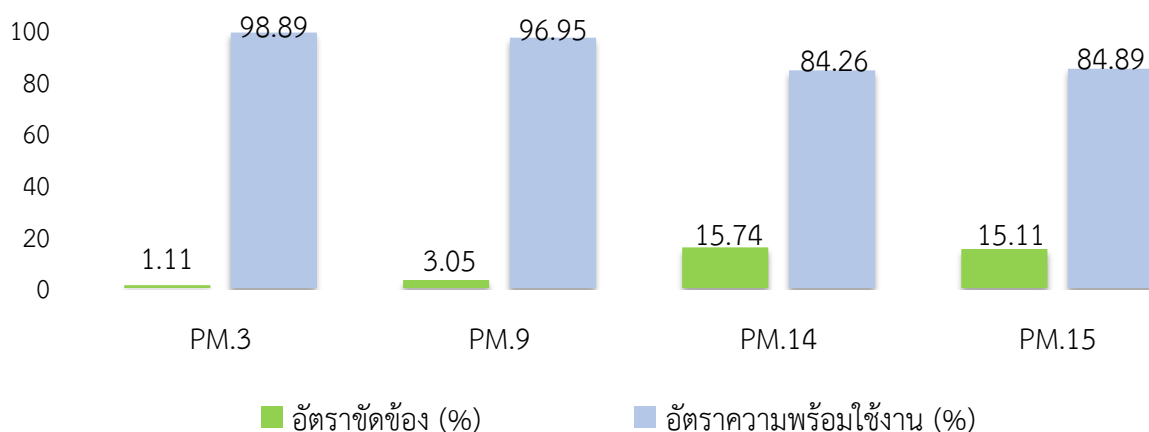
Pelletmill (no)	รวม			ค่าเฉลี่ย		
	เวลา ทำงาน (นาท)	จำนวน ขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา ขัดข้อง (นาท)	เวลา ทำงาน (นาท/เดือน)	จำนวน ขัดข้อง (ครั้ง/เดือน)	เวลา ขัดข้อง (นาท/เดือน)
PM.3	229,750	18	2,655	33,951.41	2.57	379.29
PM.9	229,750	33	7,307	33,951.41	4.71	1,043.86
PM.14	229,750	305	37,731	33,951.41	43.57	5,390.14
PM.15	229,750	273	36,236	33,951.41	39.00	5,176.57

จากตารางที่ 1 เป็นข้อมูลการชำรุดขัดข้องอุปกรณ์เครื่องจักรใน โดยปัญหาทั้งหมดของอุปกรณ์เครื่องจักรซึ่งมีความพร้อมใช้งาน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลค่าเฉลี่ย MTBF MTTR และอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรอัตโนมัติ

Pelletmill (no)	MTBF (นาทีก)	MTTR (นาทีก)	อัตราขัดข้อง (%)	ความพร้อม ใช้งาน (%)
PM.3	13,179.82	147.58	1.11	98.89
PM.9	7,050.44	221.63	3.05	96.95
PM.14	662.41	123.71	15.74	84.26
PM.15	745.51	132.73	15.11	84.89

จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่ามีเครื่องจักรอัตโนมัติที่มีค่าเฉลี่ย อัตราความพร้อมใช้งานเครื่องจักรอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่า 99% อยู่จำนวนทั้งหมด 4 เครื่องประกอบด้วย เครื่องจักรอัตโนมัติ ซึ่งผู้ศึกษาจึงนำข้อมูลค่าดัชนี MTBF, MTTR อัตราการขัดข้องเครื่องจักรและอัตราความพร้อมใช้งานเครื่องจักร ดังภาพประกอบที่ 1

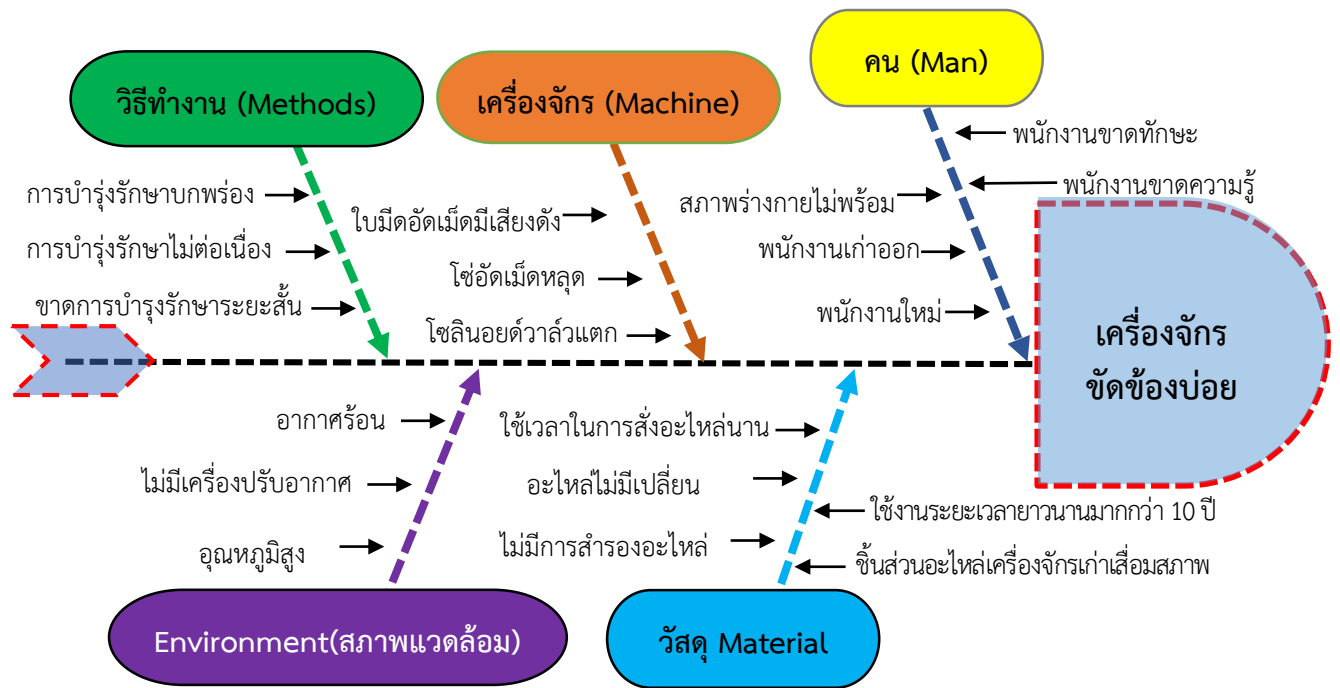


ภาพที่ 1 การบำรุงรักษาโดยรวมของเครื่องจักรอัตโนมัติของเดือนกรกฎาคม 2565 ถึง ธันวาคม 2565 ต่ำกว่า 99% ประกอบด้วย เครื่องจักรอัตโนมัติ รหัส PM.3, PM.9, PM.14 และ PM.15

จากปัญหาทั้งหมดของกลุ่มเครื่องจักรขัดข้องผู้วิจัยเล็งเห็นปัญหาค่าเฉลี่ยเวลาก่อนชำรุด ซึ่งมีความพร้อมใช้งานต่ำกว่า 99% และได้จำแนกแบ่งปัญหาการขัดข้องออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบ Mechanical ระบบ Electrical และระบบ Pneumatic ซึ่งจะได้ดำเนินการนำสู่การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาต่อไป

2. การวิเคราะห์ปัญหา และดำเนินการแก้ไข

ผู้วิจัยได้ศึกษาสาเหตุของปัญหาการเกิดเวลาสูญเสียการผลิตของเครื่องจักร และสาเหตุของการเกิดความเสียหายของเครื่องจักรอัตโนมัติ โดยใช้แผนภูมิแก๊งปลา สาเหตุของการเกิดความเสียหายของเครื่องจักรอัตโนมัติ ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิแก๊งปลา

จากภาพประกอบที่ 2 พบว่า ในส่วนของเครื่องจักรมีส่วนประกอบของเครื่องจักรมีการชำรุด ทำให้การทำงานไม่มีประสิทธิภาพหากไม่มีการบำรุงอย่างต่อเนื่อง ในส่วนของคนเป็นพนักงานใหม่ที่ยังขาดทักษะการซ่อมบำรุงเฉพาะทาง และยังขาดการได้รับมอบหมายอย่างชัดเจน พฤติกรรมการใช้งานเครื่องจักรอัดเม็ดของพนักงานที่เกี่ยวข้องยังขาดความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้งานที่ถูกต้อง และวิธีการปฏิบัติงานของช่างบำรุงรักษาและช่างซ่อมเครื่องจักรอัดเม็ด จากภายนอก คือ การได้รับรายงานจากฝ่ายช่างบำรุงรักษา และส่งเรื่องต่อไปให้ช่างซ่อมเครื่องจักรอัดเม็ดจากภายนอก โดยดำเนินการซ่อมแซมจะต้องอยู่ภายใต้การดูแลของฝ่ายวิศวกรรมเท่านั้น และเรื่องของงบประมาณในการสั่งซื้ออะไหล่เพื่อมาทดแทนของเดิมที่ชำรุด โดยหลังจากฝ่ายวิศวกรรมได้รับรายงานจากช่างซ่อมเครื่องจักรอัดเม็ด จะต้องทำรายงาน และขออนุมัติงบประมาณต่อไป

3. กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

1) วิเคราะห์ปัญหาการดำเนินงานการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงรุก (Proactive Maintenance) เพื่อจัดการทำแผนผลดำเนินงานก่อนที่จะเกิดความเสียหายหรือขัดข้อง เพื่อลดความเสียหายในการผลิตและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมฉุกเฉิน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร

2) วิเคราะห์เครื่องจักรและจัดแผนงาน และกำหนดระยะเวลาการซ่อมบำรุงโดยทำการสำรวจ และวิเคราะห์เครื่องจักรที่ต้องการซ่อมบำรุงเชิงรุกระบุปัญหาที่เป็นไปได้หลังจากที่วิเคราะห์แล้วจึงกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำการซ่อมบำรุงเชิงรุกระยะสั้น และระยะยาว โดยอ้างอิงจากประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และระยะเวลาที่จำเป็นในการป้องกันความเสียหาย รวมทั้งแผนซ่อมบำรุงที่ระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำ รวมถึงวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นเตรียมบุคคลกรที่จะทำงานและกำหนดตารางเวลาการทำงาน

3) วิเคราะห์การดำเนินงานการซ่อมบำรุง การตรวจสอบและบันทึกผลการทำงานประเมิน และปรับปรุงดำเนินการตามแผนการซ่อมบำรุง เพื่อปรับปรุงการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ

ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

ทำการเก็บข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษา จากการเก็บข้อมูลในบทที่ 3 ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรอัตโนมัติ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2565 ที่ผ่านมา พบว่า มีเครื่องจักรอัตโนมัติ มีความพร้อมใช้งาน 99% รวมทั้งหมดจำนวน 4 เครื่อง ได้แก่ เครื่องจักรอัตโนมัติ รหัส PM.3, PM.9, PM.14 และ PM.15 จึงกำหนดวิธีการแก้ไขด้วยการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน พร้อมทั้งการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. วิธีการแก้ปัญหาในการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงรุก (Proactive Maintenance) [7,8]

จากการวิเคราะห์ปัญหาการดำเนินงานในการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงรุก (Proactive Maintenance) เป็นกลยุทธ์ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตหรือให้บริการโดยการดำเนินการก่อนที่จะเกิดความเสียหายหรือขัดข้อง เพื่อลดความเสียหายในการผลิต ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมฉุกเฉิน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ดังนั้น การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงรุกเป็นสิ่งสำคัญในการบริหารดูแลทรัพยากรทางวิศวกรรมและการผลิตในหลายๆ อุตสาหกรรม ต่อไปนี้คือขั้นตอนที่สำคัญในการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงรุก

1. การวิเคราะห์เครื่องจักร วางแผนงาน และการกำหนดระยะเวลาการซ่อมบำรุง โดยทำการสำรวจและวิเคราะห์เครื่องจักรที่ต้องการการซ่อมบำรุงเชิงรุก ระบุปัญหาที่เป็นไปได้และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น วิเคราะห์ประวัติการซ่อมแซมและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในอดีตเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการซ่อมบำรุงเชิงรุก หลังจากทีวิเคราะห์แล้ว จึงกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำการซ่อมบำรุงเชิงรุก ระยะสั้น และระยะยาว โดยอิงจากประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และระยะเวลาที่จำเป็นในการป้องกันความเสียหาย รวมทั้งสร้างแผนการซ่อมบำรุงที่ระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำ รวมถึงวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็น เตรียมบุคลากรที่จะทำงานและกำหนดตารางเวลาการทำงาน

2. การดำเนินการซ่อมบำรุง การตรวจสอบและบันทึกผลการทำงาน ประเมินและปรับปรุง โดยดำเนินการตามแผนการซ่อมบำรุงที่กำหนดไว้ รักษาระยะเวลาการทำงานและปฏิบัติตามมาตรฐานคุณภาพ หลังจากการซ่อมบำรุงเสร็จสิ้น ตรวจสอบความสมบูรณ์ของงาน และบันทึกผลการทำงาน รวมถึงการตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรหลังจากการซ่อมบำรุง และทำการประเมินความสำเร็จของแผนการซ่อมบำรุงเชิงรุก และทำการปรับปรุงแผนในการซ่อมบำรุงครั้งถัดไปตามผลการประเมิน

2. ผลการดำเนินงานการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงรุก (Proactive Maintenance)

1. การวิเคราะห์เครื่องจักร และวางแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในรูปแบบการดูแลสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์ภายในโรงงานที่ใช้การตรวจสอบ ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามเวลาที่มีการกำหนดเอาไว้ เป้าหมายของการทำ Preventive Maintenance คือ การตรวจสอบชิ้นส่วนและเปลี่ยนแปลงก่อนที่จะเสียหายจนหยุดการทำงาน ทำความสะอาดและตรวจสอบการติดตั้ง เพื่อคงประสิทธิภาพการทำงานให้คงที่ ป้องกันการส่วนประกอบต่าง ๆ จากการที่ระบบทำงานผิดพลาด เพิ่มอายุการทำงานของอุปกรณ์ พัฒนาความรู้ของทีม และรูปแบบการดำเนินงาน เนื่องจากเครื่องจักรหยุดการทำงานบ่อยครั้ง จึงดำเนินการวางแผนการซ่อมบำรุงใน 3 ระบบคือระบบ Mechanical ระบบ Electrical และระบบ Pneumatics เพื่อป้องกันปัญหาการขัดข้อง และลดอัตราสูญเสียของเครื่องจักร โดยแบ่งได้เป็น 2 แผน ดังนี้

2. แผน PM ตามระยะเวลา (Time-Based Preventive Maintenance) ในการกำหนดแผน PM โดยใช้เวลาเป็นตัวกำหนดเพื่อทำนายสภาพ และคุณสมบัติของเครื่องจักร ซึ่งในกรณีแรกจะใช้ในการเข้าไปทำกิจกรรมกับชิ้นส่วนที่มีความสำคัญต่อเครื่องจักรมาก ๆ ซึ่งชิ้นส่วนของเครื่องจักรมีผลกระทบรุนแรงต่อเครื่องจักรมาก ๆ หากชิ้นส่วนเกิดความเสียหาย จะส่งผลกระทบต่อเครื่องจักร และการผลิตของโรงงาน หรือ

สำหรับโรงงานที่เดินเครื่องจักรที่มีระยะเวลาที่แน่นอนตลอดก็สามารถกำหนดช่วงเวลาเข้าไปเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นทุก ๆ 6 เดือน เป็นต้น

3. แผน PM ตามปริมาณการใช้งาน (Usage- Based Preventive Maintenance) [8,9] ในการกำหนดแผน PM ตามลักษณะปริมาณการใช้งานจะ "ขึ้นมากกว่าแผน" แบบแผน PM ที่กำหนดตามระยะเวลา เพราะสภาพ และคุณสมบัติของชิ้นส่วนเครื่องจักร รวมถึงชิ้นส่วนสิ้นเปลืองต่าง ๆ (Consume part) จะสามารถทำนายได้แม่นยำกว่า ดังนั้นจึงใช้เครื่องมือสอบเทียบ รุ่น Portable Pressure Calibrator มาใช้ในการทำ Preventive Maintenance เพื่อลดปัญหาเครื่องจักรหยุดทำงาน และเพิ่ม MTBF ในกระบวนการผลิต โดยมีค่า Pressure range 95% vacuum to 375 psi (25 bar) temperature 0-50 c humidity <85%RH adjusting fineness 10 Pa (0.1 mbar) safety pressure <1000 psi (70 bar) pressure media air size height 5.12”(130mm) base 9.45”(240 mm)x4.27” (120mm) weight 3.3 ib (1.5 kg) สามารถวัดและจ่ายได้ทั้ง Automatic Pressure Calibrator เปลี่ยนหน่วยวัดได้ 25 หน่วยวัด เช่น psi, mmHg, Pa, torr, MPa, mm. H2O สอบเทียบ Pressure / Vacuum gauge, Pressure switch, Pressure transmitter ดังภาพประกอบที่ 3



3. ข้อมูลเฉลี่ยการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความถี่การชำรุดของเครื่องจักรปี 65

Repair Type	ความถี่การชำรุดปี 65 (ครั้ง)											
	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค
Hammer Mill	2	2	2	3	3	2	1	1	0	3	3	0
Conditioner	1	2	0	3	2	4	1	1	2	2	0	3
Hygenizer	1	2	3	3	1	2	2	2	2	2	2	2
die	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sensor	1	2	3	0	2	0	0	3	1	1	1	2
Mwgnnet	2	2	0	2	2	2	2	2	2	3	3	2
Air Shocker	2	0	1	2	0	0	1	0	1	2	1	0
SolenoidValve	0	2	1	2	1	1	1	1	1	2	3	1
Handle Pulse	9	2	1	2	0	0	1	1	1	2	3	1
Servo	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	1
Motor fan coil	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2

รวม	24	20	16	22	17	17	15	18	16	23	22	16
	226											

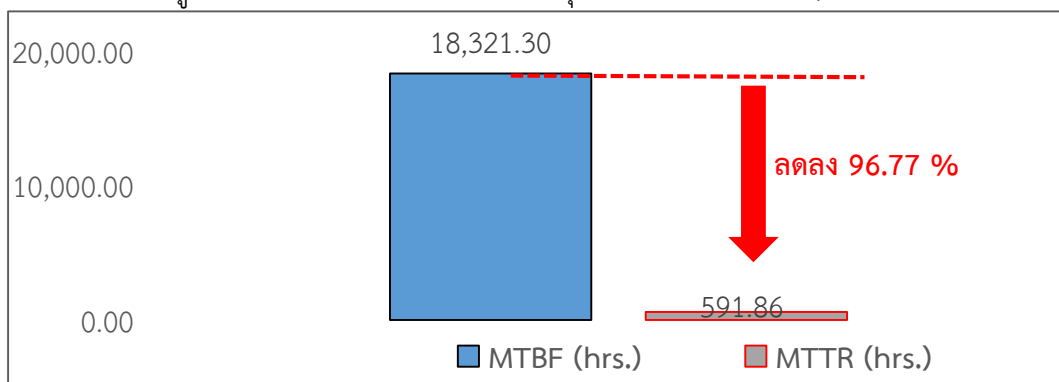
จากตารางที่ 3 ข้อมูลความถี่การชำรุดของเครื่องจักรปี 65 มีจำนวนความถี่ชำรุด 226/ครั้ง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการซ่อมบำรุงเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance)

Repair Type	การซ่อมบำรุงเชิงคาดการณ์ ปีที่ 1			
	MTBF (hrs.)	ระยะเวลาการซ่อม (hrs.)	MTTR (hrs.)	จำนวนที่เข้าซ่อม (Month)
Hammer Mill	227.89	505.84	29.76	27
Conditioner	4,379.45	0.55	0.55	25
Hygenizer	4,326.26	53.71	53.71	21
die	473.56	117.92	13.71	19
Sensor	4,356.61	23.39	23.39	19
Magnet	903.91	764.35	191.09	18
Air Shocker	948.88	584.5	146.12	17
Solenoid Valve	1,072.36	90.54	22.64	16
Handle Pulse	449.62	333.4	37.04	23
Servo	110.40	1,399.14	51.82	22
Motor fan coil	1,072.36	90.54	22.64	19
รวม	18,321.30	3,963.88	591.86	226

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการซ่อมบำรุงเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) จะเห็นได้ว่าเครื่องจักรอัตโนมัติ มีปัญหาการหยุดเครื่องรวม MTBF=18,321.30 (hrs.) ระยะเวลาการซ่อมรวม 3,963.88 (hrs.) 591.86 (hrs.) และมีจำนวนเข้าซ่อม 226/ครั้ง ผู้ศึกษาทำการสรุปเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังปรับปรุงเพื่อให้สามารถดูข้อมูลอัตราเวลาที่สามารถลดได้จากการปรับปรุงในครั้งนี้ให้ละเอียดมากขึ้น ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance)



ดังตารางที่ 5 ข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์หรืองาน การเข้าตรวจสอบและบอกได้ว่าเครื่องจักร ณ เวลาของเครื่องจักรขัดข้อง และสามารถทำนายได้ว่าเครื่องจักรสามารถใช้งานได้อีกนานเท่าไร ซึ่งหากเกิด ความผิดปกติสามารถทำนายได้ว่าจะสามารถใช้งานได้กี่เดือน เพื่อที่จะวางแผนซ่อมได้ทันก่อนที่เครื่องจักร จะพังเสียหาย และส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตในโรงงาน ดังตารางที่ 4 ข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการบำรุงรักษา ก่อนการซ่อมบำรุงเวลารวมของการซ่อมบำรุง MTBF คือ 18,321.30 (hrs.) หลังจากการซ่อมบำรุงเวลารวมของการซ่อมบำรุง MTTR คือ 591.86 (hrs.) หลังจกมีการซ่อมบำรุงลดลง 96.77%

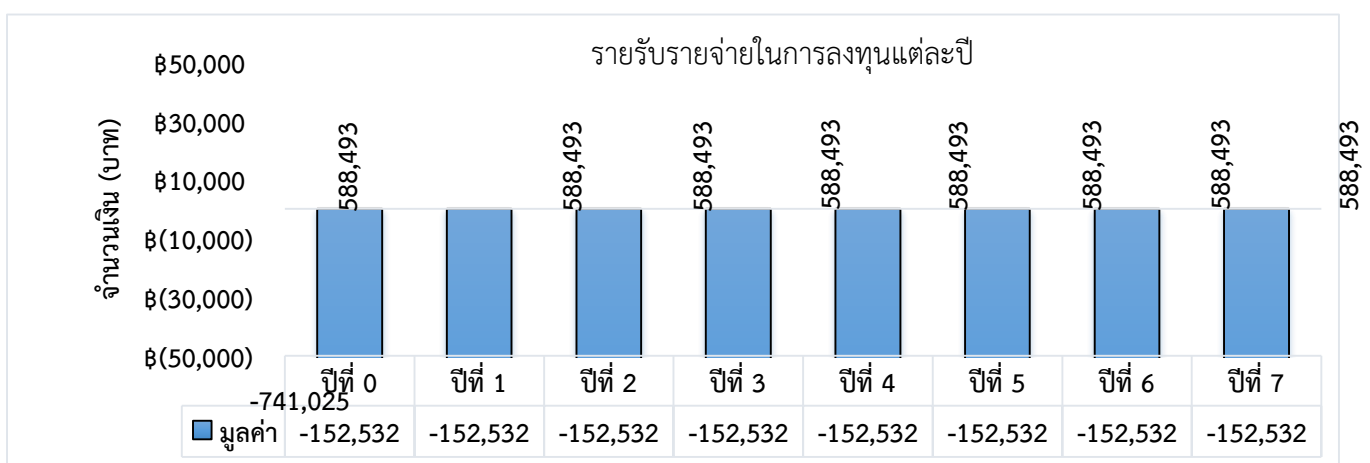
4. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

ในการเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมเพื่อใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนในโครงการ ซึ่งใช้หลักการวิเคราะห์ ต้นทุนผลประโยชน์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าใช้จ่ายในการในการสั่งซื้ออะไหล่สำรอง

รายการค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้ออะไหล่สำรอง						
ลำดับ	รายการ	MTBM ก่อน	MTBF หลัง	MTTR ก่อน	MTTR หลัง	ผลต่าง
1	Roller Chain	1,067	1,450	149,380	40,600	-108,780
2	Condi tioner	14,250	1,360	142,620	2,720	-139,780
3	Die pellet	5,989	5,461	449,145	109,212	-339,933
รวม				741,025	152,532	-588,493

จากตารางที่ 6 มูลค่ารวมทั้งหมดในการสั่งซื้ออะไหล่เครื่องมือ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมหลังปรับปรุงจำนวน 152,532 บาท จะเห็นได้ว่าก่อนปรับปรุงที่มีการสั่งซื้ออะไหล่อยู่ที่ 741,025 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับหลังปรับปรุงทำให้บริษัทประหยัดต้นทุนได้ถึง 588,493 บาท/ปี ดังภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบที่ 4 รายรับรายจ่ายในการลงทุนแต่ละปี

เงินลงทุนสุทธิในแต่ละปีมีมูลค่า 152,532 บาท มีกำหนดการผลตอบแทนที่คาดหวังภายใน 7 ปี และมีอัตราการดอกเบี้ย 3.25% ต่อปี โดยมีอัตราการประหยัดต้นทุนอยู่ที่ปีละ 588,493 บาทต่อปี เป็นระยะเวลา 7 ปีตามการเปลี่ยนหรือการอัพเกรดวัสดุอุปกรณ์ สำหรับงานโครงการมีค่าที่จำเป็นสำหรับใช้พิจารณาโครงการดังต่อไปนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) [9]

สามารถหาได้จากสมการที่ (1)

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+k)^t} - \text{เงินลงทุนในโครงการ} \quad \text{----- สมการที่ 1}$$

CF_t = กระแสเงินสดรับและจ่ายปีที่ t

K = ค่าของทุนหรืออัตราผลตอบแทน

$$NPV = \frac{588,493}{(1+0.0325)^1} + \frac{588,493}{(1+0.0325)^2} + \frac{588,493}{(1+0.0325)^3} + \frac{588,493}{(1+0.0325)^4} + \frac{588,493}{(1+0.0325)^5} + \frac{588,493}{(1+0.0325)^6} + \frac{588,493}{(1+0.0325)^7} - 152,532$$

$$NPV = 3,479,646.73 \text{ บาท}$$

ดังนั้นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ตลอดอายุโครงการ 7 ปี มีมูลค่า 3,479,646.73 บาท ซึ่งมีค่าเป็นบวก หมายความว่า ได้เงินสดรับมากกว่าเงินสดจ่ายที่ลงทุน เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 หรือ มีค่าเป็นลบไม่ลงทุนในโครงการดังกล่าวเนื่องจากไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน [9]

อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR)

สามารถหาได้จากสมการที่ (2)

$$\text{เงินลงทุนในโครงการ} = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad \text{----- สมการที่ 2}$$

$$152,532 = \frac{588,493}{(1+IRR)^1} + \frac{588,493}{(1+IRR)^2} + \frac{588,493}{(1+IRR)^3} + \frac{588,493}{(1+IRR)^4} + \frac{588,493}{(1+IRR)^5} + \frac{588,493}{(1+IRR)^6} + \frac{588,493}{(1+IRR)^7}$$

$$IRR = 48.44 \%$$

ดังนั้นอัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR) ของการลงทุนในครั้งนี้ คือร้อยละ 286 ซึ่งมีค่ามากกว่าต้นทุนของเงินทุน สำหรับเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้นจะพิจารณาหาก IRR มากกว่าต้นทุนของเงินทุน ให้ตัดสินใจลงทุน หาก IRR น้อยกว่าต้นทุนของเงินทุนให้ตัดสินใจไม่ลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

สามารถหาได้จากสมการที่ (3)

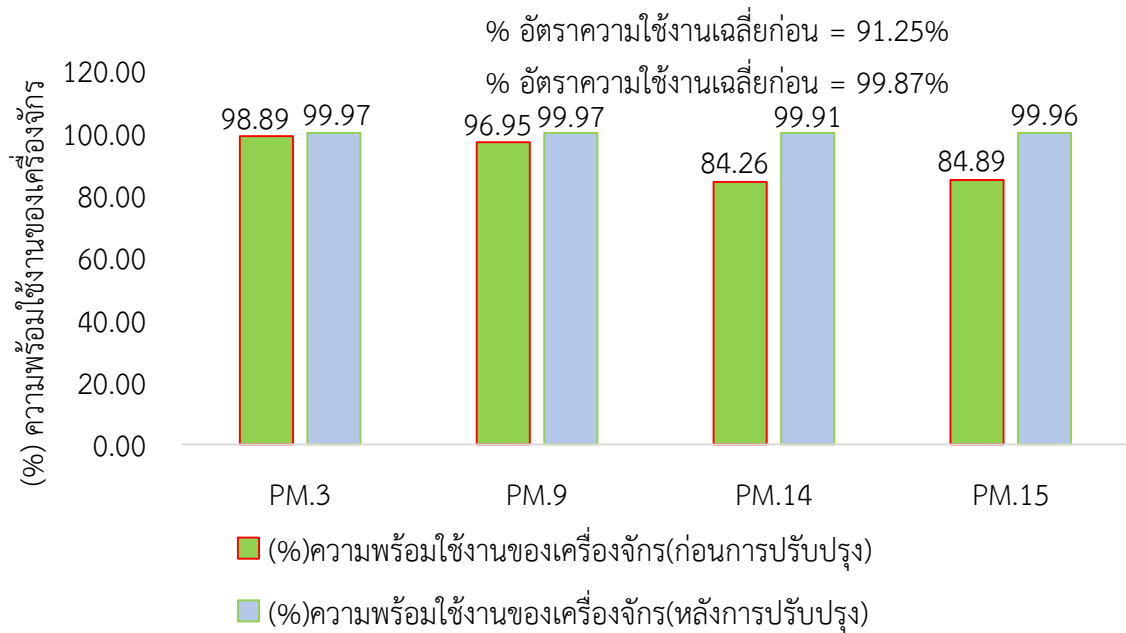
$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{152,532 - 588,493}{588,493} \quad \text{----- สมการที่ 3}$$

$$= 0.74 \text{ ปี หรือ } 0 \text{ ปี } 4 \text{ เดือน } 6 \text{ วัน}$$

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) ของโครงการนี้คือ 0.35 ปี โดยทั่วไปเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้น จะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับว่าโครงการนั้นๆมีความต้องการเงินต้นคืนกลับมาในช่วงเวลาใด [9]

4. สรุป

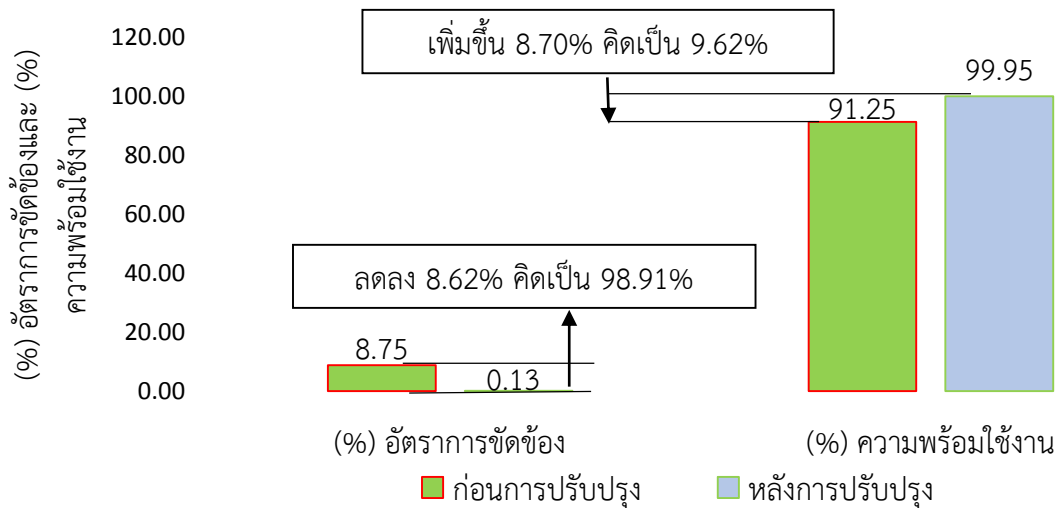
การศึกษาในครั้งนี้ ได้รวบรวมข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรอัตโนมัติของบริษัทในกรณีศึกษา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2565 จากปัญหาทั้งหมดของกลุ่มเครื่องจักรซึ่งมีความพร้อมใช้งานต่ำกว่า 99% และได้จำแนกแบ่งปัญหาการขัดข้องออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบ Mechanical ระบบ Electrical และระบบ Pneumatic ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่อายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 4 เครื่อง ดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบที่ 5 การเปรียบเทียบอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรก่อนและหลังการจัดการระบบบำรุงรักษาเชิงรุกของเครื่องจักรอัตโนมัติ

ภาพประกอบที่ 5 การเปรียบเทียบอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรก่อนและหลังการจัดระบบซ่อมบำรุงรักษา

- 1) เครื่องจักรอัตโนมัติ รหัส PM.3 มีความพร้อมใช้งานอยู่ที่ 98.89% หลังการปรับปรุงมีความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นเป็น 99.97%
- 2) เครื่องจักรอัตโนมัติ รหัส PM.9 มีความพร้อมใช้งานอยู่ที่ 96.95% หลังการปรับปรุงมีความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นเป็น 99.97%
- 3) เครื่องจักรอัตโนมัติ รหัส PM.14 มีความพร้อมใช้งานอยู่ที่ 84.26% หลังการปรับปรุงมีความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นเป็น 99.91%
- 4) เครื่องจักรอัตโนมัติ รหัส PM.15 มีความพร้อมใช้งานอยู่ที่ 84.89% หลังการปรับปรุงมีความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นเป็น 99.96% ดังภาพประกอบที่ 5 ภาพประกอบที่ 6 การเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรและความพร้อมใช้งานโดยรวมเฉลี่ยก่อนและหลังการจัดการระบบบำรุงรักษาเชิงรุก



จากการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ ผู้ศึกษาได้สรุปปัญหาที่ได้รับแจ้งของเครื่องจักรอัตโนมัติทั้ง 4 เครื่องของปี 2565 พร้อมทั้งสาเหตุและการดำเนินแก้ไขแผนกซ่อมบำรุงดังนี้

-ระบบ Mechanical สาเหตุเกิดได้จากอุปกรณ์ควบคุมเริ่มเสื่อมสภาพ เนื่องจากความถี่ในการใช้งาน ซึ่งฝ่ายวิศวกรรมได้แก้ไขโดยการกำหนดระยะเวลาเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมที่ 95%ของอุปกรณ์นั้น ๆ

-ระบบ Electrical สาเหตุเกิดได้จากอุปกรณ์ควบคุมเริ่มเสื่อมสภาพ เนื่องจากความถี่ในการใช้งาน ซึ่งฝ่ายวิศวกรรมได้แก้ไขโดยการกำหนดระยะเวลาเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมที่ 95%ของอุปกรณ์นั้น ๆ

-ระบบ Pneumatics สาเหตุเกิดได้จากอุปกรณ์ควบคุมเริ่มเสื่อมสภาพ เนื่องจากความถี่ในการใช้งาน ซึ่งฝ่ายวิศวกรรมได้แก้ไขโดยการกำหนดระยะเวลาเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมที่ 95%ของอุปกรณ์นั้น ๆ

ทั้งยังกำหนดขอบเขตอายุการใช้งานอุปกรณ์ อะไหล่ของเครื่องจักรอัตโนมัติ ที่สำคัญต่อการทำให้เครื่องจักรมีพร้อมในการใช้งานตลอดเวลา โดยจัดทำตารางการบำรุงรักษาอุปกรณ์ อะไหล่ของเครื่องจักรอัตโนมัติ ซึ่งแบ่งระยะเวลาการตรวจสอบตามระดับความสำคัญของอุปกรณ์ อะไหล่ของเครื่องจักรอัตโนมัติ มี 3 ระดับ หลังจากผู้ศึกษาได้ทราบผลการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอัตโนมัติ ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง Mean Time Between Failures: MTBF และค่าระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เสียหายจนใช้งานได้แต่ละครั้ง Mean Time To Repair: MTTR แล้ว จึงออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงรุกของการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอัตโนมัติ จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น หลังการจัดการงานบำรุงรักษาแบบเชิงรุกเครื่องจักรอัตโนมัติ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ การวัดระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง Mean Time Between Failures: MTBF ถ้าสมรรถนะการบำรุงได้มีค่าสูง หมายถึงค่า MTBF ที่ยาว และระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เสียหายจนใช้งานได้แต่ละครั้ง Mean Time To Repair: MTTR ถ้าสมรรถนะการบำรุงรักษาได้มีค่าสูง หมายถึงค่า MTTR ที่สั้น คือ ใช้เวลาน้อยในการซ่อมแซมเครื่องจักร พบว่า หลังจากได้มีการนำการบำรุงเชิงรุกมา ประยุกต์ใช้ร่วมกับการทำงานของทีมช่างซ่อมบำรุงของฝ่ายวิศวกรรมใช้เวลาทำการซ่อมแซมโดยเฉลี่ยต่อเดือนลดลงจาก 156.41 นาที/ครั้ง ลดเหลือ 28.40 นาที/ครั้ง ทำให้ค่า MTBF ของเครื่องจักรเฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มขึ้นจาก 5,409.55 นาที/ครั้ง เพิ่มขึ้นเป็น 79,783.96 นาที/ครั้ง และสามารถทำให้เครื่องจักรมีอัตราความพร้อมใช้งานโดยรวมเฉลี่ยจาก 91.25% เพิ่มขึ้นเป็น 99.95%

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทผลิตอาหารสัตว์แห่งหนึ่งที่ทำให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่างๆในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

- กัญญ์ชลิลา ผ่องจิตร์.2565. ช่วงเวลากว่าหลายทศวรรษที่กระแสโลกาภิวัตน์ ทำให้ตลาดการค้าระหว่างประเทศเติบโตผู้ผลิตสามารถใช้ประโยชน์จากการแบ่งการผลิตระหว่างประเทศ โดยสร้างระบบ ห่วงโซ่อุปทานการผลิตให้กระจายอยู่ในหลายประเทศ ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพและมีส่วน ช่วยในการเติบโตของธุรกิจ
- อภิชาติ นาควิมล.2560. การพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วีรชัย มัญญารักษ์, วิมล จันนินวงศ์.2553. การเพิ่มผลผลิตด้วยวิธีการ OEE หรือ การปรับปรุงค่า ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอัตโนมัติในโรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำ วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- กิตติพิชญ์ มนต์ขลัง.2562. การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรซีเอ็มซีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต การศึกษารายบุคคล วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
- ศักดิ์ดา เขียวอ่ำ.2553. การลดมูลค่าการลงทุนด้วยการรีโทรฟิตกรณีศึกษาเครื่องเวอร์ทิคอล แมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ สารนิพนธ์
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
- วสันต์ จันทน์นวล.2562. การลดอัตราชำรุดของเครื่องจักร กรณีศึกษางานซ่อมบำรุงในสายการผลิตเครื่องประดับและอัญมณี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
- Alexandros Bousdekis and Gregoris Mentzas. June 2017. A Proactive Model for Joint Maintenance and Logistics Optimization in the Frame of Industrial Internet of Things 6th International Symposium and 28th National Conference on Operational Research, Thessaloniki, Greece,
- Peter Muganyi and Charles Mbohwa 2018. “Proactive Maintenance Strategic Application to Advance Equipment Reliability” Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and operation management Paris, France
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.2559. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการวิเคราะห์และประเมินโครงการ

การคำนวณหาความเร็วเชิงมุม และการกระจัดเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาสำหรับ
อนุภาคเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาภายใต้แรงภายนอกที่เป็นฟังก์ชันของเวลา
Evaluation of time-dependent angular displacement and angular
velocity of particle in the pendulum motion under the external force

เอมอร วันเอก¹ ศานิตย์ สุวรรณวงศ์² และอาทิตย์ หู้เต็ม^{3*}

Aimon Wanaek¹, Sanit Suwanwong² and Artit Hutem^{3*}

¹สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ 53000

²สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 67000

³สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 67000

* Corresponding author E-mail: artithutem@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหาความเร็วเชิงมุม การกระจัดเชิงมุม และแรงตึงเส้นเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m ที่เคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกา ที่ถูกแรงภายนอก $f_0 \sin(\omega_f t)$ กระทำกับอนุภาคมวล m ผลการวิจัยพบว่า ความเร็วเชิงมุมแปรผกผันกับขนาดของความยาวเส้นเชือก ℓ ขนาดของแรงภายนอกเริ่มต้น f_0 และขนาดของความถี่ของแรงภายนอก f ด้วยการกระจัดเชิงมุมแปรผกผันกับขนาดของความยาวเส้นเชือก ℓ แปรผันตรงกับขนาดของแรงภายนอกเริ่มต้น f_0 และแปรผันตรงกับขนาดของความถี่ของแรงภายนอก f แต่ความยาวคลื่นของการกระจัดลดลง ส่วนแรงตึงเส้นเชือกถ้าความยาวเส้นเชือกเพิ่มขึ้นมีลักษณะการสั่นแบบโค้งมนเรียบไม่มีรอยหยัก ถ้าเพิ่มค่าแรงภายนอกเริ่มต้นส่งผลให้แรงตึงเส้นเชือกมีลักษณะการสั่นมีรอยหยักที่มีร่องลึกที่ไม่ลึกมาก ถ้าเพิ่มค่าความถี่ของแรงภายนอกจะทำให้ขนาดของแรงตึงเส้นเชือกมีค่าลดลง

คำสำคัญ: การกระจัดเชิงมุม, ความเร็วเชิงมุม, แรงตึงเส้นเชือก, แรงภายนอก

Abstract

The objective of this research is to calculate angular velocity, angular displacement and the string tension as a function of time of the particle mass m that moves like a pendulum clock subjected to external force $f_0 \sin(\omega_f t)$ acting on mass particles m . The research results found that the angular velocity is inversely proportional to the length of the rope ℓ , the magnitude of the initial external force f_0 and the magnitude of the frequency of the external force f . The angular displacement is inversely proportional to the magnitude of the length of the rope ℓ . Directly proportional to the magnitude of the initial external force f_0 , and is directly proportional to the magnitude of the frequency of the external force f . However, the wavelength of the displacement decreases as for the tension of the rope, if the length of the rope increases, it will vibrate in a smooth, rounded shape with no wavy lines. If the initial external force is increased, the tension in the rope will vibrate and have notches and deep grooves that are not very deep.

If the frequency of the external force is increased, the magnitude of the tension in the rope will decrease.

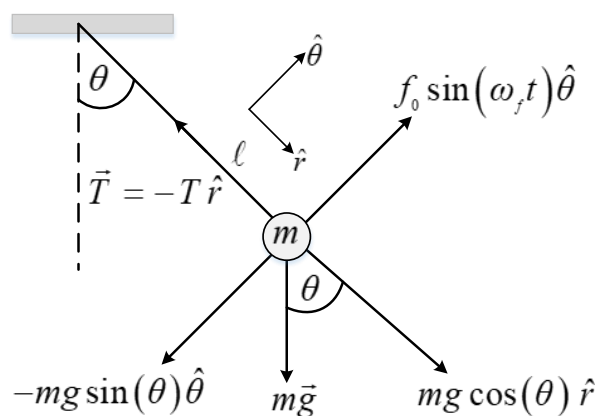
Keywords: angular displacement, angular velocity, tension force, external force

บทนำ

รายวิชากลศาสตร์คลาสสิกในหัวข้อการสั่นและคลื่นมีเนื้อหาเกี่ยวอนุภาคมวล m เคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาแบบ simple pendulum ซึ่งมีการคำนวณเพื่อหาการกระจัดเชิงมุมของอนุภาคมวล m ที่เคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกา (Atamp A., 1990) ซึ่งในระบบนี้พิจารณาพิกัดเชิงขั้ว แต่ไม่คิดแรงภายนอกที่มากระทำ และไม่ได้คำนวณหาแรงดึงเส้นเชือกของระบบ simple pendulum และในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 มีปฏิบัติการเรื่องลูกตุ้มนาฬิกา เป็นการทดลองที่ใช้มวลของอนุภาคมีขนาดคงที่ และมีการกำหนดตัวแปรต้น คือ ความยาวเส้นเชือกที่เปลี่ยน เพื่อทดลองหาค่าคาบของการแกว่งลูกตุ้มนาฬิกา และคำนวณหาค่าความเร่ง $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ เป็นต้น (สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2561) แต่ในงานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองทางฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคมวล m เคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกา โดยมีแรงภายนอกที่เป็นฟังก์ชันของเวลา $f_0 \sin(\omega_f t)$ (รัชณี รุจิวิโรตม, 2558) ด้วย และมีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหาการกระจัดเชิงมุม และความเร็วเชิงมุม และแรงดึงเส้นเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลาวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อคำนวณหาความเร็วเชิงมุม และการกระจัดเชิงมุม และแรงดึงเส้นเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m ที่เคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกา ที่ถูกแรงภายนอก $f_0 \sin(\omega_f t)$ กระทำต่ออนุภาคมวล m

วัสดุและวิธีการ

เมื่อดึงอนุภาคมวล m ให้เส้นเชือกที่มีความยาว l เบนออกจากแนวตั้งเป็นมุม θ ด้วยแรงภายนอกที่เป็นฟังก์ชันของเวลา ($f_0 \sin(\omega_f t)$) เมื่อปล่อยอนุภาคมวล m จะเห็นว่ามีความเร่ง $-mg \sin(\theta)$ (แรงคืนตัวของสปริง) พยายามดึงอนุภาคมวล m ให้กลับไป ณ ตำแหน่งสมดุลเดิม ทำให้อนุภาคมวล m แกว่งกลับไปกลับมารอบตำแหน่งสมดุลดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการแตกแรงของอนุภาคมวล m ในระบบพิกัดเชิงขั้ว (r, θ) ตามทิศเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในแนวรัศมี \hat{r} และทิศเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในแนวมุม $\hat{\theta}$

ในงานวิจัยชิ้นนี้สนใจ ณ เวลา t ใด ๆ อนุภาคมวล m ที่ถูกแรงภายนอกกระทำด้วยมีการกระจัดเชิงมุมและความเร็วเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลา และในงานวิจัยนี้คำนวณหาแรงตึงเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลาด้วยในระบบพิกัดเชิงขั้ว (r, θ) โดยที่ r คือรัศมีการเคลื่อนที่แบบวงกลม, θ คือการกระจัดเชิงมุมของการเคลื่อนที่แบบวงกลม จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน (รัชนี รุจิโรตม, 2558; ประธาน บุรณศิริและกฤษฎ์ ศรีนวลจันทร์ 2558)

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= m\vec{a} \\ m\vec{g} + \vec{T} + f_0 \sin(\omega_f t) &= m\vec{a}\end{aligned}\quad (1)$$

ความเร่ง \vec{a} ในระบบพิกัดเชิงขั้ว $\vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\hat{r} + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\hat{\theta}$ แทนลงในสมการที่ (1) จะได้

$$(mg \cos(\theta)\hat{r} - mg \sin(\theta)\hat{\theta}) - T\hat{r} + f_0 \sin(\omega_f t)\hat{\theta} = m((\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\hat{r} + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\hat{\theta}) \quad (2)$$

งานวิจัยชิ้นนี้ได้กำหนดความยาวของเส้นเชือกเท่ากับ l คือรัศมี ดังนั้น $r = l, \dot{r} = \ddot{r} = 0$ ดังนั้นสมการที่ (2) สามารถเขียนได้ใหม่ ดังนี้

$$(mg \cos(\theta)\hat{r} - mg \sin(\theta)\hat{\theta}) - T\hat{r} + f_0 \sin(\omega_f t)\hat{\theta} = -m\ell\dot{\theta}^2\hat{r} + m\ell\ddot{\theta}\hat{\theta} \quad (3)$$

พิจารณา เวกเตอร์หนึ่งหน่วยแนวรัศมี \hat{r} จะได้

$$mg \cos(\theta) - T = -m\ell\dot{\theta}^2 \quad (4)$$

พิจารณา เวกเตอร์หนึ่งหน่วยแนวการกระจัดเชิงมุม $\hat{\theta}$ จะได้

$$-mg \sin(\theta) + f_0 \sin(\omega_f t) = m\ell\ddot{\theta}$$

$$m\ell\ddot{\theta} + mg \sin(\theta) = f_0 \sin(\omega_f t)$$

$$\ddot{\theta}(t) + \frac{g}{\ell} \sin(\theta(t)) = \frac{f_0}{m\ell} \sin(\omega_f t) \quad (5)$$

จากการกระจายอนุกรม Taylor (Riley & Hobson, 2006) พบว่า

$$\sin(\theta) = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \frac{\theta^7}{7!} + \dots$$

เมื่อพิจารณาการแกว่งอนุภาคมวล m ที่มุม θ น้อย ๆ สามารถประมาณได้ว่า $\sin(\theta) = \theta$ แทนลงในสมการที่ (5) ดังนั้นสมการการเคลื่อนที่ของอนุภาคมวล m ที่เคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาภายใต้แรงภายนอกที่เป็นฟังก์ชันของเวลาและนิยาม $\omega^2 = g/\ell$ สามารถเขียนได้ ดังนี้

$$\ddot{\theta}(t) + \omega^2 \theta(t) = \frac{f_0}{m\ell} \sin(\omega_f t) \quad (6)$$

สมการที่ (6) ถูกเรียกว่าสมการเชิงอนุพันธ์อันดับที่สองแบบไม่เอกพันธ์ ซึ่งสามารถหาผลเฉลยของสมการที่ (6) ได้ ดังนี้

$$\theta(t) = \theta_h(t) + \theta_i(t) \quad (7)$$

ทำการคำนวณหา $\theta_h(t)$ จากสมการ $\ddot{\theta}(t) + \omega^2 \theta(t) = 0$ ใช้สมการช่วย $\gamma^2 + \omega^2 = 0$ โดยที่ $\gamma^2 = -\omega^2$ จะได้ว่าสมการช่วย ดังนี้ $\gamma = \pm i\omega$ ดังนั้น

$$\theta_h(t) = a \sin(\omega t) + b \cos(\omega t)$$

เรากำหนดให้ $a = \theta_0 \cos(\varphi)$ และ $b = \theta_0 \sin(\varphi)$ แทนลงในสมการข้างต้น จะได้

$$\theta_h(t) = \theta_0 \sin(\omega t) \cos(\varphi) + \theta_0 \cos(\omega t) \sin(\varphi)$$

$$\theta_h(t) = \theta_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad (8)$$

ต่อไปทำการคำนวณหา $\theta_i(t) = u_1(t)\theta_1(t) + u_2(t)\theta_2(t)$ ซึ่งเป็นผลเฉลยเฉพาะในระบบ ดังนั้น เรากำหนด $\theta_1(t) = a\sin(\omega t)$ และ $\theta_2(t) = b\cos(\omega t)$ และ $f(t) = (f_0/m\ell)\sin(\omega_f t)$

$$W = \begin{vmatrix} \theta_1(t) & \theta_2(t) \\ \theta_1'(t) & \theta_2'(t) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a\sin(\omega t) & b\cos(\omega t) \\ a\omega\cos(\omega t) & -b\omega\sin(\omega t) \end{vmatrix}$$

$$W = -ab\omega \quad (9)$$

$$W_1 = \begin{vmatrix} 0 & \theta_2(t) \\ f(t) & \theta_2'(t) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & b\cos(\omega t) \\ \frac{f_0}{m\ell}\sin(\omega_f t) & -b\omega\sin(\omega t) \end{vmatrix}$$

$$W_1 = -\frac{f_0 b}{m\ell} \sin(\omega_f t)\cos(\omega t) \quad (10)$$

$$W = \begin{vmatrix} \theta_1(t) & 0 \\ \theta_1'(t) & f(t) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a\sin(\omega t) & 0 \\ a\omega\cos(\omega t) & \frac{f_0}{m\ell}\sin(\omega_f t) \end{vmatrix}$$

$$W_2 = \frac{f_0 a}{m\ell} \sin(\omega_f t)\sin(\omega t) \quad (11)$$

จากนิยาม

$$\frac{du_1(t)}{dt} = \frac{W_1}{W}$$

$$u_1(t) = \int_0^t \frac{W_1}{W} dt = -\frac{f_0}{a\omega m\ell} \int_0^t \sin(\omega_f t)\cos(\omega t) dt$$

$$u_1(t) = -\frac{f_0}{m\ell a\omega} \left(\frac{\cos((\omega_f - \omega)t)}{2(\omega_f - \omega)} + \frac{\cos((\omega_f + \omega)t)}{2(\omega_f + \omega)} \right) + \frac{f_0}{m\ell a\omega} \left(\frac{1}{2(\omega_f - \omega)} + \frac{1}{2(\omega_f + \omega)} \right) \quad (12)$$

$$\frac{du_2(t)}{dt} = \frac{W_2}{W}$$

$$u_2(t) = \int_0^t \frac{W_2}{W} dt = -\frac{f_0}{b\omega m\ell} \int_0^t \sin(\omega_f t)\sin(\omega t) dt$$

$$u_2(t) = \frac{f_0}{m\ell b\omega} \left(\frac{\sin((\omega_f + \omega)t)}{2(\omega_f + \omega)} - \frac{\sin((\omega_f - \omega)t)}{2(\omega_f - \omega)} \right) \quad (13)$$

ดังนั้นเราสามารถเขียนผลเฉลยเฉพาะ $\theta_i(t)$ ของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับที่สองไม่เอกพันธ์ของสมการที่ (6)

$$\theta_i(t) = u_1(t)\theta_1(t) + u_2(t)\theta_2(t)$$

$$\theta_i(t) = \frac{f_0}{m\ell\omega} \left(\frac{\sin(\omega t)}{2(\omega_f - \omega)} + \frac{\sin(\omega t)}{2(\omega_f + \omega)} \right) - \frac{f_0 \sin(\omega t)}{m\ell\omega} \left(\frac{\cos((\omega_f - \omega)t)}{2(\omega_f - \omega)} + \frac{\cos((\omega_f + \omega)t)}{2(\omega_f + \omega)} \right)$$

$$+ \frac{f_0 \cos(\omega t)}{m\ell\omega} \left(\frac{\sin((\omega_f + \omega)t)}{2(\omega_f + \omega)} - \frac{\sin((\omega_f - \omega)t)}{2(\omega_f - \omega)} \right) \quad (14)$$

นำสมการที่ (8) มาบวกกับสมการที่ (14) จะได้การกระจัดเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m ดังนี้

$$\theta(t) = \theta_0 \sin(\omega t + \varphi) + \frac{f_0}{m\ell\omega} \left(\frac{\sin(\omega t)}{2(\omega_f - \omega)} + \frac{\sin(\omega t)}{2(\omega_f + \omega)} \right) - \frac{f_0 \sin(\omega t)}{m\ell\omega} \left(\frac{\cos((\omega_f - \omega)t)}{2(\omega_f - \omega)} + \frac{\cos((\omega_f + \omega)t)}{2(\omega_f + \omega)} \right) + \frac{f_0 \cos(\omega t)}{m\ell\omega} \left(\frac{\sin((\omega_f + \omega)t)}{2(\omega_f + \omega)} - \frac{\sin((\omega_f - \omega)t)}{2(\omega_f - \omega)} \right) \quad (15)$$

นำสมการที่ (15) มาคำนวณหาความเร็วเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m โดยการหาอนุพันธ์ของการกระจัดเชิงมุมเทียบกับเวลา ดังนี้

$$\dot{\theta}(t) = \theta_0 \omega \cos(\omega t + \varphi) + \frac{f_0}{m\ell} \left(\frac{\cos(\omega t)}{2(\omega_f - \omega)} + \frac{\cos(\omega t)}{2(\omega_f + \omega)} \right) + \frac{f_0 \sin(\omega t)}{m\ell\omega} \left(\frac{\sin((\omega_f - \omega)t)}{2} + \frac{\sin((\omega_f + \omega)t)}{2} \right) - \frac{f_0 \cos(\omega t)}{m\ell} \left(\frac{\cos((\omega_f - \omega)t)}{2(\omega_f - \omega)} + \frac{\cos((\omega_f + \omega)t)}{2(\omega_f + \omega)} \right) + \frac{f_0 \cos(\omega t)}{m\ell\omega} \left(\frac{\cos((\omega_f + \omega)t)}{2} - \frac{\cos((\omega_f - \omega)t)}{2} \right) - \frac{f_0 \sin(\omega t)}{m\ell} \left(\frac{\sin((\omega_f + \omega)t)}{2(\omega_f + \omega)} - \frac{\sin((\omega_f - \omega)t)}{2(\omega_f - \omega)} \right) \quad (16)$$

สมการที่ (16) คือความเร็วเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m ต่อไปนำการกระจัดเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m ในสมการที่ (15) และสมการที่ (16) ไปแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับการกระจัดเชิงมุม และความเร็วเชิงมุมที่ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ของ f_0 คือแรงเริ่มต้นภายนอก, พารามิเตอร์ความยาวเส้นเชือกยาว ℓ และพารามิเตอร์ความถี่ f ของแรงภายนอกที่เป็นฟังก์ชันของเวลา ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวในหัวข้อผลการวิจัยและอภิปรายผลดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 และรูปที่ 4 ต่อไปคำนวณหาแรงตึงเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลา ในการพิจารณาเวกเตอร์หนึ่งแนวรัศมี ของสมการที่ (4) โดยเราทำการกระจายอนุกรม Taylor ((Riley & Hobson, 2006)) พบว่า

$$\cos(\theta) \approx 1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} - \frac{\theta^6}{6!} + \dots$$

เมื่อพิจารณาการแกว่งอนุภาคมวล m ที่มุม θ น้อย ๆ สามารถประมาณได้ว่า $\cos(\theta) = 1 - \frac{\theta^2}{2!}$ จากสมการที่

(4) จะแก้สมการเพื่อคำนวณหาแรงตึงเส้นเชือกได้

$$mg \cos(\theta) - T = -m\ell\dot{\theta}^2$$

$$T(t) = mg \left(1 - \frac{\theta^2}{2!} \right) + m\ell\dot{\theta}^2 \quad (17)$$

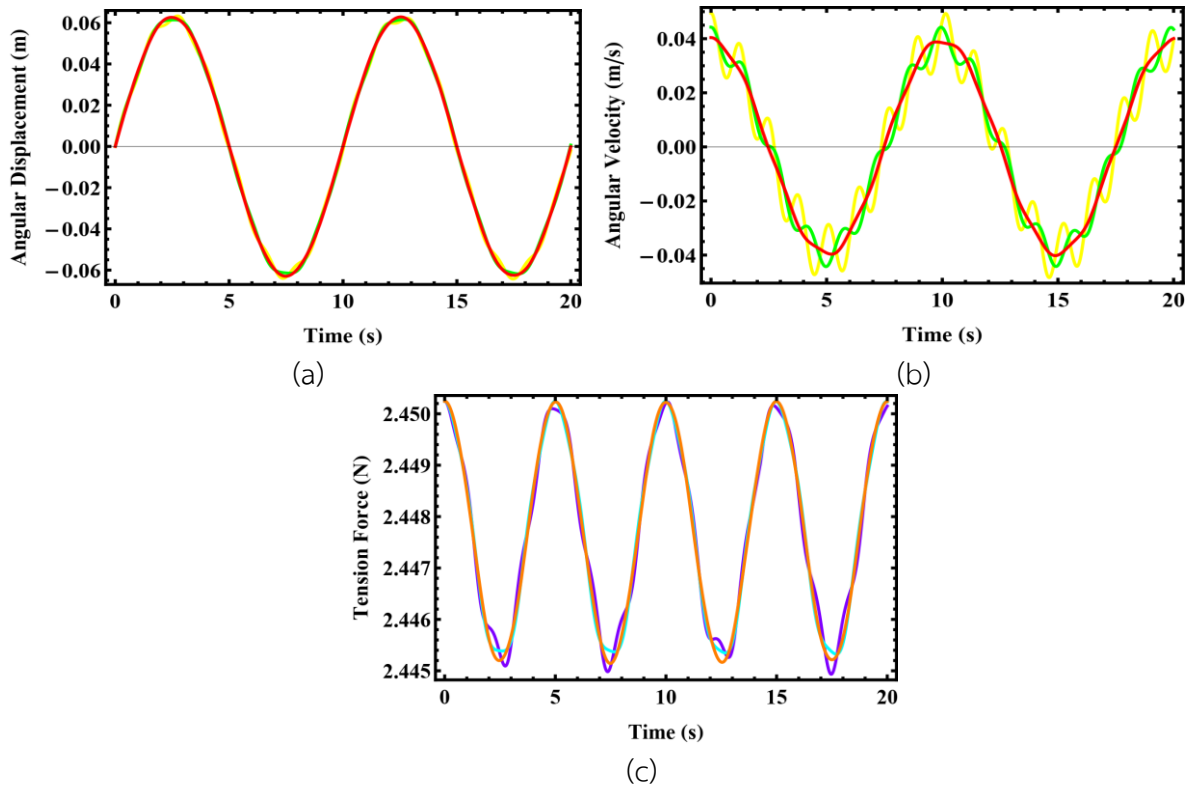
นำสมการที่ (15) การกระจัดเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลา และสมการที่ (16) ความเร็วเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m แทนลงในสมการที่ (17) จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงตึงเส้นเชือกกับเวลาที่ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ความยาวเส้นเชือก ℓ และพารามิเตอร์ของแรงเริ่มต้นภายนอก f_0 ในหัวข้อผลการวิจัยและอภิปรายผลดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 และรูปที่ 4

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น, ตัวแปรตาม, และตัวแปรควบคุม

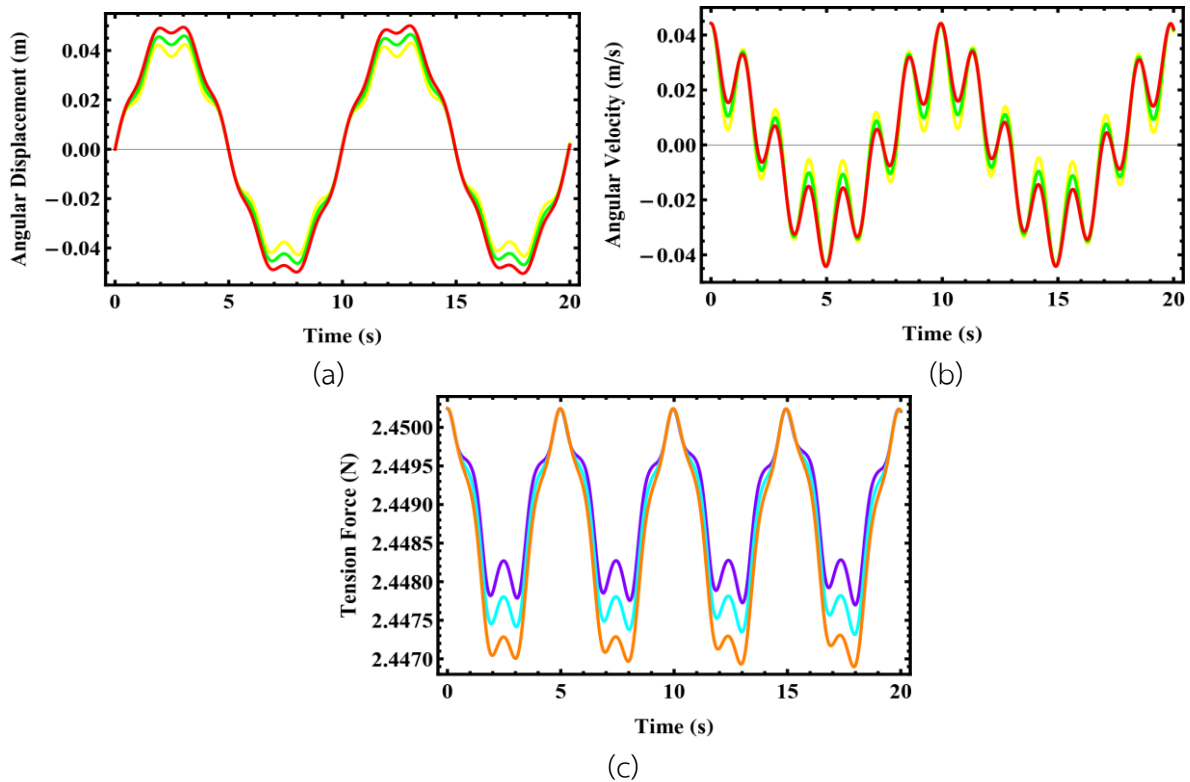
ปริมาณคำนวณ(ตัวแปรตาม)	ตัวแปรควบคุม	ตัวแปรต้น
การกระจัดเชิงมุม	$m = 0.25 \text{ kg}, \theta_0 = 0.01 \text{ a.u. } f_0 = 0.15 \text{ N}$ $f = 0.10 \text{ Hz } g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$\ell = 0.4 \text{ m.}$
		$\ell = 0.5 \text{ m.}$
		$\ell = 0.6 \text{ m.}$
	$m = 0.25 \text{ kg}, \theta_0 = 0.01 \text{ a.u. } \ell = 0.5 \text{ m.}$ $f = 0.10 \text{ Hz } g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$f_0 = 0.10 \text{ N.}$
		$f_0 = 0.11 \text{ N.}$
		$f_0 = 0.12 \text{ N.}$
	$m = 0.25 \text{ kg}, \theta_0 = 0.01 \text{ a.u. } \ell = 0.5 \text{ m.}$ $f_0 = 0.10 \text{ N } g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$f = 0.10 \text{ Hz}$
		$f = 0.11 \text{ Hz}$
		$f = 0.12 \text{ Hz}$
ความเร็วเชิงมุม	$m = 0.25 \text{ kg}, \theta_0 = 0.01 \text{ a.u. } f_0 = 0.15 \text{ N}$ $f = 0.10 \text{ Hz } g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$\ell = 0.4 \text{ m.}$
		$\ell = 0.5 \text{ m.}$
		$\ell = 0.6 \text{ m.}$
	$m = 0.25 \text{ kg}, \theta_0 = 0.01 \text{ a.u. } \ell = 0.5 \text{ m.}$ $f = 0.10 \text{ Hz } g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$f_0 = 0.10 \text{ N.}$
		$f_0 = 0.11 \text{ N.}$
		$f_0 = 0.12 \text{ N.}$
	$m = 0.25 \text{ kg}, \theta_0 = 0.01 \text{ a.u. } \ell = 0.5 \text{ m.}$ $f_0 = 0.10 \text{ N } g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$f = 0.10 \text{ Hz}$
		$f = 0.11 \text{ Hz}$
		$f = 0.12 \text{ Hz}$
แรงดึงเชือก	$m = 0.25 \text{ kg}, \theta_0 = 0.01 \text{ a.u. } f_0 = 0.15 \text{ N}$ $f = 0.10 \text{ Hz } g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$\ell = 0.4 \text{ m.}$
		$\ell = 0.5 \text{ m.}$
		$\ell = 0.6 \text{ m.}$
	$m = 0.25 \text{ kg}, \theta_0 = 0.01 \text{ a.u. } \ell = 0.5 \text{ m.}$ $f = 0.10 \text{ Hz } g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$f_0 = 0.10 \text{ N.}$
		$f_0 = 0.11 \text{ N.}$
		$f_0 = 0.12 \text{ N.}$
	$m = 0.25 \text{ kg}, \theta_0 = 0.01 \text{ a.u. } \ell = 0.5 \text{ m.}$ $f_0 = 0.10 \text{ N } g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$f = 0.10 \text{ Hz}$
		$f = 0.11 \text{ Hz}$
		$f = 0.12 \text{ Hz}$

ผลการวิจัย

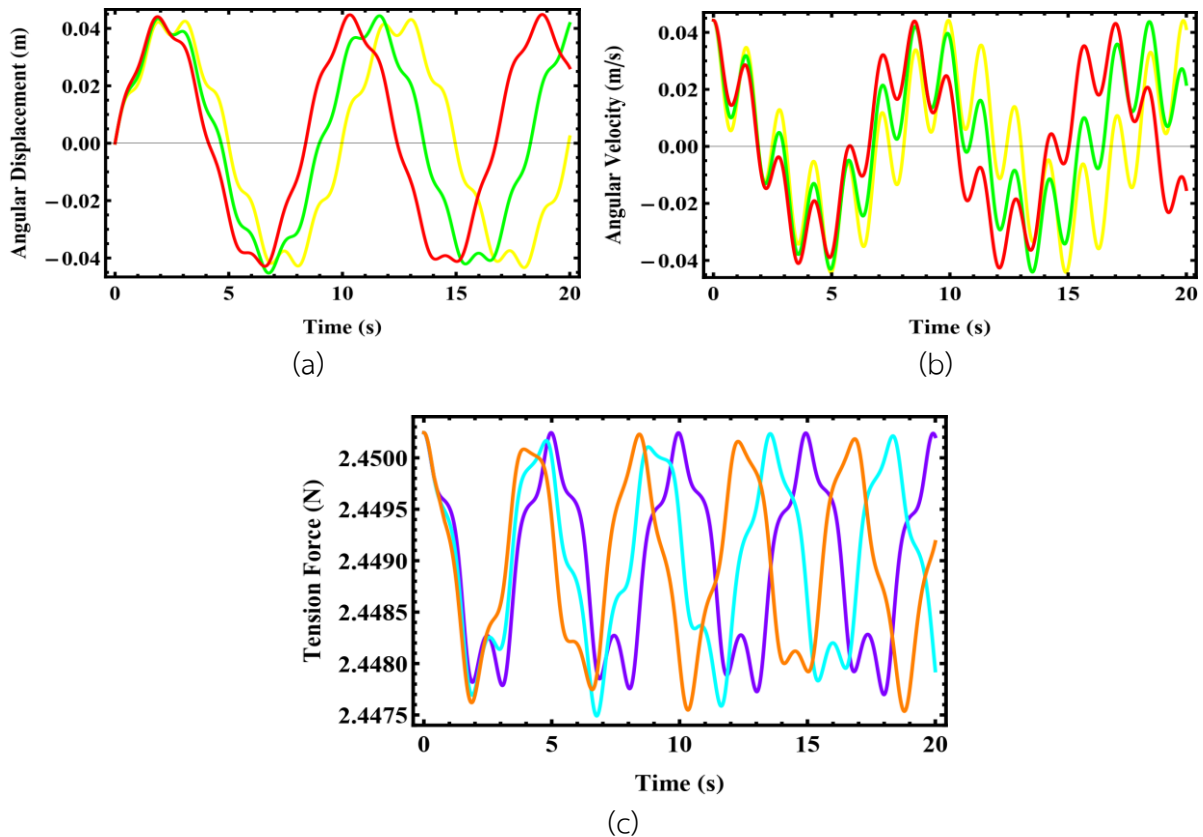
จากสมการที่ (15) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเชิงมุมกับเวลา ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แสดงกราฟการกระจัดเชิงมุม 3 ลักษณะตามตัวแปรต้น ได้แก่ ความยาวเส้นเชือกที่เปลี่ยนค่าจาก $\ell = 0.4 \rightarrow 0.6 \text{ m.}$ และค่าของแรงเริ่มต้นภายนอกที่เปลี่ยนจาก $f_0 = 0.10 \rightarrow 0.12 \text{ N.}$ และค่าความถี่ f เป็นต้น ดังรูปที่ 2 (a) และรูปที่ 3 (a) และรูปที่ 4 (a) ซึ่งกราฟที่ได้สร้างโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Zimmerman & et. al, 2002; Wolfram, 1994)



รูปที่ 2 การกระจัดเชิงมุม และความเร็วเชิงมุม และแรงตึงเส้นเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลา ในกรณี ความยาวเชือกเปลี่ยนแปลง $l = 0.4 \rightarrow 0.6m$.



รูปที่ 3 การกระจัดเชิงมุม และความเร็วเชิงมุม และแรงตึงเส้นเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลา ในกรณี แรงภายนอกเริ่มต้นเปลี่ยนแปลงจาก $f_0 = 0.10 \rightarrow 0.12 N$.



รูปที่ 4 การกระจัดเชิงมุม และความเร็วเชิงมุม และแรงตึงเส้นเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลา ในกรณี ความถี่ของแรงภายนอกเปลี่ยนแปลงจาก $f = 0.10 \rightarrow 0.12 \text{ Hz}$

วิจารณ์ผล

จากรูปที่ 2 (a) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเชิงมุมกับเวลา ในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ความยาวเส้นเชือกเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้น $l = 0.4 \rightarrow 0.6 \text{ m}$. จะส่งผลให้การกระจัดเชิงมุมมีการสั่นที่ลดลงตรงบริเวณแอมพลิจูดของการกระจัดเชิงมุม และถ้าเพิ่มค่าความยาวเส้นเชือกเป็น 0.6 เมตรแสดงได้เป็นกราฟสีแดงของการกระจัดเชิงมุมที่มีการสั่นตรงแอมพลิจูดที่โค้งมลเรียบไม่มีรอยหยัก จากรูปที่ 2 (b) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมกับเวลา ในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ความยาวเส้นเชือกเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้น $l = 0.4 \rightarrow 0.6 \text{ m}$. จะส่งผลให้ความเร็วเชิงมุมมีการสั่นที่ลดลงตรงบริเวณเส้นกราฟของความเร็วเชิงมุมซึ่งเส้นกราฟสีเหลืองมีการสั่นทุกบริเวณของกราฟความเร็วเชิงมุมซึ่งเป็นกรณีที่ค่าความยาวเส้นเชือกเท่ากับ 0.4 เมตรสั้นมากกว่าเส้นสีเขียว และสีแดง ถ้าความยาวเส้นเชือกสั้นจะทำให้ความเร็วเชิงมุม และการกระจัดเชิงมุมเกิดการเคลื่อนสั่นเร็วขึ้นทุกบริเวณ แต่ถ้าเพิ่มค่าความยาวเส้นเชือกเป็น 0.6 เมตรแสดงได้เป็นกราฟสีแดงของความเร็วเชิงมุมที่มีการสั่นตรงแอมพลิจูดที่โค้งมลเรียบไม่มีรอยหยักเหมือนกับเส้นกราฟสีเหลือง และเส้นกราฟสีเขียว ต่อไปจากรูปที่ 2 (c) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงตึงเส้นเชือกกับเวลา ค่าแรงตึงเส้นเชือกเชิงตัวเลขจะแปรเปลี่ยนจาก 2.451 ลดลงไปเรื่อยๆจนถึง 2.445 นิวตันสลับมีการเพิ่มขึ้นจาก 2.445 นิวตันเพิ่มไปเรื่อยๆจนถึง 2.451 นิวตันสลับไปมาเหมือนเกิดการสั่นของแรงตึงเส้นเชือก ถ้าค่าความยาวเส้นเชือกเพิ่มเป็น 0.6 เมตร ส่งผลให้แรงตึงเส้นเชือกมีลักษณะการสั่นแบบโค้งมลเรียบไม่มีรอยหยักดังแสดงได้กราฟสีน้ำตาล แต่ถ้าความยาวเส้นเชือกเป็น 0.5 เมตร ส่งผลให้แรงตึงเส้นเชือกมีลักษณะการสั่นที่เกิดรอยหยักของเส้นกราฟสีฟ้า

ทะเล เป็นต้น จากรูปที่ 3 (a) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเชิงมุมกับเวลา ในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์แรงภายนอกเริ่มต้นเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้น $f_0 = 0.10 \rightarrow 0.12 N$. จะส่งผลให้การกระจัดเชิงมุมมีการสั่นที่ลดลงตรงบริเวณแอมพลิจูดของการกระจัดเชิงมุมที่มีรอยแยก และถ้าเพิ่มค่าแรงภายนอกเริ่มต้นเป็น 0.12 นิวตันแสดงได้เป็นกราฟสีแดงของการกระจัดเชิงมุมที่มีการสั่นร่อยแยกมีลักษณะมีลึกเมื่อเทียบกับเส้นกราฟสีเหลือง และสีเขียว ถ้าค่าพารามิเตอร์แรงภายนอกเริ่มต้นเพิ่มขึ้น $f_0 = 0.10 \rightarrow 0.12 N$. จะทำให้ค่าการกระจัดเพิ่มขึ้นจาก 0.040 rad ไปเป็น 0.050 rad จากรูปที่ 3 (b) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมกับเวลา ในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ของแรงภายนอกเริ่มต้นเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้น $f_0 = 0.10 \rightarrow 0.12 N$. จะส่งผลให้ความเร็วเชิงมุมที่มีแอมพลิจูดการสั่นที่ลดลงตรงบริเวณเส้นกราฟของความเร็วเชิงมุม ซึ่งเส้นกราฟสีเหลืองมีการสั่นทุกบริเวณของกราฟความเร็วเชิงมุมซึ่งเป็นกรณีที่ค่าแรงภายนอกเริ่มต้นเท่ากับ 0.10 นิวตันสั้นมากกว่าเส้นสีเขียว และสีแดง ถ้าแรงภายนอกเริ่มต้นมีค่าน้อยจะทำให้ความเร็วเชิงมุมเกิดการเคลื่อนสั้นเร็วขึ้นทุกบริเวณของเส้นกราฟ แต่ถ้าเพิ่มค่าแรงภายนอกเริ่มต้นเป็น 0.12 นิวตันแสดงได้เป็นกราฟสีแดงของความเร็วเชิงมุมที่มีแอมพลิจูดการสั่นน้อยกว่าเส้นกราฟสีเหลือง และเส้นกราฟสีเขียวแต่ขนาดของความเร็วเชิงมุมมีค่ามากกว่าเส้นกราฟสีเหลือง และเส้นกราฟสีเหลือง ต่อไปจากรูปที่ 3 (c) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงเส้นเชือกกับเวลา ค่าแรงดึงเส้นเชือกเชิงตัวเลขจะแปรเปลี่ยนจาก 2.4503 นิวตันลดลงไปเรื่อยๆจนถึง 2.4470 นิวตันสลับมีการเพิ่มขึ้นจาก 2.4470 นิวตันเพิ่มไปเรื่อยๆจนถึง 2.4503 นิวตันสลับไปมาเหมือนเกิดการสั่นของแรงดึงเส้นเชือก ถ้าเพิ่มค่าแรงภายนอกเริ่มต้นเพิ่มเป็น 0.12 นิวตัน ดังกราฟสีน้ำตาล ส่งผลให้แรงดึงเส้นเชือกมีลักษณะการสั่นมีรอยหยักที่มีร่องลึกที่ไม่ลึกมากเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นกราฟสีม่วงและสีฟ้าทะเล แต่ถ้าค่าแรงภายนอกเริ่มต้นเป็น 0.10 นิวตันดังกราฟเส้นสีม่วง ส่งผลให้แรงดึงเส้นเชือกมีลักษณะการสั่นที่เกิดรอยหยักที่มีร่องลึกมากของเส้นกราฟสีฟ้าทะเล และสีน้ำตาล เป็นต้น จากรูปที่ 4 (a) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเชิงมุมกับเวลา ในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ความถี่ของแรงภายนอกเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้น $f = 0.10 \rightarrow 0.12 Hz$ จะส่งผลให้การกระจัดเชิงมุมมีการสั่นที่มีค่าความถี่เพิ่มขึ้นจากเส้นกราฟสีเหลืองไปเป็นเส้นกราฟสีแดงแต่ค่าความยาวคลื่นของการกระจัดเชิงมุมลดลงจากเส้นกราฟสีเหลืองไปเป็นเส้นกราฟสีแดง และตรงแอมพลิจูดของการกระจัดเกิดรอยแยกลดลงจากเส้นกราฟสีเหลืองไปเป็นเส้นกราฟสีแดง และถ้าเพิ่มค่าความถี่ของแรงภายนอกเป็น 0.12 นิวตันแสดงได้เป็นกราฟสีแดงของการกระจัดเชิงมุมที่มีการสั่นตรงแอมพลิจูดที่โค้งมลเรียบไม่ค่อยมีร่องลึก จากรูปที่ 4 (b) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงมุมกับเวลา ในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ความถี่ของแรงภายนอกเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้น $f = 0.10 \rightarrow 0.12 Hz$ จะส่งผลให้ความเร็วเชิงมุมมีแอมพลิจูดการสั่นที่ลดลงเพราะมีค่าความถี่เพิ่มขึ้นของความเร็วเชิงมุม แต่ความยาวคลื่นของความเร็วเชิงมุมลดลงจากเส้นกราฟสีเหลืองไปเป็นเส้นกราฟสีแดง ถ้าเพิ่มค่าพารามิเตอร์ความถี่ของแรงภายนอกจาก $f = 0.10 \rightarrow 0.12 Hz$ ขนาดของความเร็วเชิงมุมมีค่าลดลงจากเส้นกราฟสีเหลืองไปเป็นเส้นกราฟสีแดง ต่อไปจากรูปที่ 4 (c) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงเส้นเชือกกับเวลา ค่าแรงดึงเส้นเชือกเชิงตัวเลขจะแปรเปลี่ยนจาก 2.4502 นิวตัน ลดลงเรื่อยๆจนถึง 2.4475 นิวตันสลับมีการเพิ่มขึ้นจาก 2.4475 นิวตันเพิ่มไปเรื่อยๆจนถึง 2.4502 นิวตันสลับไปมาเหมือนเกิดการสั่นของแรงดึงเส้นเชือก ถ้าเพิ่มค่าพารามิเตอร์ความถี่ของแรงภายนอกจาก $f = 0.10 \rightarrow 0.12 Hz$ จะทำให้ขนาดของแรงดึงเส้นเชือกมีค่าลดลงจากเส้นกราฟสีม่วงไปเป็นเส้นกราฟสีน้ำตาล ถ้าเพิ่มค่าพารามิเตอร์ความถี่ของแรงภายนอกจาก $f = 0.10 \rightarrow 0.12 Hz$ จะทำให้ค่าความถี่ของแรงดึงเส้นเชือกมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่าความยาวคลื่นของแรงดึงเส้นเชือกลดลงจากเส้นกราฟสีม่วงไปเป็นเส้นกราฟสีน้ำตาล เป็นต้น ถ้าเพิ่มค่าพารามิเตอร์ความถี่ของแรงภายนอกจาก $f = 0.10 \rightarrow 0.12 Hz$ ส่งผลให้อนุภาคมวล m เกิดการแกว่งที่มีค่าความถี่ของการกระจัด และความเร็วเชิงมุมที่มีค่ามากขึ้น แกว่งได้นานมากขึ้น

สรุปผล

1. ความเร็วเชิงมุม

ความเร็วเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาขึ้นอยู่กับขนาดของความยาวเส้นเชือก l ถ้าค่าของความยาวเส้นเชือกมีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเร็วเชิงมุมมีลักษณะการสั่นลดลง ความเร็วเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาขึ้นอยู่กับขนาดของแรงภายนอกเริ่มต้น f_0 ถ้าเพิ่มขนาดของแรงภายนอกเริ่มจะทำให้ความเร็วเชิงมุมมีการสั่นที่ลดลง ความเร็วเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาขึ้นอยู่กับขนาดของความถี่ของแรงภายนอก f ถ้าเพิ่มขนาดของความถี่ของแรงภายนอกจะทำให้ความเร็วเชิงมุมมีแอมพลิจูดการสั่นที่ลดลงเพราะมีค่าความถี่เพิ่มขึ้นของความเร็วเชิงมุม แต่ความยาวคลื่นของความเร็วเชิงมุมลดลง

2. การกระจัดเชิงมุม

การกระจัดเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาขึ้นอยู่กับขนาดของความยาวเส้นเชือก l ถ้าค่าของความยาวเส้นเชือกมีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้การกระจัดเชิงมุมมีลักษณะการสั่นลดลง การกระจัดเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาขึ้นอยู่กับขนาดของแรงภายนอกเริ่มต้น f_0 ถ้าเพิ่มขนาดของแรงภายนอกเริ่มจะทำให้การกระจัดเชิงมุมมีขนาดเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกัน การกระจัดเชิงมุมที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาขึ้นอยู่กับขนาดของความถี่ของแรงภายนอก f ถ้าเพิ่มขนาดของความถี่ของแรงภายนอกจะทำให้การกระจัดเชิงมุมมีขนาดเพิ่มขึ้น แปรผันตรงกัน แต่ความยาวคลื่นของการกระจัดลดลง

3. แรงตึงเส้นเชือก

แรงตึงเส้นเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาขึ้นอยู่กับขนาดของความยาวเส้นเชือก l ถ้าค่าของความยาวเส้นเชือกมีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้แรงตึงเส้นเชือกมีลักษณะการสั่นแบบโคไซน์มิลรีอยหัยก แต่ถ้าค่าของความยาวเส้นเชือกมีค่าลดลงส่งผลให้แรงตึงเส้นเชือกมีลักษณะการสั่นแบบโคไซน์มิลรีอยหัยก แรงตึงเส้นเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาขึ้นอยู่กับขนาดของแรงภายนอกเริ่มต้น ถ้าเพิ่มค่าแรงภายนอกเริ่มต้นส่งผลให้แรงตึงเส้นเชือกมีลักษณะการสั่นมิลรีอยหัยกที่มีร่องลึกที่ไม่ลึกมาก แต่ถ้าค่าแรงภายนอกเริ่มต้นลดลงส่งผลให้แรงตึงเส้นเชือกมีลักษณะการสั่นที่เกิดรอยหัยกที่มีร่องลึกมาก แรงตึงเส้นเชือกที่เป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาคมวล m การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาขึ้นอยู่กับขนาดของความถี่ของแรงภายนอก ถ้าเพิ่มค่าพารามิเตอร์ความถี่ของแรงภายนอก จะทำให้ขนาดของแรงตึงเส้นเชือกมีค่าลดลง เมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ ถ้าเพิ่มค่าพารามิเตอร์ความถี่ของแรงภายนอกจากจะทำให้ค่าความถี่ของแรงตึงเส้นเชือกมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่าความยาวคลื่นของแรงตึงเส้นเชือกลดลง ถ้าเพิ่มค่าพารามิเตอร์ความถี่ของแรงภายนอกส่งผลให้อนุภาคมวล m เกิดการแกว่งที่มีค่าความถี่ของการกระจัด และความเร็วเชิงมุมที่มีค่ามากขึ้น แกว่งได้นานมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่ให้การสนับสนุนด้านสถานที่ และเวลาในการทำงานวิจัย จนกระทั่งงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ประธาน บุรณศิริ และ กิรยุทธ์ ศรีนวนจันทร์ (2558). *Physics for Scientists and Engineers* [ฟิสิกส์ 1 – Physics for Scientists and Engineers I หนังสือฟิสิกส์มาตรฐานสากล ที่เด็กไทยอ่านเข้าใจ]. (พิมพ์ครั้งที่ 1). สำนักพิมพ์ Cengage Learning Asia Pte Ltd.
- รัชณี รุจิวิโรตม. (2558). *กลศาสตร์ I* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. (2561) *คู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์ 1*, (พิมพ์ครั้งที่ 5). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- Atamp A., (1990), *Introduction to classical mechanics*, Prentice-Hall, United States America. pp 23-28
- Riley, K.F. & Hobson, M.P. (2006). *Mathematical Methods for Physics and Engineering*. (3th ed.). New York: Cambridge University Press. pp. 100-140
- Wolfram, S. (1994). *Mathematica: The Student Book*, New York: Addison-Wesley, Publishing Company, Inc. pp. 270,271,460
- Zimmerman, R. L. & Olness, F. I. (2002). *Mathematica for Physics*. (2nd ed). New York: Addison - Wesley Publishing Company, Inc.pp.115-125

การพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีการผลิตระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม
ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

Development of Innovative Technology for the Production of
Photovoltaic Power Systems Included with Energy
Storage Systems in Industrial Plants

ปพน งามประเสริฐ¹ ณรงค์พันธ์ รุ่งเจริญ¹ ชุมพล ศิริวัฒนสิทธิ์¹ กนต์ วุฒิพฤกษ์¹
สุรสิทธิ์ ประกอบกิจ¹ และนัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ^{1*}

Papon Ngamprasert¹, Narongpun Rungcharoen¹, Chumpol Siriwattanasit¹, Kan Voottipruex¹,
Surasit Prakobkit¹ and Nattachote Rugthaicharoencheep^{1*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

*Corresponding author E-mail: nattachote.r@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาวัตกรรมการผลิตระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมเป็นระยะเวลา 3 เดือนกรณีศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ 1. พิจารณาเรื่องโหลดกับความสัมพันธ์ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน 2. พิจารณาโหลดสำรองกับความสัมพันธ์ของระบบกักเก็บพลังงาน ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานกำลังการผลิต 149.80 kWp ผลลัพธ์พบว่าโหลดสำรองเฉลี่ย คือ 4,352.03 kWh ผลลัพธ์พบว่าระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานสัมพันธ์กับระบบกักเก็บพลังงาน สามารถจ่ายพลังงานให้แก่โหลดได้อย่างสมดุล

คำสำคัญ: นวัตกรรมเทคโนโลยี, ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน, ระบบกักเก็บพลังงาน โรงงานอุตสาหกรรม

Abstract

This article presents development of innovative technology for the production of photovoltaic power systems include with energy storage systems in industrial plants between May and October for a period of 3 months. The case study is divided into 4 cases. Case 1: consider the load and relationship of the hybrid solar power generation system. Case 2: consider the alternate load and energy storage system relationships. Integrated solar power generation system with capacity of 149.80 kWp. The average backup load is 4,352.03 kWh. The results show that the solar power generation system working together with the energy storage system can supply energy to the load in a balanced manner.

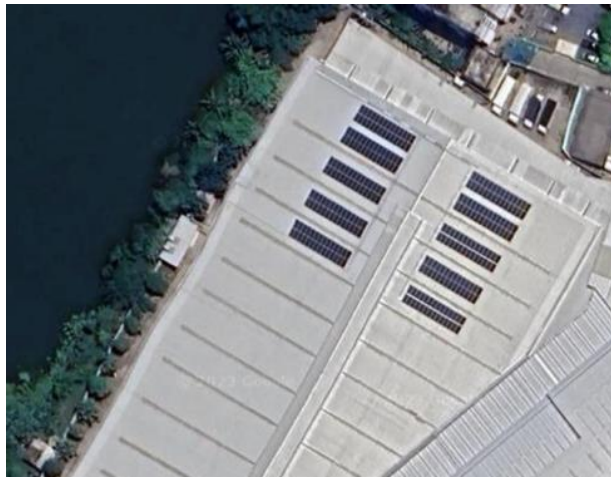
Keywords: Innovative Technology, Hybrid Photovoltaic Power Generation Systems, Battery Storage System, Industrial Plants

บทนำ

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานหรือระบบไฮบริดเป็นระบบไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายไฟจากโซลาร์เซลล์ และแบตเตอรี่หรือระบบกักเก็บพลังงาน ข้อดี คือ เมื่อเกิดระบบขัดข้องจากระบบไฟฟ้าภายนอกโหนดที่ทำการสำรองพลังงานจะสามารถใช้งานต่อได้ระยะหนึ่ง (ขึ้นอยู่กับการออกแบบ) ซึ่งสามารถลดความเสียหายได้ ข้อเสียคือ ค่าใช้จ่ายสูง

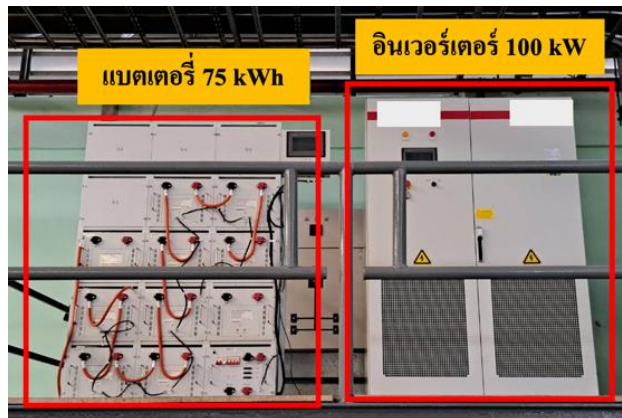
ในปี พ.ศ. 2563 มีการศึกษาการใช้ระบบ PV-BESS แบบไฮบริดสำรวจพื้นที่ต่างๆ หกด้านที่มีการวิเคราะห์ระบบ PV-BESS แบบไฮบริด ได้แก่ การปรับปรุงอายุการใช้งาน การวิเคราะห์การลดต้นทุน, ขนาดที่เหมาะสมที่สุด การบรรเทาปัญหาคุณภาพไฟฟ้าต่างๆ การควบคุมระบบไฟฟ้าอย่างเหมาะสมที่สุดและการเปลี่ยนและลดโหลดสูงสุด วัตถุประสงค์เพื่อค้นหาศักยภาพของระบบในการใช้งานระบบไฟฟ้า และปรับปรุงการดำเนินงาน (Robert Matkowski, 2563) ในปี พ.ศ. 2564 มีการศึกษาแนวคิดการพัฒนาโมเดลต้นแบบเพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้งานออกแบบระบบกักเก็บพลังงานให้เหมาะสมและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์และโครงข่ายไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการติดตั้งและใช้งานจริง พัฒนาโมเดลการทำงานร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานให้มีรูปแบบ Firm ที่ระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ผลลัพธ์พบว่าการใช้งานร่วมกันที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง จะมีความเหมาะสมมากกว่าในกรณีที่ไม่มีการลงทุนระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มเติม (ชัชมนต์, 2564)

ดังนั้นในบทความนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาวัฏกรมเทคโนโลยีการผลิตระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม กำลังการผลิตของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ 149.80 kWp การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา

การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ และระบบกักเก็บพลังงาน ดังแสดงในภาพที่ 2

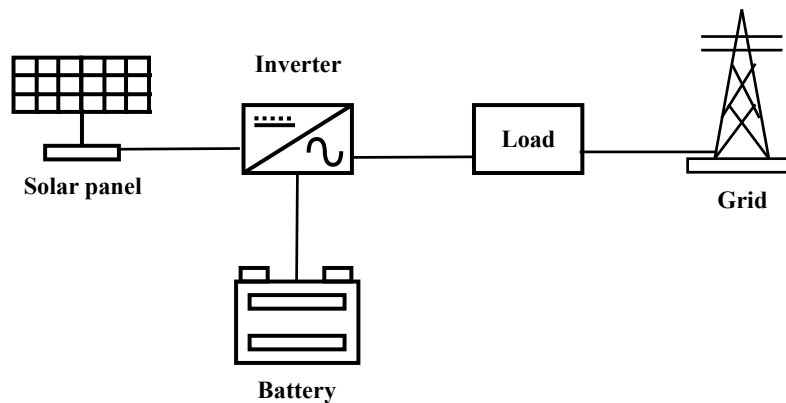


ภาพที่ 2 การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ และระบบกักเก็บพลังงาน

วิธีการวิจัย

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

การนำพลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้งานผ่านแผงโซลาร์เซลล์ซึ่งต่อร่วมกับแบตเตอรี่ สามารถช่วยแก้ปัญหาแรงดันตกในระบบไฟฟ้าได้ การเชื่อมต่อระบบกักเก็บพลังงานเข้ากับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเชื่อมต่อระบบกักเก็บพลังงานเข้ากับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ (A. H. Canada, 2545) เป็นพลังงานหมุนเวียนที่ปลอดภัย สะอาด และใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยการแปลงพลังงานจะเริ่มเมื่อมีแสงตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานโฟตอนจะถ่ายเทพลังงานให้กับพลังงานอิเล็กตรอนจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอมทำให้เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจึงทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น (Papon Ngamprasert, 2562), (Natchapol Ruangsap, 2565)

ระบบกักเก็บพลังงาน

ข้อกำหนดสำหรับการป้องกันกระแสเกิน

ต้องมีการป้องกันกระแสเกินตามที่กำหนดโดยผู้ผลิตแบตเตอรี่ และบริษัทที่เกี่ยวข้อง หากผู้ผลิตไม่ได้ระบุการป้องกันกระแสเกินไว้ ต้องปฏิบัติตามข้อ ก. และ ข. ต่อไปนี้ (คณะกรรมการมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย, 2565)

ก. การคำนวณกระแสลัดวงจร

$$I_{sc} = \frac{V_{oc}}{R_i} \quad (1)$$

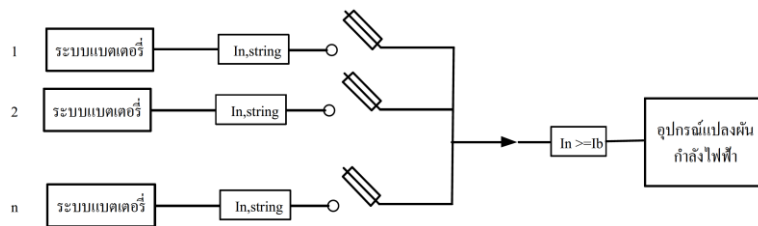
โดยที่ I_{sc} คือ กระแสลัดวงจรของเซลล์แบตเตอรี่ (Cell Short-Circuit Current) หน่วยแอมป์

V_{oc} คือ แรงดันเปิดวงจรของเซลล์ (Cell Open-Circuit Voltage) หน่วยโวลต์

R_i คือ ความต้านทานภายในเซลล์ (Cell Internal Resistance) หน่วยโอห์ม

ข. การกำหนดขนาดการป้องกันกระแสเกิน

การเลือกขนาดพิกัดสำหรับอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับระบบแบตเตอรี่ย่อยแต่ละระบบ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ข้อกำหนดการป้องกันกระแสเกินสำหรับระบบแบตเตอรี่ต่อขนานกันที่จุดร่วมหนึ่ง จะต้องพิจารณาดังนี้
เมื่อจำนวนแถวของแบตเตอรี่มากกว่า 1 แถว)

$$I_b = \frac{P_{PCE, AC}}{\eta_{PCE} \times V_{PCE, min}} \quad (2)$$

$$I_b = \frac{I_b}{n-1} \quad (3)$$

$$I_{n, string} \geq I_r \quad (4)$$

$$I_{n, string} \geq I_r \quad (5)$$

โดยที่ I_b คือ พิกัดกระแสในการคายและประจุรวมของแบตเตอรี่ หน่วยแอมป์

I_r คือ พิกัดกระแสในการคายและประจุรวมของแบตเตอรี่ในแต่ละแถว หน่วยแอมป์

$P_{PCE, AC}$ คือ กำลังไฟฟ้าขาออกของ PCE หน่วยวัตต์

η_{PCE}	คือ ค่าประสิทธิภาพของ PCE
$V_{PCE,m}$	คือ ค่าแรงดัน DC ต่ำสุดของ PCE หน่วยโวลต์
$I_{n,string}$	คือ ขนาดพิกัดกระแสของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินในแต่ละแถว (Current Setting of Protection Device) หน่วยแอมป์
I_n	คือ ขนาดพิกัดกระแสของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (Current Setting of Protection Device) หน่วยแอมป์
n	คือ จำนวนแถว (String) ของแบตเตอรี่ (ถ้า $n = 1, I_b = I_r$)

ข้อมูลอุปกรณ์ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

ข้อมูลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ข้อมูล	ขนาด
Maximum power (Pmax)	535Wp
Maximum power voltage (Vmp)	40.63V
Maximum power current (Imp)	13.17A
Open-circuit voltage (Voc)	49.34V
Short-circuit current (Isc)	13.79A
Module efficiency STC (%)	20.75%

ข้อมูลอินเวอร์เตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลอินเวอร์เตอร์

ข้อมูล	ขนาด
Apparent power	110kVA
Rate power	100kW
Rate voltage	400V
Rate current	144A
Voltage range	360-440V
THDi	<3%
PF	0.8lagging-0.8leading

ข้อมูลระบบกักเก็บพลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลระบบกักเก็บพลังงาน

Specification	Size
Rate capacity	200Ah
Rate energy	76.8kWh
Rate voltage	384V
Voltage range	336-438V
Normal charge/discharge	0.5C
Max charge/discharge	1C
Weight	<= 1060kg
Protection degree	IP 54

ผลการวิจัย

กรณีที่ 1 พิจารณาเรื่องโหลดกับความสัมพันธ์ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

โหลดเฉลี่ยของโรงงาน คือ 145.54 kW ผลลัพธ์ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานและกริด ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานและกริด

เดือน	จากเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh)	นำเข้าจากกริด (kWh)	ส่งออกกริด(kWh)
พฤษภาคม	16,490.10	3,310.80	14,045.50
มิถุนายน	12,462.90	3,035.30	10,142.10
กรกฎาคม	11,427.30	3,495.40	9,102.60
รวม	40,380.30	9,841.50	33,290.20

จากตารางที่ 4 การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์รวม 3 เดือน 40,380.30 kWh นำเข้าจากกริดรวม 3 เดือน 9,841.50 kWh และส่งออกกริดรวม 3 เดือน 33,290.20 kWh

กรณีที่ 2 พิจารณาโหลดกับความสัมพันธ์ของระบบกักเก็บพลังงาน

ผลลัพธ์โหลดกับความสัมพันธ์ของระบบกักเก็บพลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 5

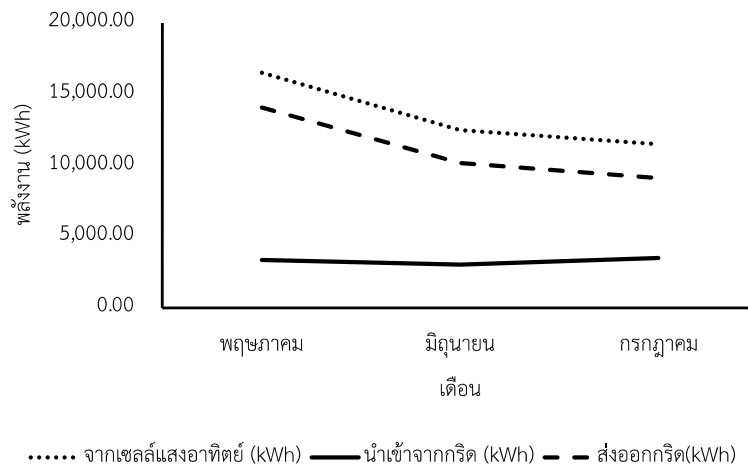
ตารางที่ 5 ผลลัพธ์โหลดกับความสัมพันธ์ของระบบกักเก็บพลังงาน

เดือน	โหลดสำรอง (kWh)	อัดประจุ (kWh)	คายประจุ (kWh)
พฤษภาคม	4,270.00	789.00	1,075.90
มิถุนายน	4,154.90	1,329.50	1,638.60
กรกฎาคม	4,631.20	1,664.50	1,982.50
รวม	13,056.10	3,783.00	4,697.00

จากตารางที่ 5 โหลดสำรองรวม 3 เดือน 13,056.10 kWh การอัดประจรรวม 3 เดือน 3,783.00 kWh และการคายประจรรวม 3 เดือน 4,697.00 kWh

วิจารณ์ผล

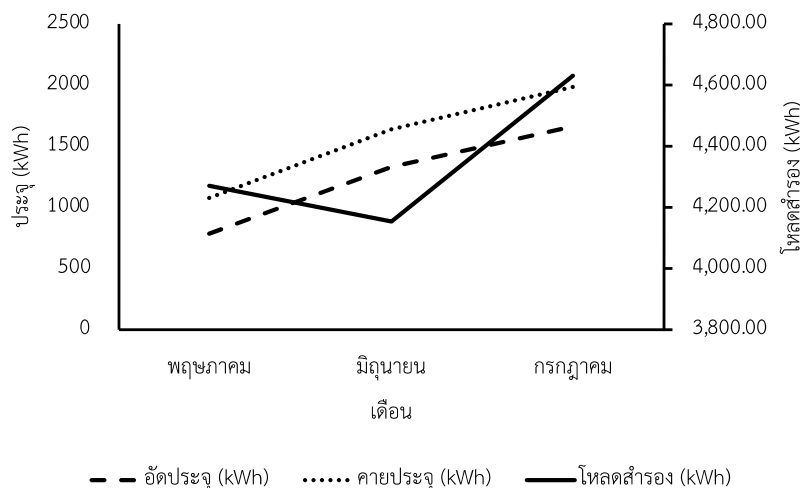
การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานและกริด ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานและกริด

จากภาพที่ 5 การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สูงสุดเดือนพฤษภาคม (16,490.10 kWh) นำเข้าจากกริดสูงสุดเดือนกรกฎาคม (3,495.40 kWh) ส่งออกกริดสูงสุดเดือนพฤษภาคม (14,045.50 kWh) การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ต่ำสุดเดือนกรกฎาคม (11,427.30 kWh) นำเข้าจากกริดต่ำสุดเดือนมิถุนายน (3,035.30 kWh) ส่งออกกริดต่ำสุดเดือนกรกฎาคม (9,102.60 kWh)

การเปรียบเทียบโหลดกับความสัมพันธ์ของระบบกักเก็บพลังงาน ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบโหลดกับความสัมพันธ์ของระบบกักเก็บพลังงาน

จากภาพที่ 6 โหลดสำรองสูงสุดเดือนกรกฎาคม (4,631.20 kWh) และโหลดสำรองต่ำสุดเดือนมิถุนายน (4,154.90 kWh) ระบบกักเก็บพลังงานคายประจุสูงสุดเดือนสิงหาคม (1,982.50 kWh) และคายประจุต่ำสุดเดือนพฤษภาคม (1,075.90 kWh)

สรุปผล

การพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีการผลิตระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมเป็นระยะเวลา 3 เดือน โหลดสำรองเฉลี่ย คือ 4,352.03 kWh ระบบกักเก็บพลังงานอัดประจุเฉลี่ย 1,261.00 kWh ระบบกักเก็บพลังงานคายประจุเฉลี่ย 1,565.67 kWh ผลลัพธ์พบว่าระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานสัมพันธ์กับระบบกักเก็บพลังงานสามารถจ่ายพลังงานให้แก่โหลดได้อย่างสมดุล

เอกสารอ้างอิง

- Robert Matkowski Marcin Jaskólski and Wojciech Pawlicki. 2020. Operation of the Hybrid Photovoltaic-Battery System on the Electricity Market—Simulation, Real-Time Tests and Cost Analysis. *Energies*. 13(6).
- ชัยมนต์ จันทร์พงศ์พันธ์. 2564. การประยุกต์ใช้ระบบกักเก็บพลังงานร่วมกับโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสมาร์ตกริดเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- A. H. Canada. 2002. Solar voltaic generation power plants: 1000 MW to 10 kW photovoltaic plant design and application guide for the Pacific Northwest. P. 189-94. In: IEEE Technical Applications Conference and Workshops. Northcon/95. Conference Record 1995 October 10-12. Portland. OR. USA.
- Papon Ngamprasert, Nattachote Rugthaicharoencheep, and Sakhon Woothipatanapan. 2019. Application Improvement of Voltage Profile by Photovoltaic Farm on Distribution System. P. 98-101. In: 2019 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI) 2019 October 16-18. Pattaya. Thailand.
- Natchapol Ruangsap, Supawud Nedphokaew, and Nattachote Rugthaicharoencheep. 2022. Planning and Operation Enhanced Voltage Profile by Using Distributed Generators Installation in Distribution System with Feeder Reconfiguration. In: 2022 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI) 2022 October 19-21. Pattaya Chonburi. Thailand.
- คณะกรรมการมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย. 2565. ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา, มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา พ.ศ. 2565.

การทดสอบเชิงทดลองสำหรับความแข็งแรงและการประเมินเชิงกลของชิ้นงาน
พลาสติก 3 มิติ เมื่อใช้ในงานด้านระบบอัตโนมัติ

Experimental Test for Strength and Mechanical Evaluation of 3D Plastic
Pieces when used in Automation

ศราวดี พุทธิรักษา^{1*} กิรติช สายพัทลุง¹ ธงชัย ทองอ้อย¹ ศศิธร คนทน² และเชษฐ ด้งทรงจิตรากุล³
Sarawut Puttaraksa^{1*}, Keeradit Saipattalung¹, Thongchai Thongyoo¹, Sasithorn Khonthon²,
and Chet Tangsongjitakul³

¹Smart Electronics and Computer Engineering, Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University

²Industrial Product Design, Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University

³Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University

9 Changwattana Road, Bangkhen Bangkok, Thailand 10220

*Corresponding author E-mail: sarawut.isp9@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ เมื่อนำมาใช้ในงานด้านระบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการทดสอบความแข็งแรงของพลาสติกที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งประกอบไปด้วยพลาสติกชนิด PLA พลาสติกชนิด ABS และพลาสติกชนิด PETG ซึ่งทำการออกแบบชิ้นงานเพื่อทำการทดสอบเป็นฉากต่ออลูมิเนียม โปรไฟล์ ที่มีขนาด 20 มิลลิเมตร โดยออกแบบชิ้นงานให้มีความหนาของชิ้นงานที่ 4 มิลลิเมตร มีรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงานที่ 1, 2, 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ และการตั้งค่าความละเอียดในการพิมพ์อยู่ที่ร้อยละ 30, 50, 70 ตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่าพลาสติก PETG มีความแข็งแรงมากที่สุดที่ 470.88 นิวตัน มีค่าความผิดพลาดในการวัดอยู่ที่ ± 0.25 ถึง ± 1.37 รองลงมาเป็นพลาสติก ABS ที่ 441.45 นิวตัน มีค่าความผิดพลาดในการวัดอยู่ที่ ± 0.21 ถึง ± 1.47 และพลาสติก PLA ที่ 402.21 นิวตัน มีค่าความผิดพลาดในการวัดอยู่ที่ ± 0.196 ถึง ± 1.962 ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่าพลาสติกที่มีความแข็งแรงที่สุดที่นำมาทดสอบคือพลาสติกชนิด PETG ที่มีรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงานที่ 3 มิลลิเมตร และค่าความละเอียดในการพิมพ์ที่ร้อยละ 70

คำสำคัญ : พลาสติก 3 มิติ, เครื่องพิมพ์ 3 มิติ, ความแข็งแรง, ระบบอัตโนมัติ

Abstract

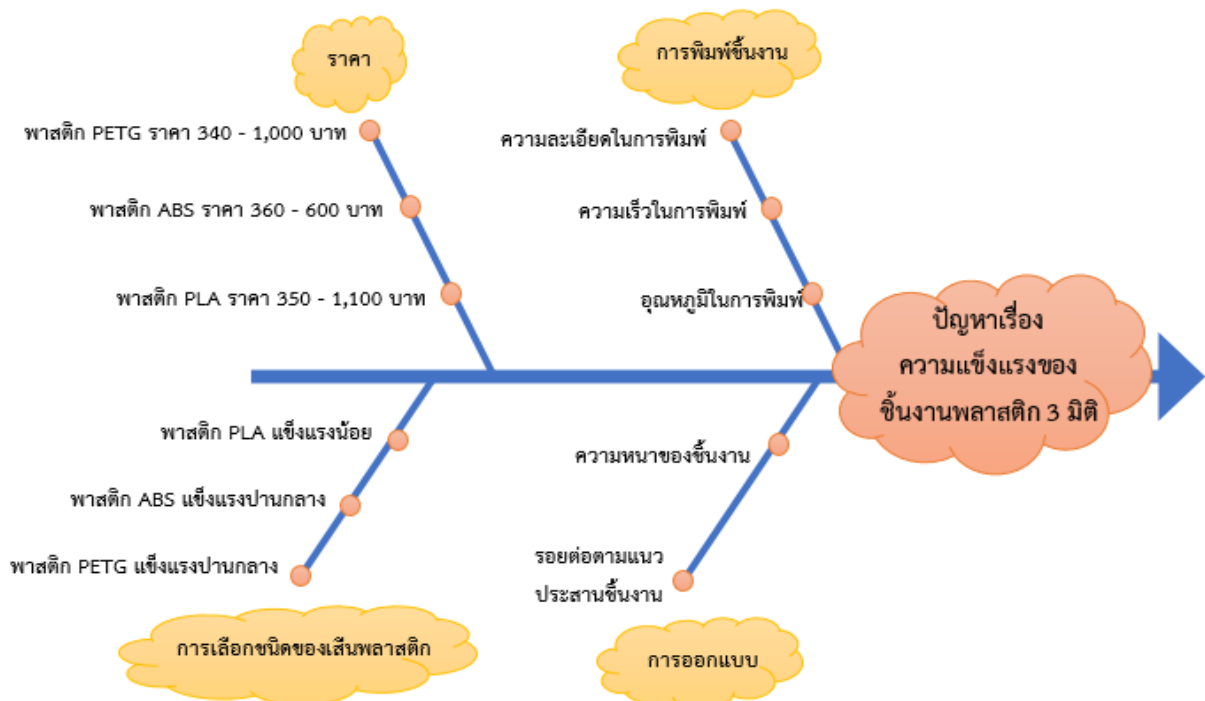
Research on experimental test for strength and mechanical evaluation of 3D plastic pieces when used in work automation. Which is a test of the strength of plastics printed by 3D printers, which includes PLA plastic, ABS plastic, and PETG plastic, which Design a workpiece for testing as an aluminum profile connector with a size of 20 millimeters. Design the workpiece to have a workpiece thickness of 4 millimeters, with joints along the workpiece joint at 1, 2, 3 millimeters according. The sequence and printing resolution settings were 30, 50, 70 percent respectively. The test results showed that PETG plastic had the highest strength at 470.88 newtons, with a measurement error of ± 0.25 . to ± 1.37 , followed by ABS plastic at 441.45 newtons with a measurement error of ± 0.21 to ± 1.47 and PLA plastic at 402.21 newtons with a measurement error of ± 0.196 to ± 1.962 respectively. It can be concluded that the strongest

plastic tested was PETG plastic with a seam along the workpiece interface of 3 millimeters and a printing resolution of 70 percent.

Keywords : 3D Plastic, 3D Printing, Strength, Automation.

บทนำ

พลาสติก 3 มิติ เป็นชิ้นงานที่ถูกสร้างขึ้นจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ (3D printing) ซึ่งเป็นการให้ความร้อนละลายเส้นพลาสติก ไหลผ่านหัวฉีด (Nozzle) จากนั้นทำการพิมพ์ชิ้นงานทีละชั้นตามไฟล์ *.gcode ที่สร้างขึ้นสำหรับการพิมพ์ชิ้นงาน ซึ่งชิ้นงานพลาสติกมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในหลากหลายวงการ เช่น การพิมพ์เป็นต้นแบบชิ้นงาน การพิมพ์เป็นชิ้นงานทดแทนชิ้นงานที่มีราคาแพง การพิมพ์เป็นชิ้นงานระบบอัตโนมัติเช่น ชิ้นส่วนประกอบเครื่องต่าง ๆ ซึ่งเส้นพลาสติกที่ใช้ในพิมพ์ชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิตินั้น มีด้วยกันหลายชนิด แต่ที่ได้รับความนิยมและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย คือ พลาสติก PLA, ABS, PETG, PC, TPU เป็นต้น โดยพลาสติกแต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เช่น ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น คุณภาพพื้นผิว ความง่ายในการพิมพ์ ความสามารถพิเศษ ข้อจำกัด เป็นต้น (ทศชา ทรัพย์มีชัย. 2565) เมื่อพิจารณาการเอาชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ มาใช้งานด้านระบบอัตโนมัติจำเป็นต้องคำนึงถึงความแข็งแรงเป็นหลัก ซึ่งความแข็งแรงของชิ้นงาน 3 มิตินั้นจะมีองค์ประกอบที่ทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงประกอบไปด้วย ชนิดของเส้นพลาสติก ราคา การออกแบบ และการพิมพ์ชิ้นงาน ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 4 อธิบายความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของชิ้นงานไว้ดังภาพที่ 1



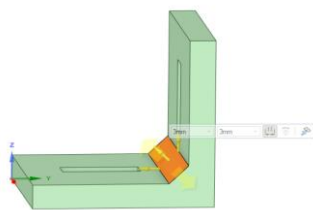
ภาพที่ 1 แผนผังก้างปลาสำหรับปัญหาเรื่องความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ

การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานที่ผลิตจากพลาสติก 3 มิติ จะมีการทดสอบอยู่ด้วยกันหลายลักษณะ เช่น (L. Novakova-Marcincinova and J. Novak-Marcincin. 2013) ได้ทำการศึกษาเรื่องการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุ ABS ที่ใช้ FDM (Fused Deposition Modelling) เทคโนโลยีการสร้างต้นแบบอย่างรวดเร็ว ซึ่งใช้วิธีการทดสอบชิ้นงานด้วยวิธีการกด ซึ่งใช้วิธีการเดียวกับ (J. Beniak et al., 2018), ซึ่งใช้วิธีการทดสอบเดียวกันแต่เปลี่ยนเส้นพลาสติกเป็น PLA อีกลักษณะหนึ่งของการทดสอบคือการดึงชิ้นงานเพื่อทดสอบความยืดหยุ่นของชิ้นงานที่พิมพ์จากเส้นพลาสติกที่แตกต่างกัน โดยทำการปรับค่าอุณหภูมิ ความหนาของชิ้นงานที่แตกต่างกันออกไป เช่น การเปรียบเทียบแรงดึงระหว่างพลาสติก PLA กับ PETG (E. Puspitasari et al., 2021), (J. Sedlak et al., 2023) ใช้วิธีการดึงชิ้นงานเหมือนงานวิจัยในข้างต้นแต่มีการเพิ่มกระบวนการฉายแสง UV จากนั้นทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน อีกวิธีคือการนำชิ้นงานวางระหว่างช่องแล้วทำการกดขึ้นบริเวณตรงกลางชิ้นงาน เพื่อหาแรงดัดงอของพลาสติก (N. L. Carutasu et al., 2015).

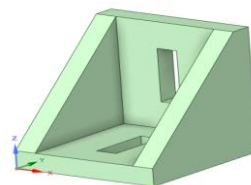
ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาหาความแข็งแรงของพลาสติก 3 ชนิด เมื่อใช้ในงานด้านระบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้วิธีการทดสอบด้วยการดึงชิ้นงานที่สร้างเป็นฉากต่ออลูมิเนียมโปรไฟล์ (Thin Bracket) ขนาด 20 มิลลิเมตร ชิ้นงานหนา 4 มิลลิเมตร และมีรอยต่อประสานชิ้นงานที่ 1, 2, 3 มิลลิเมตร และค่าความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) อยู่ที่ร้อยละ 30, 50, 70 โดยใช้มอเตอร์ขนาด 24 โวลต์ 500 วัตต์ เป็นต้นกำลังในการดึงชิ้นงาน อีกด้านติดตั้งโหลดเซลล์ขนาด 50 กิโลกรัมสำหรับการวัดค่าน้ำหนักแสดงผลข้อมูลผ่านทางโปรแกรม LabVIEW เพื่อทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ เมื่อนำมาใช้ในงานด้านระบบอัตโนมัติ ซึ่งลำดับขั้นตอนการดำเนินการโดยจะทำการแบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนประกอบไปด้วย 1. การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานที่ทำจากพลาสติก PLA 2. การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานที่ทำจากพลาสติก ABS 3. การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานที่ทำจากพลาสติก PETG โดยพลาสติกทั้ง 3 ชนิดจะทำการออกแบบชิ้นงานให้มีความหนาของชิ้นงานที่ 4 มิลลิเมตร มีรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงานที่ 1, 2, 3 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 2 และการตั้งค่าความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) อยู่ที่ร้อยละ 30, 50, 70 โดยจะทำการออกแบบชิ้นงานสำหรับการทดสอบเป็นฉากต่ออลูมิเนียมโปรไฟล์ (Thin Bracket) ขนาด 20 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 3

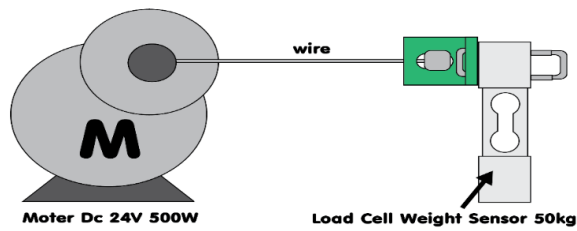


ภาพที่ 2 ลักษณะรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน



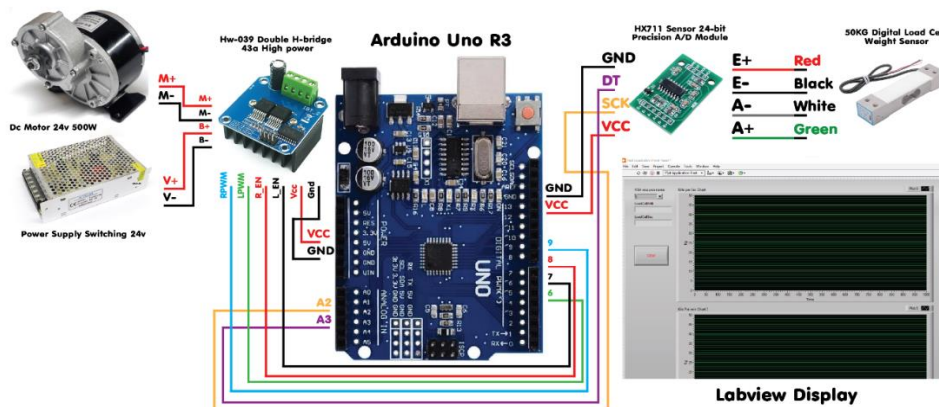
ภาพที่ 3 ฉากต่ออลูมิเนียมโปรไฟล์ (Thin Bracket)

จากภาพที่ 3 ชิ้นงานที่จะทำการทดสอบความแข็งแรงของฉากต่ออลูมิเนียมโปรไฟล์ (Thin Bracket) สำหรับใช้ในงานด้านระบบอัตโนมัติ ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้รูปแบบของการดึงชิ้นงาน เพื่อทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน โดยใช้มอเตอร์ขนาด 24 โวลต์ 500 วัตต์ เป็นต้นกำลังในการดึงชิ้นงาน อีกด้านติดตั้งโหลดเซลล์ขนาด 50 กิโลกรัมสำหรับการวัดค่าน้ำหนัก ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การวัดค่าแรงที่กระทำต่อชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ

เมื่อกำหนดขนาดของอุปกรณ์ต้นกำลังคือมอเตอร์ขนาด 24 โวลต์ 500 วัตต์ แล้วนั้น จะทำการต่อวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ และวงจรโหลดเซลล์ โดยต่อวงจรเข้ากับบอร์ดอาดุยโน ยูโน อาร์3 ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR โดยบอร์ดอาดุยโนจะทำการเชื่อมต่อกับโปรแกรมควบคุม และแสดงผล LabVIEW โดยโปรแกรม LabVIEW จากบอร์ดอาดุยโนผ่านทาง Serial port ซึ่งจะอ่านค่าน้ำหนักจากเซนเซอร์โหลดเซลล์ผ่านทางบอร์ด HX711 โดยมีการเชื่อมต่อวงจร ดังภาพที่ 5 เมื่อต่อวงจรเสร็จจะเริ่มทำการทดลอง ซึ่งจะได้ผลการทดสอบจากโปรแกรม LabVIEW ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 วงจรสำหรับทดสอบทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ

ผลการวิจัย

1. การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานที่ทำจากพลาสติก PLA ซึ่งออกแบบชิ้นงานให้มีความหนาของชิ้นงานที่ 4 มิลลิเมตร มีรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงานที่ 1, 2, 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ และการตั้งค่าความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) อยู่ที่ร้อยละ 30, 50, 70 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าแรงดึงที่พลาสติก PLA รับได้

PLA	ความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) ร้อยละ 30	ความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) ร้อยละ 50	ความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) ร้อยละ 70
รอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน หนา 1 มิลลิเมตร	166.77±1.47 N	186.39±1.471 N	225.63±0.196 N
รอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน หนา 2 มิลลิเมตร	215.82±0.49 N	255.06±1.962 N	294.3±1.177 N
รอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน หนา 3 มิลลิเมตร	235.44±1.079 N	323.73±1.177 N	402.21±0.736 N

จากตารางที่ 1 จากเห็นได้ว่าการเปลี่ยนค่าความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) และความหนาของรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน มีผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ อย่างมากเนื่องจากการเสริมความแข็งแรงให้กับชิ้นงานนั้น ๆ

2. การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานที่ทำจากพลาสติก ABS ซึ่งออกแบบชิ้นงานให้มีความหนาของชิ้นงานที่ 4 มิลลิเมตร มีรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงานที่ 1, 2, 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ และการตั้งค่าความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) อยู่ที่ร้อยละ 30, 50, 70 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าแรงดึงที่พลาสติก ABS รับผิดชอบ

ABS	ความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) ร้อยละ 30	ความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) ร้อยละ 50	ความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) ร้อยละ 70
รอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน			
หนา 1 มิลลิเมตร	215.82±1.08 N	245.25±0.098 N	274.68±0.25 N
รอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน			
หนา 2 มิลลิเมตร	245.25±0.59 N	304.11±0.89 N	362.97±1.37 N
รอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน			
หนา 3 มิลลิเมตร	313.92±0.31 N	353.16±0.42 N	441.45±0.64 N

จากตารางที่ 2 จากเห็นได้ว่าการเปลี่ยนค่าความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) และความหนาของรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน มีผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ อย่างมากเนื่องจากการเสริมความแข็งแรงให้กับชิ้นงานนั้น ๆ

3. การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานที่ทำจากพลาสติก PETG ซึ่งออกแบบชิ้นงานให้มีความหนาของชิ้นงานที่ 4 มิลลิเมตร มีรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงานที่ 1, 2, 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ และการตั้งค่าความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) อยู่ที่ร้อยละ 30, 50, 70 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน ดังตารางที่ 3

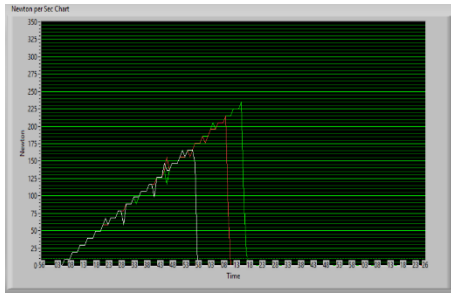
ตารางที่ 3 ค่าแรงดึงที่พลาสติก PETG รับผิดชอบ

PETG	ความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) ร้อยละ 30	ความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) ร้อยละ 50	ความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) ร้อยละ 70
รอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน			
หนา 1 มิลลิเมตร	235.44±0.33 N	274.68±0.59 N	333.54±0.98 N
รอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน			
หนา 2 มิลลิเมตร	323.73±0.21 N	353.16±0.33 N	392.4±0.29 N
รอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน			
หนา 3 มิลลิเมตร	402.21±1.47 N	431.64±1.08 N	470.88±0.49 N

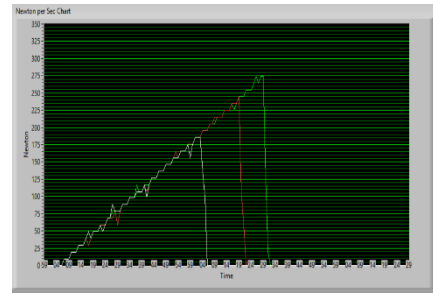
จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนค่าความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) และความหนาของรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงาน มีผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ อย่างมากเนื่องจากการเสริมความแข็งแรงให้กับชิ้นงานนั้น ๆ

จากตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3 สามารถเปรียบเทียบความแข็งแรงของชิ้นงาน ซึ่งทำการเปรียบเทียบจากความละเอียดในการพิมพ์ และความหนาของรอยต่อประสาน เมื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของพลาสติกทั้ง 3 ชนิด ดังภาพที่ 6

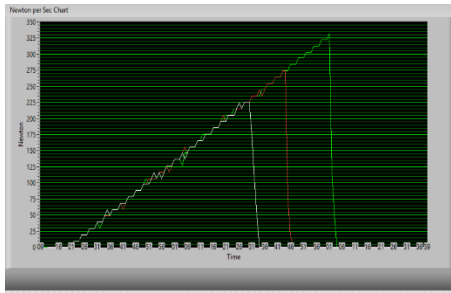
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



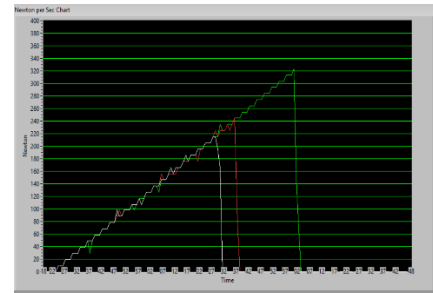
(a) ความละเอียดร้อยละ 30 และความหนาของรอยต่อ 1 มิลลิเมตร



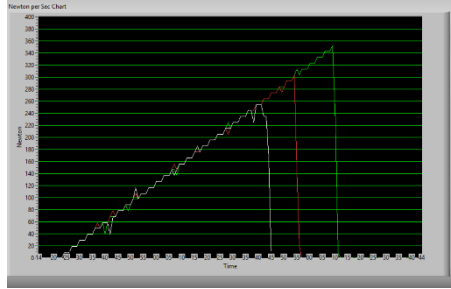
(b) ความละเอียดร้อยละ 30 และความหนาของรอยต่อ 2 มิลลิเมตร



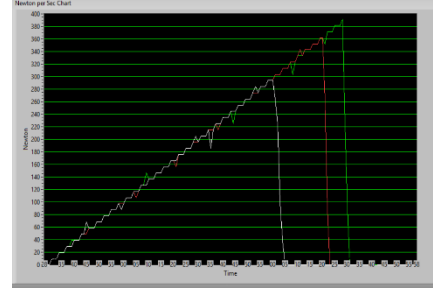
(c) ความละเอียดร้อยละ 30 และความหนาของรอยต่อ 3 มิลลิเมตร



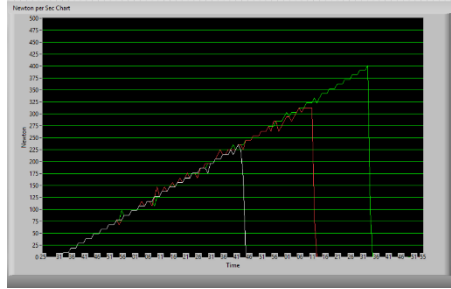
(d) ความละเอียดร้อยละ 50 และความหนาของรอยต่อ 1 มิลลิเมตร



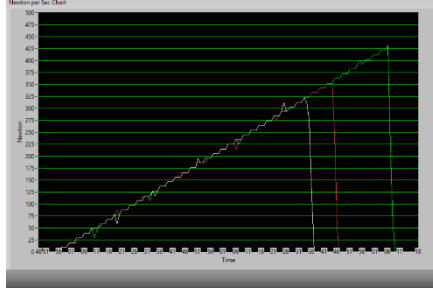
(e) ความละเอียดร้อยละ 50 และความหนาของรอยต่อ 2 มิลลิเมตร



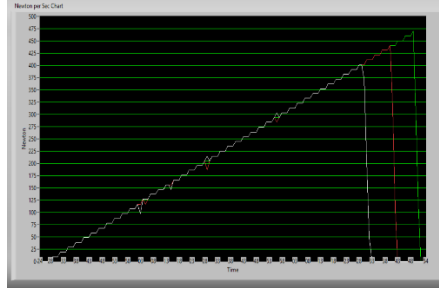
(f) ความละเอียดร้อยละ 50 และความหนาของรอยต่อ 3 มิลลิเมตร



(g) ความละเอียดร้อยละ 70 และความหนาของรอยต่อ 1 มิลลิเมตร



(h) ความละเอียดร้อยละ 70 และความหนาของรอยต่อ 2 มิลลิเมตร



(i) ความละเอียดร้อยละ 70 และความหนาของรอยต่อ 3 มิลลิเมตร

ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของชิ้นงานของพลาสติกทั้ง 3 ชนิด

วิจารณ์ผล

1. จากผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ ที่ทำด้วยพลาสติก PLA พบว่าค่าความละเอียดในการพิมพ์ที่ร้อยละ 70 และความหนาของรอยต่อตามแนวที่ 3 มิลลิเมตร จะมีความแข็งแรงสูงที่สุดที่ 402.21 นิวตัน โดยพลาสติกจะแตกบริเวณที่ยึดน็อต ซึ่งจะมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ ± 0.196 ถึง ± 1.962
2. จากผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ ที่ทำด้วยพลาสติก ABS พบว่าค่าความละเอียดในการพิมพ์ที่ร้อยละ 70 และความหนาของรอยต่อตามแนวที่ 3 มิลลิเมตร จะมีความแข็งแรงสูงที่สุดที่ 441.45 นิวตัน โดยพลาสติกจะแตกบริเวณที่ยึดน็อต ซึ่งจะมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ ± 0.25 ถึง ± 1.37
3. จากผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ ที่ทำด้วยพลาสติก PETG พบว่าค่าความละเอียดในการพิมพ์ที่ร้อยละ 70 และความหนาของรอยต่อตามแนวที่ 3 มิลลิเมตร จะมีความแข็งแรงสูงที่สุดที่ 470.88 นิวตัน โดยพลาสติกจะแตกบริเวณที่ยึดน็อต ซึ่งจะมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ ± 0.21 ถึง ± 1.47

สรุปผล

ผลการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานพลาสติก 3 มิติ เมื่อนำมาใช้ในงานด้านระบบอัตโนมัติ ซึ่งพลาสติกที่นำมาใช้ในการทดสอบประกอบด้วยพลาสติก PLA, ABS, PETG ซึ่งทำการออกแบบชิ้นงานเป็นฉากต่ออลูมิเนียมโปรไฟล์ (Thin Bracket) ให้มีความหนาของชิ้นงานที่ 4 มิลลิเมตร มีรอยต่อตามแนวประสานชิ้นงานที่ 1, 2, 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ และการตั้งค่าความละเอียดในการพิมพ์ (Infill) อยู่ที่ร้อยละ 30, 50, 70 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบพบว่าพลาสติก PETG มีความแข็งแรงมากที่สุดที่ 470.88 นิวตัน รองลงมาเป็นพลาสติก ABS ที่ 441.45 นิวตัน และพลาสติก PLA ที่ 402.21 นิวตัน ตามลำดับ โดยค่ารอยต่อตามแนวประสานชิ้นงานที่ 3 มิลลิเมตร และค่าความละเอียดในการพิมพ์ที่ร้อยละ 70

กิตติกรรมประกาศ (TH SarabunPSK 16 pt. หนา ชิดซ้าย)

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่สนับสนุนสถานที่ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- ทัตชา ทรัพย์มีชัย. 2565. Filament for FDM 3D Printer. ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีปิโตรเคมีและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ. แหล่งข้อมูล: <https://petromat.org/home/filament-for-fdm-3d-printer/>. ค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2566.
- L. Novakova-Marcincinova and J. Novak-Marcincin. 2013. Verification of Mechanical Properties of ABS Materials used in FDM Rapid Prototyping Technology. Proceedings in Manufacturing Systems, 8(2): 87-92.
- J. Beniak, P. Krizan, M. Matuš and M. Šajgalik. 2018. Experimental testing of PLA biodegradable thermoplastic in the frame of 3D printing FDM technology. pp.92-99. MATEC Web of Conferences 157, 06001.
- E. Puspitasari, S. Hadi and M. Hartono. 2021. Effect of Material Type, Temperature, and Layer Thickness on PLA and PETG from 3D Printer Products by Tensile Test. pp.572-580. iCAST-ES 2021 International Conference on Applied Science and Technology on Engineering Science.

- A. Gunay, S. Fank, T. Gulmez and N.M. Durakbasa. 2013. Calculation of measurement uncertainty for plastic (ABS) material in flexural testing. *International Journal of Metrology and Quality Engineering*. 4: 29-33.
- J. Sedlak, Z. Joska , Jiri Jansky, J. Zouhar, S. Kolomy, M. Slany, A. Svasta and J. Jirousek. 2023. Analysis of the Mechanical Properties of 3D-Printed Plastic Samples Subjected to Selected Degradation Effects. *Materials*, 16: 3268.
- N. L. Carutasu, I. Simion, G. Carutasu, G. Jiga, A. F. Arion. 2015. Experimental Test for Elastic and Mechanical Evaluation of ABS Plastic Used in 3D Printing. *Material Plastica* 52(3): 397-401.

การศึกษาเรขาคณิตของรูปอีพิไซคลอยด์ The Study of Epicycloids Geometry

นางสาวรักชนก สวนสุข¹ มณัญญา สวนสุข¹ และกิตติมนต์ ณะทอง¹

Rakchanok Suansook¹, Mananya Suansook¹ and Kittimon Nathong¹

¹ โรงเรียนสายน้ำผึ้งในพระอุปถัมภ์ เลขที่ 186 ถนนสุขุมวิท ซอย 22 เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10110

¹ Sainampeung School, Sukhumvit Alley 22, Khet Khlong Toei, Bangkok 10110

*Corresponding author E-mail: aimrackchanok@gmail.com

บทคัดย่อ

ก่อนหน้าการค้นพบว่าดาวเคราะห์โคจรเป็นวงรีโดยเคปเลอร์และแบบจำลองเฮลิโเซนตริกของนิโกลัส คอปเปอร์นิคัส จะเป็นที่ยอมรับ เชื่อกันว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล แต่จากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์พบว่าดาวเคราะห์มีการเคลื่อนที่ถอยหลัง เพื่ออธิบายลักษณะดังกล่าวได้มีการเสนอแบบจำลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์โดยเรขาคณิตของการหมุนวงกลมสองวงรอบกัน บทความวิจัยนี้เป็นการศึกษาเรขาคณิตในระดับชั้นมัธยมที่นักดาราศาสตร์ในสมัยโบราณนำมาใช้ในการอธิบายการเคลื่อนที่ถอยหลังของดาวเคราะห์ แนวคิดทางเรขาคณิตนี้ได้ถูกนำมาพัฒนาเป็นสิ่งประดิษฐ์อย่างฟันเฟืองและเกียร์ในรถยนต์และเครื่องมือทางกลที่มีการใช้งานแพร่หลายในอุตสาหกรรมในปัจจุบัน อุปกรณ์เหล่านี้ถูกประดิษฐ์ขึ้นโดยมีพัฒนาการมาจากวิธีการทำงานของรูปเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์

คำสำคัญ: อีพิไซคลอยด์, แบบจำลองเฮลิโเซนตริก, การเคลื่อนที่ถอยหลังของดาวเคราะห์

Abstract

Prior to the discovery of planets in elliptical orbits by Kepler and the heliocentric model of Nicholas Copernicus will be accepted. Earth is believed to be the center of the universe. But it was found that the planets are moving backwards according to the astronomical observations. In order to explain this, a model of planetary motion which explains by the geometry of rotational of two circles are applied. This high school research paper is the study of geometry that ancient astronomers were used for explaining the retrograde motion of planets. This geometric concept has evolved into inventions such as gearwheel in automobiles and mechanical tools that are widely used in the today industry. These devices were invented based on the concept in geometry of the epicycloid.

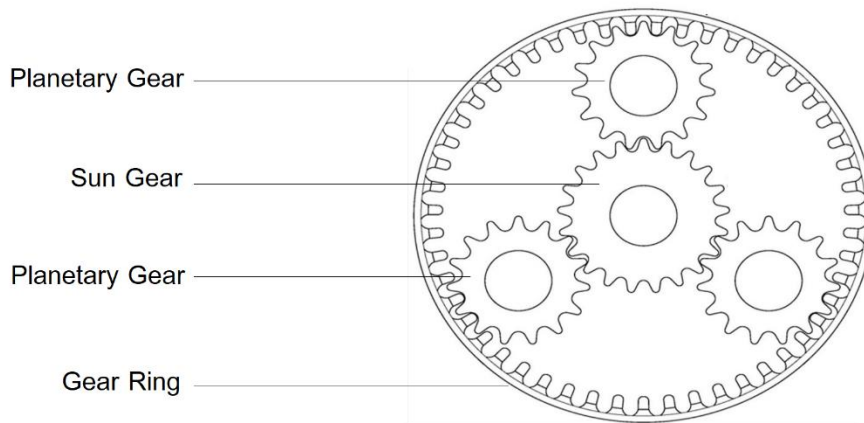
Keywords: Epicycloid, Heliocentric model, retrograde motion of planet

บทนำ

ในสมัยกรีกโบราณ ประมาณ 500 ปีก่อนคริสตกาลเป็นช่วงยุคสมัยที่มีความเชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาลและดาวเคราะห์มีการโคจรเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบโลก จากการสังเกตดาวเคราะห์บนท้องฟ้าในยามค่ำคืนของนักดาราศาสตร์พบว่าดาวเคราะห์มีการโคจรเคลื่อนที่ถอยหลังและเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นคลอเดียส ปโตเลมี (Claudius Ptolemy) นักคณิตศาสตร์และนักดาราศาสตร์ชาวกรีกได้เสนอแนวคิดทาง

เรขาคณิตที่เกี่ยวข้องกับอีพิไซคลอยด์ (Epicycloid) เพื่ออธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ที่เกิดขึ้น (Glaeser et al., 2016) และ (Berggren, 2016)

ในทางคณิตศาสตร์เส้นโค้งหมายถึงวัตถุในทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะต่อเนื่องและแสดงได้ในรูปทางเดินของจุด เส้นโค้งสามารถอธิบายได้ในรูปเรขาคณิตซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเฉพาะและคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง เช่น รูปร่าง ขนาด ความยาวส่วนโค้ง รัศมีความโค้ง เส้นสัมผัส และสมการพาราเมตริกซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ใช้ในการศึกษาทางคณิตศาสตร์ หลักการทางเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์เป็นรูปทรงเรขาคณิตที่เกิดจากการกลิ้งวงกลมวงเล็กไปรอบวงกลมวงใหญ่ที่หยุดนิ่งโดยทางเดินของจุดบนเส้นรอบวงของวงกลมวงเล็กที่กลิ้งไปรอบวงกลมวงใหญ่จะให้ผลลัพธ์เป็นรูปอีพิไซคลอยด์ รูปแบบทางเรขาคณิตที่ได้จะขึ้นกับอัตราส่วนของรัศมีวงกลมทั้งสอง รูปเรขาคณิตนี้สามารถนำมาใช้ในการประมาณเส้นทางโคจรของดาวเคราะห์ที่สังเกตบนท้องฟ้าได้ (Hetherington & Greenwood, 2006) และ (Berggren, 2016) และ (Weisstein, 2002) และ (Litvin & Fuentes, 2004)



ภาพที่ 1 แสดงการประยุกต์ใช้เรขาคณิตของรูปอีพิไซคลอยด์สำหรับเกียร์อีพิไซคลอยด์ (Epicyclic Gear)

ความรู้ที่ได้จากรูปเรขาคณิตนี้ในปัจจุบันได้ถูกนำมาพัฒนาเป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ประเภทเฟืองเกียร์เอพิไซคลิกหรือชุดเฟืองเกียร์ดาวเคราะห์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายดังรูปภาพที่ 1 อุปกรณ์ประกอบด้วยเฟืองสองถึงสามตัวที่ติดตั้งเพื่อให้ศูนย์กลางของเฟืองอันหนึ่งหมุนรอบศูนย์กลางของเฟืองอีกอันหนึ่ง ชุดเฟืองเกียร์ประเภทนี้เป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้งานทางกลอย่างแพร่หลายและมีการใช้งานในเครื่องจักรอุตสาหกรรมหลายประเภทรวมถึงแท่นพิมพ์ ระบบสายพานลำเลียงและเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์บรรจุภัณฑ์ (Ambekar, 2007) และยังพบได้ในกังหันลมและระบบผลิตไฟฟ้าเพื่อช่วยในการถ่ายโอนกำลังจากการเคลื่อนที่แบบหมุนของโรเตอร์ไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Litvin & Fuentes, 2004) อุปกรณ์สามารถทำหน้าที่ส่งกำลังและเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนในอุปกรณ์เชิงกล นอกจากนี้ยังถูกนำมาใช้ในกลไกของนาฬิกาและระบบเกียร์ลงจอดของเครื่องบิน (Lai, 2006) เกียร์เฟืองประเภทนี้เป็นอุปกรณ์ที่มีแนวคิดในการพัฒนามาจากรูปเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ที่ใช้อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเรขาคณิตของรูปทรงอีพิไซคลอยด์ โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาแนวคิดทางคณิตศาสตร์และเรขาคณิตของรูปทรงอีพิไซคลอยด์และเพื่อทำความเข้าใจลักษณะของเส้นโค้งและสมการที่ใช้อธิบายรูปแบบเรขาคณิตของเส้นโค้งประเภทนี้
2. เพื่อนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของรูปทรงอีพิไซคลอยด์และรูปเรขาคณิตที่มีลักษณะคล้ายกันนี้ เช่น ไซคลอยด์ (Cycloid) และไฮโปไซคลอยด์ (Hypocycloid) เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบเพื่อการสร้างภาพทางศิลปะ เช่น การสร้างสรรค์งานออกแบบหรือลวดลายที่มีลักษณะสมมาตรและซับซ้อนที่สามารถสร้างได้จากสมการทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อนำความรู้เรื่องเรขาคณิตของรูปทรงอีพิไซคลอยด์ไปเชื่อมโยงกับความความรู้ในสาขาวิชาฟิสิกส์และวิศวกรรมศาสตร์เครื่องกล เช่น การสร้างระบบเกียร์ และระบบฟันเฟือง

วิจารณ์วรรณกรรม

รูปเรขาคณิตที่ได้การลากจุดบนเส้นรอบวงของวงกลมที่เกิดจากการกลิ้งวงกลมไปตามระนาบ เรียกว่า ไซคลอยด์ (Cycloid) แต่เมื่อนำวงกลมขนาดเล็กมากลิ้งรอบวงกลมที่ใหญ่กว่าที่อยู่หนึ่ง จะได้รูปเรขาคณิตที่เรียกว่า อีพิไซคลอยด์ (Epicycloid) รูปแบบที่เกิดขึ้นจะคล้ายรูปดอกไม้ที่มีหลายกลีบโดยจำนวนกลีบของดอกไม้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของรัศมีวงกลมทั้งสองวง (Weisstein, 2002)

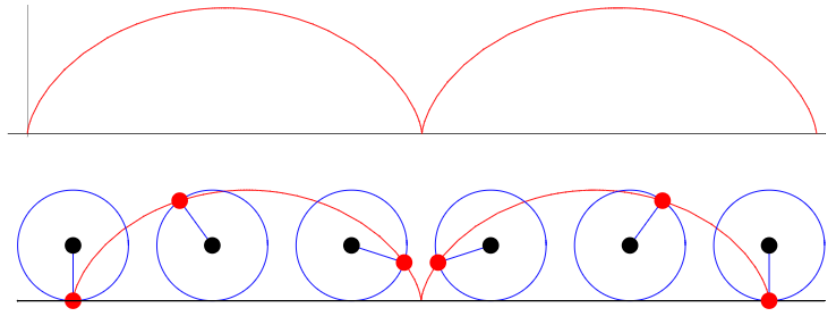
รูปทรงเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ทำให้นักคณิตศาสตร์สนใจศึกษามานานหลายศตวรรษ การทบทวนวรรณกรรมนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เห็นภาพรวมของผลงานที่สำคัญ คุณสมบัติทางคณิตศาสตร์ การนำไปใช้งานและความก้าวหน้าในการศึกษาอีพิไซคลอยด์ การศึกษาในด้านเรขาคณิตของเส้นโค้งอีพิไซคลอยด์เป็นที่สนใจต่อนักคณิตศาสตร์จำนวนมากในประวัติศาสตร์ ผลการศึกษาที่ยาวนานในประวัติศาสตร์เกี่ยวข้องกับรูปทรงเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ของนักคณิตศาสตร์ได้ให้ความกระจ่างในหลายประเด็น นักคณิตศาสตร์ผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษา ได้แก่

อาร์คิมิดีส (Archimedes) (ประมาณ 287-212 ปีก่อนคริสตกาล) อาร์คิมิดีสมีส่วนสำคัญในด้านเรขาคณิตซึ่งเป็นรากฐานสำหรับการศึกษา ผลงานของเขาเกี่ยวกับเส้นสัมผัสและพื้นที่ของเส้นโค้ง

อพอลโลเนียสแห่งเปอร์กา (Apollonius of Perga) (ประมาณ 262-190 ปีก่อนคริสตกาล) ได้ศึกษาคุณสมบัติของภาคตัดกรวยและรูปเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ ตำราภาคตัดกรวยของเขาอธิบายว่ารูปทรงเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์เป็นส่วนย่อย (sub class) ของไฮเปอร์ไซคลอยด์

ปีแอร์ เดอ แฟร์มาต์ (Pierre de Fermat) (ค.ศ.1607-ค.ศ.1665) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสที่มีส่วนสำคัญในการศึกษารูปเรขาคณิตอีพิไซคลอยด์ เขาศึกษารูปทรงนี้โดยด้วยการหมุนวงกลมที่มีรัศมีครึ่งหนึ่งของวงกลมฐาน โดยพบว่ามันมีลักษณะเหมือนกลีบดอกไม้สามดอก การศึกษาของนักคณิตศาสตร์ผู้นี้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตของเส้นโค้งนี้ทำให้เราเข้าใจคุณสมบัติของเส้นโค้งนี้มากขึ้น

โยฮันน์ เบร์นูลลี (Johann Bernoulli) (ค.ศ. 1667 – ค.ศ. 1748) นักคณิตศาสตร์ชาวสวิส ในศตวรรษที่ 17 เขาได้ศึกษาคุณสมบัติทางคณิตศาสตร์และเรขาคณิตของเส้นโค้งไซคลอยด์ซึ่งรูปเรขาคณิตได้จากการหมุนวงกลมไปบนระนาบ เขาได้อธิบายความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตนี้กับทฤษฎีแคลคูลัสของการแปรผัน (Calculus of variation) และศึกษาปัญหาบราคิสโตโครน (brachistochrone) ซึ่งเป็นการหาระยะทางที่สั้นที่สุดที่อนุภาคเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงและพบว่าคำตอบของปัญหาเป็นรูปไซคลอยด์ (Brachistochrone curve วิกิพีเดีย 2566)



ภาพที่ 2 แสดงรูปเรขาคณิตไซคลอยด์ที่เกิดจากการหมุนวงกลมบนระนาบ

ชาร์ลส์ จูเลียน ไบรอันซอน (Charles Julien Brianchon) (ค.ศ.1783–ค.ศ.1864) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสผู้นี้มีส่วนในการศึกษาอีพิไซคลอยด์ ในช่วงต้นศตวรรษที่ 19 โดยเขาได้ศึกษาการกำหนดความยาวของส่วนโค้งของอีพิไซคลอยด์และความสัมพันธ์กับเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมกลิ้งและรัศมีของวงกลมฐาน

โจเซฟ เกอร์กอน (Joseph Gergonne) (ค.ศ.1771-ค.ศ.1859) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสและผู้ก่อตั้งวารสารด้านคณิตศาสตร์ “Annales de mathématiques pures et appliquées” และได้ตีพิมพ์บทความเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ในช่วงต้นศตวรรษที่ 19 ผลงานของเขาเน้นไปที่ความโค้งของอีพิไซคลอยด์และความสัมพันธ์กับรัศมีของวงกลมกลิ้งและรัศมีของวงกลมฐาน (Annales de Gergonne วิกิพีเดีย 2566)

ชาร์ลส์-แองก์ ลาซองต์ (Charles-Angé Laisant) (ค.ศ.1841-ค.ศ.1920) นักคณิตศาสตร์และวิศวกรชาวฝรั่งเศสได้ขยายการศึกษาเกี่ยวกับเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 (Charles-Angé Laisant วิกิพีเดีย) เขาได้ศึกษาคุณสมบัติของอีพิไซคลอยด์และอีพิโทรคอยด์ (Epitrochoid) รวมถึงเส้นสัมผัส ความโค้ง และจำนวนจุดที่เส้นโค้งมาบรรจบหรือเส้นโค้งเว้า (cusps) ในรูปเรขาคณิตนี้ ผลงานการศึกษาที่กล่าวมาได้ช่วยเปิดเผยคุณสมบัติทางเรขาคณิต สมการพาราเมตริกและการประยุกต์ใช้งานและทำให้เราเข้าใจเส้นโค้งที่น่าสนใจและเพื่อให้เห็นภาพการนำไปประยุกต์ใช้งาน (Havil, 2019) และ (Hetherington & Greenwood, 2006)

การประยุกต์ใช้งานทางวิศวกรรม

ในทางทางวิศวกรรมเครื่องกล รูปทรงเรขาคณิตนี้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์เชิงกลอย่างเช่น อีพิไซคลอยด์ลิเกียร์ (Epicycloidal gear) หรือที่เรียกว่า เกียร์ไซคลอยด์ (Cycloidal gear) ซึ่งเป็นกลไกเกียร์ประเภทหนึ่งที่รูปร่างของฟันในเฟืองถูกออกแบบมาเพื่อให้มีการสัมผัสที่ลดการสึกหรอ นิยมนำมาใช้งานในนาฬิกาข้อมือและระบบส่งกำลังของรถยนต์ (Ambekar 2007) เส้นโค้งทางเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ยังถูกนำมาใช้งานในการออกแบบลูกเบี้ยวซึ่งเป็นอุปกรณ์เชิงกลที่แปลงการเคลื่อนที่แบบหมุนเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้นเพื่อการใช้งานเฉพาะทาง เช่น ในอุปกรณ์ที่ต้องการการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่หรือมีการเพิ่มและลดความเร็วได้

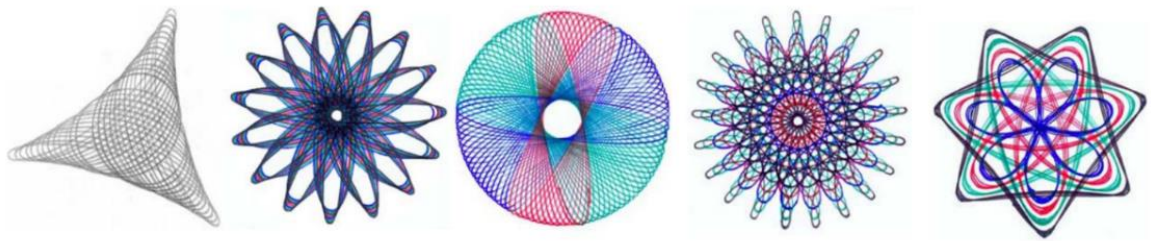
การประยุกต์ใช้งานด้านวิทยาการหุ่นยนต์

สำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านวิทยาการหุ่นยนต์จะต้องมีการออกแบบแขนกลที่ประกอบด้วยข้อต่อและส่วนที่ใช้หมุนไปมาได้เพื่อการใช้งานในการหยิบจับสิ่งของ การนำลักษณะการเคลื่อนที่แบบอีพิไซคลอยด์มาใช้งานในการออกแบบการเคลื่อนที่แบบหมุนสำหรับแขนกลของหุ่นยนต์จะช่วยทำให้การเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์

คล่องตัวและมีความแม่นยำในการหยิบและจับวางสิ่งของซึ่งเหมาะสำหรับใช้งานในกระบวนการประกอบชิ้นส่วน
อุปกรณ์ (Litvin & Fuentes, 2004)

การประยุกต์ใช้งานด้านจลนศาสตร์

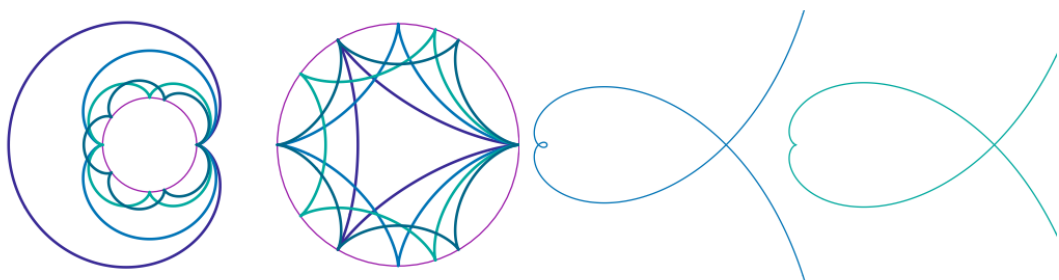
รูปเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ได้รับการศึกษาในสาขาจลนศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การ
เคลื่อนไหว การศึกษาให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนซึ่งสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพการออกแบบและการควบคุมกลไกและหุ่นยนต์ได้ นอกจากนี้รูปเรขาคณิตนี้ยังมีความสวยงาม
เนื่องจากมีลักษณะสมมาตรและเป็นเส้นโค้งที่สวยงามและมีการนำมาใช้ในงานศิลปะทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้
รูปทรงทางเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ยังมีอิทธิพลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรมและการสร้างสรรค์ทางศิลปะ
ศิลปะปับและนักคณิตศาสตร์สามารถสร้างสรรค์งานออกแบบโดยใช้รูปแบบที่สลับซับซ้อนของรูปทรงเรขาคณิตของ
อีพิไซคลอยด์ เช่น รูปสไปโรกราฟ (Spirograph) (Spirograph วิกิพีเดีย 2566)



ภาพที่ 3 ภาพสไปโรกราฟ (Spirograph) ภาพเหล่านี้ช่วยอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์และสร้างงานศิลปะที่
น่าสนใจ (ภาพจากวิกิพีเดีย)

นิยามทางคณิตศาสตร์ของรูปอีพิไซคลอยด์

การศึกษารูปทรงเรขาคณิตของเส้นโค้งมีการศึกษาเป็นอย่างมาก ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์และมีบทบาท
สำคัญในวิชาแคลคูลัส เรขาคณิตเชิงอนุพันธ์และเรขาคณิตเกี่ยวกับพีชคณิต ในวิชาฟิสิกส์เรขาคณิตของเส้นโค้งใช้
เพื่ออธิบายเส้นทางของอนุภาค รวมทั้งเส้นทางโคจรของวัตถุบนท้องฟ้าและพฤติกรรมของรังสีแสงในฟิสิกส์ทัศน
ศาสตร์และสาขาวิชาวิศวกรรมซึ่งมักใช้เรขาคณิตเส้นโค้งในการออกแบบรูปทรงเพื่อให้ได้ลักษณะที่เหมาะสมและ
มีประสิทธิภาพในด้านต่างๆ เช่น อากาศพลศาสตร์ การออกแบบยานยนต์และงานทางสถาปัตยกรรม นอกจากนี้
คอมพิวเตอร์กราฟิกส์และแอนิเมชันยังใช้เรขาคณิตเส้นโค้งเป็นอย่างมากเพื่อสร้างรูปทรงและภาพเคลื่อนไหว
เพื่อให้ดูสมจริงและดึงดูดสายตา



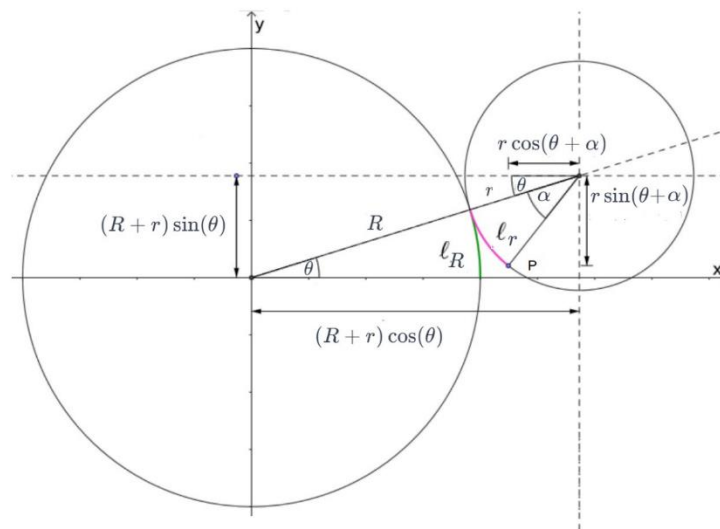
ภาพที่ 4 ภาพจากซ้ายไปขวา อีพิไซคลอยด์ (Epicycloid) ไฮโปไซคลอยด์ (Hypocycloid) พาราไซคลอยด์
(Paracycloid) และไฮเปอร์ไซคลอยด์ (Hypercycloid) (Havil 2019)

ขั้นตอนการศึกษา

นักดาราศาสตร์ในสมัยโบราณเชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาลโดยมีเทหวัตถุทุกฟารวมทั้งดาวเคราะห์โคจรรอบโลก แต่จากการสังเกตการณ์เคลื่อนที่ของดาวเคราะห์พบว่าวงโคจรไม่ได้เป็นวงกลมเสมอไปจึงได้มีการนำแนวคิดทางเรขาคณิตของรูปทางเดินของวงกลมที่เคลื่อนที่ไปรอบรอบวงกลมอีกวงหนึ่งหรือเอพิไซเคิล (Epicycle) มาใช้ในทางดาราศาสตร์ เพื่ออธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ถอยหลังของดาวเคราะห์โดยอธิบายวงโคจรของดาวเคราะห์เมื่อมีการเฝ้าสังเกตจากโลก โดยสามารถพิจารณาได้จากแนวคิดทางเรขาคณิตของรูปอีพิไซโคลอยด์ (Epicycloid) ซึ่งเป็นรูปทางเดินของจุดที่เกิดจากการหมุนวงกลมวงหนึ่งไปรอบๆ วงกลมอีกวงหนึ่งที่หยุดนิ่งและไม่เลื่อนไถลซึ่งจะเรียกว่าวงกลมฐาน รูปแบบดังกล่าวนี้มีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับขนาดสัมพัทธ์ของวงกลมที่หมุนรอบวงกลมฐานและอัตราส่วนของรัศมีของวงกลมทั้งสอง (Glaeser et al. 2016) และ (Berggren. 2016)

อัตราส่วนของรัศมีวงกลม

การศึกษาเรขาคณิตของอีพิไซโคลอยด์สามารถพิจารณาได้จากการหมุนวงกลมรอบวงกลมฐานที่อยู่นิ่งและพิจารณาอัตราส่วนของวงกลมทั้งสองว่ามีรูปร่างอย่างไร ถ้าอัตราส่วนรัศมีน้อยกว่า 1 แสดงว่าวงกลมที่กลิ้งจะมีขนาดเล็กกว่าวงกลมฐาน รูปทางเดินที่เกิดขึ้นจะเรียกว่า อีพิโทรคอยด์ (Epitrochoid) ซึ่งเป็นรูปเส้นโค้งเว้า (cusp) และถ้าอัตราส่วนรัศมีเท่ากับ 1 แสดงว่าวงกลมที่กลิ้งไปรอบ ๆ มีขนาดเท่ากับวงกลมฐานจะได้รูปที่เรียกว่า คาร์ดิออยด์ (Cardioid) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปหัวใจและถ้าอัตราส่วนรัศมีวงกลมมากกว่า 1 แสดงว่าวงกลมที่กลิ้งจะมีขนาดใหญ่กว่าวงกลมฐาน ในกรณีนี้รูปทางเดินของจุดที่เกิดขึ้นเรียกว่า ไฮโปไซโคลอยด์ (Hypocycloid) จะได้รูปเส้นโค้งที่ม้วนเข้าด้านใน (Epicycloid วิกิพีเดีย 2566)



ภาพที่ 5 การพิจารณาหาสมการพาราเมตริก (Parametric) สำหรับอีพิไซโคลอยด์ (Epicycloid) (ภาพจากวิกิพีเดีย)

สมการพาราเมตริก

เส้นโค้งพาราเมตริกคือการแสดงทางคณิตศาสตร์ของเส้นโค้งในระนาบหรือในปริภูมิ โดยระบุตำแหน่งของจุดบนเส้นโค้งด้วยตัวแปรหรือพารามิเตอร์ตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป แทนที่จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพิกัด (x, y, z) โดยตรง สมการพาราเมตริกจะอธิบายพิกัดในรูปฟังก์ชันของตัวแปรหรือพารามิเตอร์อิสระตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป สมการพาราเมตริกมีประโยชน์อย่างยิ่งในการอธิบายเส้นโค้งที่มีความซับซ้อน เช่น เส้นโค้งในพิกัดเชิงขั้ว (Polar

coordinate) และรูปร่างที่ซับซ้อนอื่นๆ ที่ไม่สามารถเขียนแสดงได้ง่ายในสมการเดียว เช่น สมการพาราเมตริกของวงกลม $x = r \cos(t)$ $y = r \sin(t)$ โดยที่ r เป็นรัศมีของวงกลม และ t มีค่าอยู่ในช่วง $[0, 2\pi]$

สมการพาราเมตริกของอีพิไซคลอยด์

การศึกษารูปแบบสามารถพิจารณาได้จากการเคลื่อนที่ของจุด (x, y) บนวงโคจรที่เป็นวงกลมที่สามารถเขียนได้ในรูปพิกัดเชิงขั้ว (Polar coordinate) ดังนี้ ถ้าวงกลมที่เล็กกว่ามีรัศมี r และวงกลมที่ใหญ่กว่ามีรัศมี R โดย $R = k \times r$ ซึ่งสามารถพิจารณาได้จาก ภาพที่ 5 ดังนั้นสมการพาราเมตริกสำหรับทางเดินของจุดคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}x(t) &= (R + r) \cos(t) - r \cos\left(\frac{R + r}{r} t\right) \\y(t) &= (R + r) \sin(t) - r \sin\left(\frac{R + r}{r} t\right)\end{aligned}\tag{1}$$

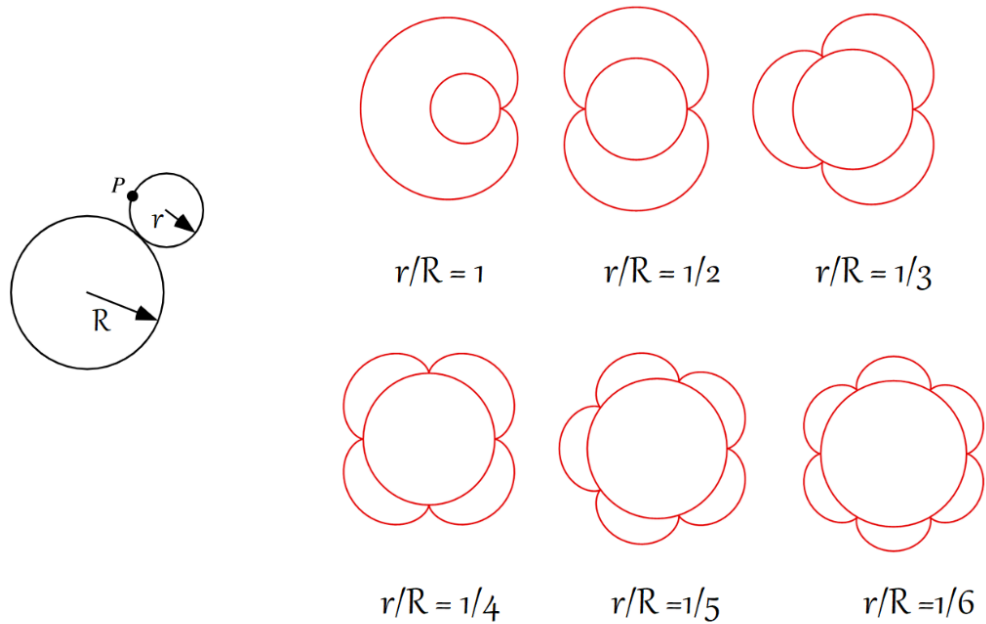
หรือ

$$\begin{aligned}x(t) &= r(k + 1) \cos(t) - r \cos((k + 1)t) \\y(t) &= r(k + 1) \sin(t) - r \sin((k + 1)t)\end{aligned}\tag{2}$$

ผลการวิจัย

จากสมการที่ได้จากการศึกษาในภาพที่ 5 สามารถนำมาพล็อตรูปเรขาคณิตของเอพิไซคลอยด์ได้ดังภาพที่ 6 ซึ่งได้จากสมการพาราเมตริกสมการที่ (1) เป็นผลมาจากการที่วัตถุเคลื่อนที่สัมพันธ์กันและรูปแบบที่สอดคล้องกันนี้สามารถสังเกตได้จากการโคจรที่สัมพันธ์กันของดาวเคราะห์ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการเคลื่อนที่ถอยหลังของดาวเคราะห์หรือช่วงที่เกิดเป็นเส้นโค้งที่มีลูบด้านในของรูปอีพิไซคลอยด์ รูปแบบดังกล่าวนี้ได้มีการนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาวงโคจรของดาวเคราะห์ ฟิสิกส์และวิศวกรรม

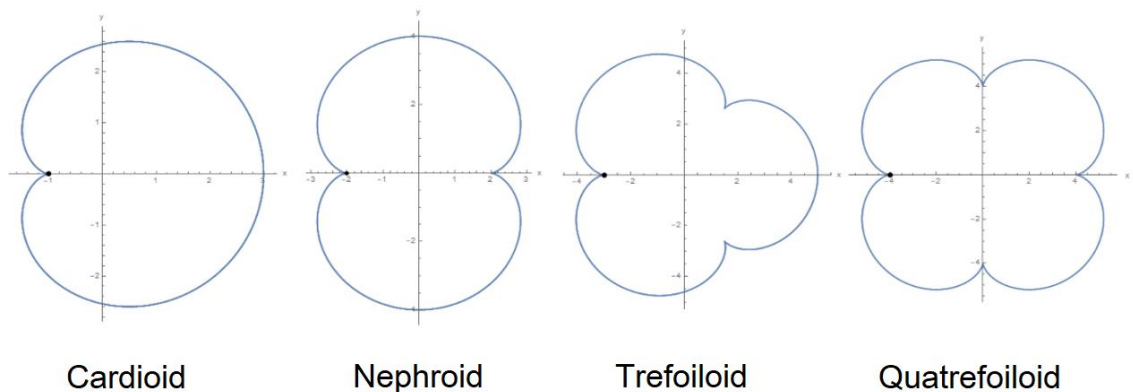
นอกจากนี้ความรู้ในเรื่องอัตราส่วนทางเรขาคณิตของรูปที่ได้ช่วยอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างงานศิลปะที่น่าสนใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิศวกรรมโดยรูปเรขาคณิตประเภทนี้สามารถพบได้ในการออกแบบเฟืองและระบบเกียร์และระบบกลไกประเภทต่าง ๆ ซึ่งอธิบายการเคลื่อนที่ของฟันเมื่อเฟืองตัวหนึ่งหมุนรอบอีกเฟืองหนึ่ง วิธีการยังสามารถนำไปศึกษารูปเรขาคณิตที่เกิดจากการหมุนในลักษณะอื่น ๆ ได้อีก เช่น รูปเรขาคณิตที่เกิดจากการหมุนวงกลมเล็กภายในวงกลมใหญ่ซึ่งจะได้เป็นรูปไฮโปไซคลอยด์ (Hypocycloid)



ภาพที่ 6 แสดงรูปอีพิไซคลอยด์ (Epicycloid) ที่เกิดขึ้นสำหรับอัตราส่วนรัศมีที่ต่างกัน

วิจารณ์ผล

การศึกษาสมการพาราเมตริก (Parametric equation) ที่ใช้ในการอธิบายรูปร่างคณิตของอีพิไซคลอยด์ โดยพิจารณาตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อัตราส่วนของรัศมีของวงกลมที่ใช้กลิ้งและวงกลมฐาน เช่น ถ้าอัตราส่วนของวงกลมทั้งสองมีค่าเท่ากันก็จะได้รูปเรขาคณิตรูปหัวใจที่เรียกว่า คาร์ดีอยด์ (Cardioid) และถ้าอัตราส่วนวงกลมวงเล็กเป็นครึ่งหนึ่งของวงกลมวงใหญ่รูปเรขาคณิตที่จะได้เป็นรูปเหมือนเม็ดถั่วหรือรูปไตซึ่งเรียกว่า เนฟรอยด์ (Nephroid) และรูปดอกไม้ตามลำดับ จากนั้นพิจารณารูปเรขาคณิตที่ได้จากการคำนวณอัตราส่วนของรัศมีของวงกลมที่ใช้กลิ้งและวงกลมฐาน



ภาพที่ 7 แสดงรูปอีพิไซคลอยด์ (Epicycloid) แบบต่าง ๆ

สรุปผล

การศึกษารูปเรขาคณิตที่เกิดจากการหมุนวงกลมสองวงรอบกันนั้นทำให้สามารถทราบคุณสมบัติทางคณิตศาสตร์ของรูปทรงที่เกิดขึ้น และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีและมุม รวมทั้งสมการที่แสดงรูปเรขาคณิตของอีพิไซคลอยด์ อีกทั้งยังสามารถจำแนกประเภทของรูปอีพิไซคลอยด์และรูปร่างที่เป็นไปได้จากอัตราส่วนของรัศมีของวงกลมที่ใช้กลิ้งและวงกลมฐานที่มีขนาดแตกต่างกันได้ ซึ่งสามารถนำความรู้ที่ได้นี้ไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ประเภทเกียร์และฟันเฟืองที่ใช้ในอุปกรณ์เชิงกล

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ คุณครู กิตติมนต์ ณะทอง ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

- Ambekar, A. G. (2007). *Mechanism and Machine Theory*. Prentice-Hall of India Pvt. Ltd.
- Berggren, J. L. (2016). *Episodes in the Mathematics of Medieval Islam*. Springer-Verlag New York.
- Glaeser, G., Stachel, H., & Odehnal, B. (2016). *The Universe of Conics: From the ancient Greeks to 21st century developments*. Springer Spektrum.
- Havil, J. (2019). *Curves for the Mathematically Curious*. Princeton University Press.
- Hetherington, N. S., & Greenwood. (2006). *Planetary Motions: A Historical Perspective (Greenwood Guides to Great Ideas in Science)*. Guides to Great Ideas in Science.
- Lai, T.-S. (2006). *Design and machining of the epicycloid planet gear of cycloid drives*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28(7-8).
- Litvin, F. L., & Fuentes, A. (2004). *Gear Geometry and Applied Theory (2nd ed.)*. Cambridge University Press.
- Weisstein, E. W. (2002). *CRC Concise Encyclopedia of Mathematics (2nd ed.)*. Chapman & Hall/CRC.
- Wikipedia contributors. (n.d.). Annales de Gergonne. In Wikipedia. Retrieved December 25, 2566, from https://en.wikipedia.org/wiki/Annales_de_Gergonne.
- Wikipedia contributors. (n.d.). Brachistochrone curve. In Wikipedia. Retrieved December 25, 2566, from https://en.wikipedia.org/wiki/Brachistochrone_curve.
- Wikipedia contributors. (n.d.). Epicycloid. In Wikipedia. Retrieved December 25, 2566, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Epicycloid>.
- Wikipedia contributors. (n.d.). Joseph Diez Gergonne. In Wikipedia. Retrieved December 25, 2566, from https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Diez_Gergonne.
- Wikipedia contributors. (n.d.). Charles-Ange Laisant. In Wikipedia. Retrieved December 25, 2566, from https://en.wikipedia.org/wiki/Charles-Ange_Laisant.
- Wikipedia contributors. (n.d.). Spirograph. In Wikipedia. Retrieved December 25, 2566, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Spirograph>.

ระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศอัจฉริยะ Smart Air Quality Monitoring System

มนตรี สุขชุม¹, ปวีตรี อัทบุตร¹, เชาวลิต มัณชิเมะบุระ¹, ผดุงเกียรติ สีสัน¹ และสุรดิษ คำยอด¹
Montri Sukchum¹, Pawitree Attiboot¹, Chaovalit Machimabura¹, Phadungkiat Seesan¹
and Suradid Komyod¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย

¹ Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Chiang Rai College

*Corresponding author E-mail: Soontrn191@gmail.com

บทคัดย่อ

จากการศึกษามลพิษทางอากาศพบว่า อุณหภูมิความร้อน ฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ถือเป็นมลพิษต่อสุขภาพมนุษย์ ซึ่งหากเราได้รับสิ่งเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายเป็นจำนวนมากจะทำให้เกิดอันตรายต่างๆ ตามมาในภายหลัง ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการติดตามรายงานสภาพอากาศ เพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างแพร่หลาย แต่อย่างไรก็ดีส่วนใหญ่จะมีราคาสูงหรือบางระบบไม่สามารถแสดงผลแบบทันทีทันใด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบเฝ้าระวังและติดตามคุณภาพอากาศด้วยเครือข่ายชุดตรวจรู้ไร้สายสำหรับใช้รายงานผลและ พัฒนาระบบแจ้งเตือนคุณภาพอากาศแบบทันทีทันใดด้วยชุดตรวจรู้ที่มีต้นทุนต่ำ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ซึ่งเป็นการพัฒนาต่อยอดที่จะสามารถช่วยลดต้นทุนได้ หลักการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1). ส่วนส่งข้อมูลจากชุดตรวจรู้ ส่วนรับข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล โดยชุดตรวจรู้จะทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนของเซิร์ฟเวอร์ที่เป็นส่วนรับ และจัดเก็บข้อมูลทันทีหลังจากที่มีการเรียกใช้งาน รวมถึงการพัฒนาเว็บไซต์แอปพลิเคชัน เป็นส่วนสำคัญในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นระบบรายงานผลแบบออนไลน์ เพื่อให้ผู้รับข้อมูลเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ทันสถานการณ์ และ เข้าใจง่าย 2). ระบบแสดงผลข้อมูลแบบทันทีทันใดบนสมาร์ตโฟนด้วย Blynk Application ที่สามารถแสดงผลแบบทันทีทันใดได้

คำสำคัญ : มลพิษทางอากาศ, ค่าอุณหภูมิ, ค่า PM 2.5, ค่าความชื้น

Abstract

From the study of air pollution, it was found that Temperature, Fine Particle (PM 2.5) Pollution, and Carbon Monoxide Gas. considered harmful to human health. If we intake these substances into our bodies in large quantities, various dangers can occur later. Currently, technology is being utilized to monitor weather conditions, aiming to mitigate widespread issues.

However, most of them tend to have high costs, and some systems may not provide real-time data. Therefore, the researchers have developed a monitoring and tracking system for air quality using a wireless sensor kit for reporting and developed a real-time air quality alert system with low-cost sensor kits that are efficient in operation. This is a continuous development aimed at reducing costs. The operating principles of the developed system can be divided into two main parts, namely: 1. Data transmission from the sensor kit, data reception, and data analysis. The sensor kit will transmit data to the server, which serves as the receiver and

immediately stores the data upon activation. Including the development of a website and application, which is crucial for presenting the system's online reporting data. To ensure that users can access and comprehend the information quickly and easily in real-time. 2. Real-time data visualization on smartphones using the blynk application , capable of displaying data instantly

Keywords : Air pollution, PM 0.1, PM 2.5, PM 10, humidity

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม ถือเป็นปัญหาสำคัญที่ทุกประเทศต้องเจอโดยเฉพาะในเรื่องของ สภาพอากาศที่ทุกวันนี้ปัญหาฝุ่นควันส่งผลต่อการใช้ชีวิตของคนเราเป็นอย่างมาก ซึ่งต้นเหตุของฝุ่นควันเราปฏิเสธไม่ได้เลยบางส่วนหนึ่งมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ควันรถ และการก่อสร้างเพราะฉะนั้นทางสมาคมสิ่งแวดล้อมจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญเรื่องนี้ โดยเฉพาะฝุ่น PM0.1, PM2.5 และPM10 คือฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือมีขนาดประมาณ 1 ใน 25 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์ ฝุ่นขนาดเล็กนี้ เกิดขึ้นจากกิจกรรมหลายชนิด เช่น เเผาไหม้ของเครื่องยนต์ การเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การบด การโม่ หรือการทำให้มีผงจากการก่อสร้างส่งผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไปสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นกลุ่มข้าพเจ้าจึงพัฒนาต่อยอดมาแนะนำให้คุณได้รู้จักกัน อย่าง เครื่องวัดฝุ่น PM0.1, PM2.5 และPM10 เครื่องวัดฝุ่นพกพา เครื่องวัดฝุ่นละอองในอากาศ เพื่อเป็นตัวช่วยให้คุณได้สำรวจสภาพอากาศ สามารถเตรียมพร้อมป้องกัน และเพื่อเป็นการรับมือกับมลพิษที่ทางโรงงาน ควันรถ ก่อสร้างที่ปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม

วัสดุและวิธีการ

1. ทฤษฎีอากาศ

1.1 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนหรือนิยมเรียกว่า PM 2.5

องค์การอนามัยโลก (WHO.) ตั้งค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง PM 2.5 ในอากาศ ว่าหากมีเกินกว่า 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ถือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ขณะที่ประเทศไทยกำหนดอันตรายของฝุ่น PM 2.5 อยู่ที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยกรมควบคุมมลพิษ ได้ปรับปรุงค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน หรือ PM 2.5 เรียบร้อยแล้ว โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้ประกาศค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองต่อ ไมโครกรัม ใหม่ เมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2565 ดังนี้

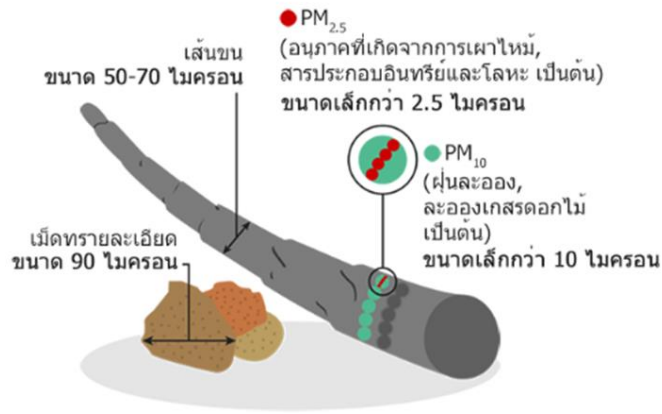
- ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ปรับลดจาก 50 เป็น 37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีผลตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2566

- ค่าเฉลี่ยรายปี ปรับลดจาก 25 เป็น 15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีผลตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2566

แต่ไม่ว่าจะถือมาตรฐานใด ค่าฝุ่นละออง PM 2.5 ในกรุงเทพฯ ทุกวันนี้ ถือว่าเข้มข้นวิกฤติด้วยปริมาณเกือบ 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยเฉพาะบริเวณริมถนนหรือบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นและรอบสถานที่ก่อสร้างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน

PM 2.5 เป็นฝุ่นที่เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรมสามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ

หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด



รูปที่ 1 ขนาด PM 2.5

ตารางที่ 1 ค่าเฝ้าระวังเตือนภัยผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

AQI	ความหมาย	สี	คำอธิบาย
0 – 25	คุณภาพอากาศดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26 – 50	คุณภาพอากาศดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51 – 100	ปานกลาง	เหลือง	ประชาชนทั่วไป : สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101 - 200	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ส้ม	ประชาชนทั่วไป : ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์
201 ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

1.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ คือ ปริมาณที่แปรผันโดยตรงกับพลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊ส การที่เราจะบอก
ว่าวัตถุใดร้อนมากหรือน้อยเราสามารถบอกได้ด้วยอุณหภูมิของวัตถุนั้น คือวัตถุที่มีระดับ ความร้อนมากจะมี
อุณหภูมิสูงวัตถุที่มีระดับความร้อนน้อยจะมีอุณหภูมิต่ำดังนั้นถ้าเราเอาวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมาสัมผัสวัตถุที่มี
อุณหภูมิต่ำ พลังงานความร้อนจะถูกถ่ายโอนจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ จนวัตถุทั้งสองมี
อุณหภูมิเท่ากัน

1.2.1 อากาศอุ่นขึ้นมากแค่ไหน

- อุณหภูมิโลกโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 1.1 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับช่วง
ก่อนยุคอุตสาหกรรม
- ภาวะโลกร้อนที่กำลังเร่งตัวขึ้น เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก
กิจกรรมของมนุษย์
- นักวิทยาศาสตร์กล่าวว่ามนุษย์ต้องจำกัดอุณหภูมิไว้ที่ 1.5 องศาเซลเซียส ซึ่ง
สูงกว่าระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบที่ร้ายแรงที่สุดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
แต่ภายใต้นโยบายปัจจุบันเราไม่ได้อยู่บนเส้นทางที่จะบรรลุเป้าหมายนั้น บางส่วนของสหรัฐอเมริกาและทั่วโลกมี
อุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงกว่าระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม 2 องศาเซลเซียสแล้ว

ตารางที่ 2 ผลกระทบต่อสุขภาพจากความร้อนประกอบด้วย 4 ระดับ ดังนี้

อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	ระดับความเสี่ยง
35.0 – 38.0	ระดับเฝ้าระวัง
38.1 – 40.0	ระดับเตือนภัย
40.1 – 43.0	ระดับอันตราย
เท่ากับหรือมากกว่า 43.1	ระดับอันตรายมาก

1.3 ความชื้นในอากาศ

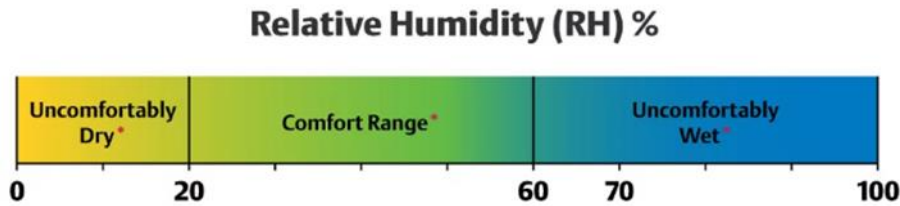
ความชื้นในอากาศ คือ ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งมีสัดส่วน
ที่แตกต่างกันไปในแต่ละท้องที่ ถ้าอากาศมีความชื้นต่ำ น้ำจะเกิดการระเหยได้มาก เสื้อผ้าที่ตากไว้จะแห้งเร็ว แต่
ถ้าอากาศมีความชื้นสูง น้ำจะระเหยได้น้อย เสื้อผ้าที่ตากไว้จะแห้งช้า ขณะที่น้ำเกิดการระเหยจะทำให้อุณหภูมิ
ของสิ่งแวดล้อมลดต่ำลง

เนื่องจากน้ำที่ระเหยจะดูดความร้อนจากสิ่งต่างๆไปใช้ในการระเหยนั่นเอง ซึ่งถ้าอากาศมีความชื้น
สัมพัทธ์ 100% ก็หมายความว่าอากาศในขณะนั้นชื้นมากจนไอน้ำในอากาศไม่สามารถเพิ่มปริมาณมากไปกว่านี้ได้
แล้ว ถ้ามากกว่านี้ไอน้ำจะเริ่มเกาะตัวเป็นหยดน้ำอย่างเมฆโดยปกติ ร่างกายของมนุษย์เรานั้นค่อนข้างไวต่อ
ความชื้นในอากาศ การขับเหงื่อเป็นกลไกที่ช่วยปรับอุณหภูมิร่างกาย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่าสูง
มากๆ เหงื่อจะไม่ระเหยออกสู่อากาศโดยรอบทำให้ร่างกายรู้สึกร้อนกว่าปกติ แต่ถ้าความชื้นในอากาศต่ำ เราจะ
รู้สึกสบายตัวมากขึ้นเพราะเหงื่อสามารถระเหยสู่อากาศได้ง่ายทำให้อุณหภูมิร่างกายลดลงได้

1.3.1 ระดับความชื้นในอากาศที่เหมาะสม

ระดับความชื้นที่เหมาะสมที่สุดจะขึ้นอยู่กับความรู้สึกสบายของแต่ละบุคคลซึ่งแตกต่างกัน แต่รักษาระดับที่แนะนำในช่วง 40% – 60 % RH เพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพและความเจ็บป่วย

- ช่วง : 30% – 60% %RH ทำให้รู้สึกสบาย
- ช่วงแนะนำ: 40% – 60% %RH
- ช่วงสูง : 55% – 80% %RH เกิดเชื้อราได้ง่าย



รูปที่ 2 ระดับความชื้นในอากาศที่เหมาะสม

2. Blynk

Application สำเร็จรูปสำหรับงาน IoT มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรแกรมที่ง่าย ไม่ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้จริง Real time สามารถเชื่อมต่อ Device ต่างๆเข้ากับ Internet ได้ง่าย ง่ายตาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino, Esp8266, Esp32, Nedelcu, และ Raspberry pi นำมาแสดงบน Application ได้ง่ายตาย แล้วที่สำคัญ Application Blynk ยังฟรี และรองรับในระบบ iOS และ Android อีกด้วย



รูปที่ 3 ตัวอย่าง App Blynk

ในยุคสมัยก่อน การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ 2 ชิ้นเข้าด้วยกันมักจะใช้งานในลักษณะของ Server Client ทำให้เกิดข้อจำกัดต่างๆมากมาย ตัวอย่างเช่นเราต้องการดูค่าฝุ่น ผ่านหน้าเว็บเราก็จะให้ Arduino เป็น Server และเครื่องคอมพิวเตอร์ Client เป็นเครื่องลูก ข้อจำกัดที่เกิดขึ้นคือทรัพยากร เช่น CPU, RAM, ROM. เป็นต้น ของเราอาจจะไม่พอมักจะเจอปัญหาบ่อยๆ ก็มีทำให้การเขียนโปรแกรมเป็นไปได้ยากต้องประหยัดทรัพยากรให้ได้มากที่สุดเพื่อจะให้อุปกรณ์ทำงานได้ และการเชื่อมต่อ Network เป็นไปได้ยากส่วนใหญ่จะใช้ในวง Lan หรือถ้าต้องการ ควบคุมผ่าน Wan จะต้อง Forward Set ระบบ Network

- ชุดของแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนที่ทำให้การสร้างงาน IoT ทำได้ง่ายอย่าง มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่อยู่ไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้สมาร์ตโฟนเป็นอุปกรณ์หลักในการติดต่อกับผู้ใช้งานและ

อุปกรณ์ควบคุมปลายทางผู้พัฒนา IoT ไม่ต้องจัดเตรียมสิ่งใดเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์หน้าเว็บแสดงผล และควบคุม รวมถึงซอฟต์แวร์เพื่อการเชื่อมต่อใดๆ Blynk เป็นผลงานของกลุ่มคนรุ่นใหม่ที่เสนอโครงการเข้าใน Kickstarter โดยผู้ก่อตั้งคือ Mr. Pavel Baiborodin Blynk ได้เปิดตัวใช้งานตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2015 ที่ผ่านมา Blynk ช่วยให้การพัฒนางาน IoT ง่ายโดยผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์มากมาย ตัวแอปพลิเคชันใช้งานกับฮาร์ดแวร์ที่เป็นที่นิยม ทั้งบอร์ด Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, และ Particle Core เป็นต้น จุดแข็งของ Blynk คือ การจัดเตรียมระบบคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ที่เสถียรมากให้กับผู้ใช้งาน นอกเหนือจากนั้น Blynk อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถสร้างเซิร์ฟเวอร์ Blynk ขึ้นเองบนเครื่องคอมพิวเตอร์หรือบอร์ด Raspberry Pi ทำให้สามารถเก็บทุกสิ่งที่พัฒนาไว้กับเครื่องของตนเองได้อีกด้วย

- ช่วยลดภาระด้านความปลอดภัยของข้อมูล NETPIE ถูกออกแบบให้มีระดับและสิทธิในการเข้าถึงในระดับ Fine Grain กล่าวคือผู้ใช้สามารถออกแบบได้เองทั้งหมดว่าสิ่งใดมีสิทธิ์คุยกับสิ่งใด สิ่งใดมีสิทธิ์หรือไม่ เพียงใดในการอ่านหรือเขียนข้อมูล และสิทธิเหล่านี้จะมีอายุการใช้งานนานเท่าใด หรือจะถูกเพิกถอนภายใต้เงื่อนไขใด เป็นต้น

- ยืดหยุ่นต่อการขยายระบบ NETPIE มีสถาปัตยกรรมเป็นคลาวด์เซิร์ฟเวอร์อย่างแท้จริงในทุกองค์ประกอบของระบบ ทำให้เกิดความยืดหยุ่น และคล่องตัวสูงในการขยายตัว นอกจากนี้โมดูลต่างๆ ยังถูกออกแบบให้ทำงานแยกจากกัน เพื่อให้เกิดสถานะ Loose Coupling และสื่อสารกันด้วยวิธี Asynchronous Messaging ช่วยให้แพลตฟอร์ม มีความน่าเชื่อถือได้สูง นำไปใช้ซ้ำและพัฒนาต่อได้ง่าย ดังนั้นผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องกังวลกับการขยายตัว เพื่อรับโหลดที่เพิ่มขึ้นในระบบอีกต่อไป

3. โปรแกรม Arduino IDE

โปรแกรม Arduino IDE เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมและสามารถทำการแปลงไฟล์ดังกล่าวเพื่อนำไปอัปโหลดลงยังบอร์ด Arduino โดยเราสามารถที่จะเลือกใช้โปรแกรมแบบ online IDE หรือ desktop IDE ก็ได้

3.1 โปรแกรมแบบ online IDE (Arduino Web Editor) จะเป็นการเขียนโปรแกรมผ่านเว็บไซต์ โดยข้อมูลต่างๆ ที่เราทำการเขียนขึ้นมา จะถูกนำไปเก็บไว้บน Cloud ซึ่งทำให้สะดวกในการใช้งานที่ไหนก็ได้ นอกจากนี้เรายังไม่จำเป็นต้องอัปเดตโปรแกรมหรือไลบรารี

3.2 โปรแกรมแบบ desktop IDE เป็นโปรแกรมแบบ offline นั่นคือ เราจะต้องทำการดาวน์โหลดโปรแกรมที่ <https://www.arduino.cc/en/software> ซึ่งจะมีให้เลือกตามการใช้งาน OS ของเรา ในที่นี้เราจะทำการดาวน์โหลดที่ Windows Win 7 and newer จากนั้นทำการ Install ไฟล์ EXE. ที่เราดาวน์โหลดมา



รูปที่ 4 Download บนเว็บไซต์



รูปที่ 5 โปรแกรมติดตั้ง Arduino IDE

4. บอร์ด ESP32 Board ESP32

ESP32 เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ Wi-ti และ Bluetooth 4.2 BLE ในตัว โดยตัวไอซี ESP32 มีละเอียด ดังนี้

4.1 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการใช้งาน

- ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Ten silica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240 เมกะเฮิร์ตซ์

- มีแรมในตัว 512 ไบต์

- รองรับการเชื่อมต่อรวมภายนอกสูงสุด 16 กิโลไบต์

- มาพร้อมกับ Wi-ti มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด StationsoftAP และ Wi-ti direct

- มีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE

- ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6 โวลต์ ถึง 3 โวลต์

- ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ถึง 125 องศาเซลเซียส

4.2 นอกจากนี้ ESP32 ยังมีเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาในตัวด้วย

- วงจรกรองสัญญาณรบกวนในวงจรขยายสัญญาณ

- เซ็นเซอร์แม่เหล็ก

- เซ็นเซอร์สัมผัส (Capacitive touch) รองรับ 10 ช่อง

- รองรับการเชื่อมต่อคิสตอล 32.768 เมกะเฮิร์ตซ์

- ขาใช้งานต่าง ๆ ของ ESP32 รองรับการเชื่อมต่อบัสด่าง ๆ

4.3 มี GPIO จำนวน 32 ช่อง

- รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง

- รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง

- รองรับ I2C จำนวน 2 ช่อง

- รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง

- รองรับ DAC จำนวน 2 ช่อง

- รองรับ I2S จำนวน 2 ช่อง

- รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง

- รองรับการเชื่อมต่อกับ SD – Card

4.4 นอกจากนี้ ESP32 ยังรองรับฟังก์ชันเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ

- รองรับการเข้ารหัส Wi-fi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise
- มีวงจรถ่ายทอด AES / SHA2 / Elliptical Curve Cryptography / RSA - 4096 ในตัว

ในด้านประสิทธิภาพการใช้งาน

- รับ – ส่ง ข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150 เมกะบิต เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT40 ได้ความเร็วสูงสุด 72 เมกะบิต เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54 เมกะบิต เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11 เมกะบิต เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b

- เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ – ส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 135 เมกะบิต

- ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 3.3 – 51 โวลต์แอมป์



รูปที่ 6 บอร์ด ESP32

5. ชุดตรวจวัดฝุ่น PMS7003 Dust Sensor PMS7003

PMS7003 คือเซ็นเซอร์ตรวจจับฝุ่นละอองในอากาศ ตัวโมดูลมีขนาดเล็กบาง ใช้งานง่าย สามารถใช้ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ มีการสื่อสารแบบ UART เซ็นเซอร์ตัวนี้สามารถตรวจจับอนุภาคได้ตั้งแต่ 0 ถึง 500 มิลลิกรัมโดยขนาดอนุภาคที่ตรวจจับได้คือ PM10, PM2.5 และ PM10 ขนาดอนุภาคที่เล็กที่สุดที่ตรวจจับได้คือ 0.3 มิลลิกรัม ตัวเซ็นเซอร์จะใช้แสงเลเซอร์ในการตรวจวัดฝุ่นในอากาศทำให้มีความแม่นยำสูง ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ โดยจะมี เอาท์พุท Output ออกมาเป็น UART TX/RX ที่แรงดัน 3.3 โวลต์ เซ็นเซอร์ตรวจจับฝุ่นละออง และ PM2.5 รุ่น PMS7003 พร้อมบอร์ดอะแดปเตอร์ PMS7003 เป็นเซ็นเซอร์วัดความเข้มข้นของอนุภาคแบบดิจิตอลโดยใช้หลักการการกระเจิงด้วยเลเซอร์ สามารถรวบรวมและคำนวณจำนวนอนุภาคฝุ่นละอองได้ต่อเนื่องในปริมาตรอากาศที่แตกต่างกันต่อหน่วยปริมาตร นั่นคือการกระจายความเข้มข้นของอนุภาคแล้วแปลงเป็นความเข้มข้นของมวลหลักการการทำงานของเซ็นเซอร์ ใช้หลักการของการกระเจิงของเลเซอร์หมายความว่าแสงเลเซอร์จะถูกยิงไปบนอนุภาคของฝุ่นละอองในอากาศและเกิดการกระเจิงผลลัพธ์หรือเอาต์พุตที่ได้คือมวลต่อหน่วยปริมาตรของอนุภาคและจำนวนของอนุภาค เอาต์พุตแบ่งออกเป็นเอาต์พุตแบบแอมป์ และเอาต์พุตแบบพาสซีฟหลังจากจ่ายไฟเข้าแล้ว เซ็นเซอร์จะใช้โฮสต์เพื่อส่งข้อมูลการทำงานในช่วงเวลา 200 – 800Ms ยิ่งความเข้มข้นของอนุภาคในอากาศสูงขึ้นเท่าใดช่วงเวลาจะยิ่งสั้นลงเอาต์พุตที่แอมป์แบ่งออกเป็นสองโหมดคือ Smooth และ Fast เมื่อความเข้มข้นของอนุภาคในอากาศมีขนาดเล็ก เซ็นเซอร์จะเป็นโหมด Smooth ข้อมูลจะถูกส่งออกสามครั้งทุก 2 วินาที โดยประมาณ



รูปที่ 7 เซ็นเซอร์ฝุ่น PMS7003

6. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT22

DHT22 / AM2302 โมดูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในตัวเดียว มีความแม่นยำสูง ความละเอียดในการวัดอุณหภูมิ 0.1 องศาเซลเซียส ความละเอียดในการวัดค่าความชื้น 1% RH สื่อสารผ่านบัส 1-wire ใช้สายสัญญาณเพียง 1 เส้น มีตัวต้านทาน Pull up มาแล้วสามารถต่อขาใช้ได้เลย สามารถใช้งานร่วมกับ Arduino ได้ง่าย มีไลบรารีพร้อมใช้งาน DHT22 ออกแบบมาให้วัดได้แม่นยำกว่ารุ่น DHT11 ใช้งานสามารถนำ DHT22 มาเปลี่ยนแทน DHT11 ได้เลยเพราะโค้ดเขียนเหมือนกัน

คุณสมบัติหลักของ DHT22 ดังนี้

- เซ็นเซอร์ DHT22 ใช้ไฟเลี้ยง 3 - 5.5 โวลต์
- วัดอุณหภูมิได้ระหว่าง -40 ถึง 80 องศาเซลเซียส
- วัดความชื้นในอากาศได้ระหว่าง 20 - 90 %
- เวลาที่ใช้ในการวัดค่า 2 วินาที
- ใช้กระแสสูงสุด 1.5 Ma
- วัดค่าความชื้นได้ตั้งแต่ 0 - 100%
- ค่าความผิดพลาดในการวัดความชื้น 2%
- ตัวโมดูลต่อตัวต้านทาน Pull - up ค่า 47k



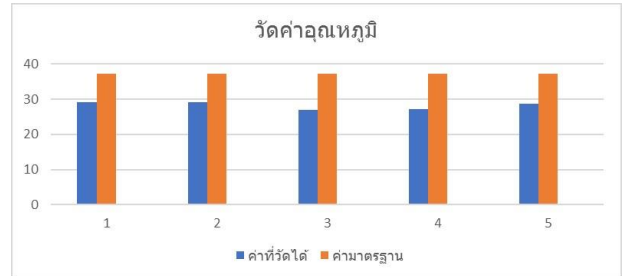
รูปที่ 8 เซ็นเซอร์ DHT22

ผลการวิจัย

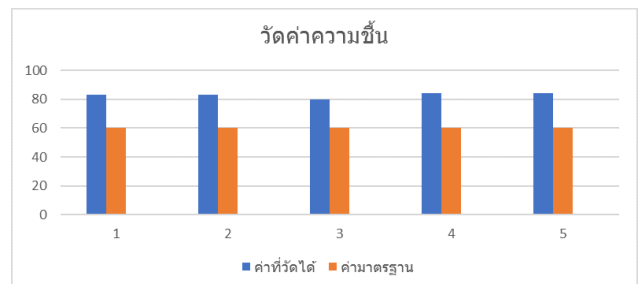
ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการทดลองได้ดังนี้ โดยการทดสอบชุดคำสั่งควบคุมวงจร บอร์ด ESP32 ทำงานของระบบ Arduino ทดสอบระบบตรวจวัดของเซ็นเซอร์ ทดสอบระบบหน้าจอในการแสดงผลค่าของพารามิเตอร์ตรงตามที่เซ็นเซอร์วัดได้อย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพ การทดสอบตรวจวัดคุณภาพอากาศ มีดังนี้ วัดค่าอุณหภูมิ, วัดค่าความชื้น, และวัดค่า PM 2.5 จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละจำนวน 5 รอบ ค่าพารามิเตอร์ที่วัดค่าอากาศแต่ละครั้งได้แก่ ค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้น, และค่า PM 2.5 โดยในการตรวจวัดคุณภาพอากาศในแต่ละครั้งจะมีเครื่องมือวัด

คุณภาพอากาศที่ขายตามท้องตลาด ที่มีมาตรฐานและได้รับการรับรอง เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแม่นยำในการตรวจวัดของเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพอากาศอัจฉริยะ

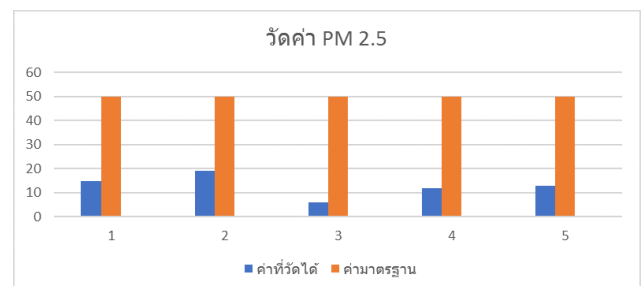
พารามิเตอร์	ครั้งที่	ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน	Error
อุณหภูมิ (°C)	1	29.2	37.2	21.5%
	2	29.1	37.2	21.7%
	3	26.9	37.2	27.6%
	4	27.2	37.2	26.8%
	5	28.7	37.2	22.8%
ความชื้น	1	83.3	60.0	-38.8%
	2	83.0	60.0	-38.3%
	3	80.0	60.0	-33.3%
	4	84.4	60.0	-40.6%
	5	84.2	60.0	-40.3%
PM 2.5	1	15	50	70%
	2	19	50	62%
	3	6	50	88%
	4	12	50	76%
	5	13	50	74%



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิของพารามิเตอร์ที่วัดค่าอากาศได้รอบที่ 1



รูปที่ 11 กราฟแสดงค่าความชื้นของพารามิเตอร์ที่วัดค่าอากาศได้รอบที่ 1



รูปที่ 12 กราฟแสดงค่า PM 2.5 ของพารามิเตอร์ที่วัดค่าอากาศได้รอบที่ 1

วิจารณ์ผล

ทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าอากาศ โดยวัด จำนวน 5 ครั้ง 3 ค่าพารามิเตอร์ที่วัด ได้แก่ ค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้น, และค่า PM 2.5 โดยมีเครื่องมือวัดมาตรฐานเป็นตัวเปรียบเทียบความแม่นยำในการวัด พบว่า

- วัดค่าอุณหภูมิ 5 ครั้ง มีทั้ง 5 ครั้งที่มีค่าปกติไม่เกินค่ามาตรฐาน คิดเป็นค่าที่เปรียบเทียบกับค่าไม่เกินค่ามาตรฐานต่างกันเป็น 21.5%, 21.7%, 27.6%, 26.8%, และ 22.8%

- วัดค่าความชื้น 5 ครั้ง มีทั้ง 5 ครั้ง ที่มีค่าเกินค่ามาตรฐาน คิดเป็นค่า Error -38.8%, -38.3%, -33.3%, -40.6%, และ -40.3%

- วัดค่า PM 2.5 5 ครั้ง มีทั้ง 5 ครั้งที่มีค่าปกติไม่เกินค่ามาตรฐานคิดเป็นค่าที่เปรียบเทียบกับค่าไม่เกินค่ามาตรฐานต่างกันเป็น 70%, 62%, 88%, 76%, และ 74%

สรุปผล

จากการทดลองวัดความแม่นยำของเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพอากาศอัจฉริยะพบว่าการวัดค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้น, ค่า PM 2.5 มีบางครั้งที่ค่าพารามิเตอร์เกิดการ Error ขึ้น สัญญาณ wifi บางครั้งไม่เสถียร ซึ่งค่าที่ตรวจสอบการวัดที่วัดได้ อุณหภูมิ, มี Error จะค่ามาตรฐานสูงสุดไม่เกิน 1.07% ไมโครกรัม โดยที่ค่าความชื้น มีค่า Error สูงสุดไม่เกินอยู่ที่ 0.33% RH และค่า PM 2.5 โดยมีค่า Error สูงสุดไม่เกินที่ 0.6% ค่า Error ที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการทำความสะอาดเซ็นเซอร์ก่อนทำการตรวจสอบ

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ บิดา มารดา เพื่อน พี่น้อง ที่ให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือ ทั้งด้านวิชาการ ด้านการดำเนินงานวิจัยตลอดจนด้านอื่นๆ

อาจารย์ ปวีตรี อัครบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณามอบหมายงานวิจัยอันเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ได้อุทิศความรู้ ความสามารถ ให้คำแนะนำ ให้การช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย

อาจารย์ มนตรี สุขชุม อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณามอบหมายงานวิจัยอันเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ได้อุทิศความรู้ ความสามารถ ให้คำแนะนำ ให้การช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย

เพื่อน พี่ น้อง สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ให้คำแนะนำ ให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดเวลาที่ผู้วิจัยศึกษาที่วิทยาลัยเชียงรายแห่งนี้

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณ ทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบตรวจรู้ตรวจวัด คุณภาพอากาศ สำหรับการประเมินและตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยเชียงราย และผู้ที่มี ความสนใจไม่มากนัก

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่อบรม เลี้ยงดู ส่งเสริม สนับสนุน และให้กำลังใจอย่างดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

- [1] คุณภาพอากาศ - วิกีพีเดีย (wikipedia.org) (วันที่สืบค้นข้อมูล 16 ตุลาคม 2565)
- [2] อุณหภูมิ - วิกีพีเดีย (wikipedia.org) (วันที่สืบค้นข้อมูล 19 ตุลาคม 2565)
- [3] ความชื้น - วิกีพีเดีย (wikipedia.org) (วันที่สืบค้นข้อมูล 30 ตุลาคม 2565)
- [4] การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพจากคุณภาพอากาศ ในครัวเรือนในพื้นที่เขตเมืองและ

- เขตชนบทกรณีศึกษา (<https://hia.anamai.moph.go.th>) (วันที่สืบค้นข้อมูล 3 มกราคม 2566)
- [5] พันศักดิ์ ธีรมงคล, สุภาพ จันทร์หงษ์, นิตยา ไชยสะอาด “การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ”, วารสาร สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง ปีที่ 21 ฉบับที่ 12 ฉบับพิเศษ 2563, หน้า 3 - 23
- [6] วรณัฐ ตีละมัน, กัลทิมา เซาร์ชาญชัยกุล, ปิยะพงษ์ ปานแก้ว, การประเมินค่าการปนเปื้อนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร, วันที่ 17 - 20 กันยายน 2558 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ
- [7] สายชล สุขโนนจารย์, การพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศสำหรับการประเมินและตรวจสอบคุณภาพอากาศภายใน มหาวิทยาลัยนเรศวรด้วยเทคนิค IoT และ GIS, วันที่ 13 - 15 พฤศจิกายน 2563

ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางกลในกระบวนการเชื่อมโลหะแก๊สคลุมด้วยวิธี (GMAW)
A study of factors that affect to mechanical properties
in the gas welding process covered by GMAW method.

กฤติกา ขาวนุ่น^{1*} และสิทธิชัย แก้วเกื้อกูล¹

Krittika Khawnun^{1*} and Sittichai Kaewkuekool¹

¹มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

¹ King Mongkut's University of Technology Thonburi 126 Pracha Uthit Rd., Bang Mod, Thung Khru, Bangkok 10140,
Thailand

*Corresponding author E-mail: Krittika3211@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกลของแนวเชื่อมและบริเวณกระทบบร้อนของเหล็กกล้า ASTM A36 ในกระบวนการเชื่อมโลหะแก๊สคลุมด้วยวิธี GMAW โดยการเปลี่ยนแปลงตัวแปรการเชื่อม เช่น กระแสไฟเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม และแรงดันอาร์ก เชื่อมต่อจนทำราบโดยไม่บากหน้างาน รอยต่อเชื่อมถูกนำไปเตรียมชิ้นงานทดสอบเพื่อทดสอบหาความแข็งแรงของแนวเชื่อมด้วยมาตรฐาน ASTM E8 และโครงสร้างจุลภาค

ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้ ตัวแปรที่เหมาะสมที่ให้ค่าแรงดึงสูงสุด 416 MPa คือ ความเร็วในการเชื่อม 400 มิลลิเมตร/นาที กระแสที่ใช้ในการเชื่อม 110 แอมแปร์ และแรงดันอาร์ก 18 โวลต์ การตรวจสอบโครงสร้างมหภาคลักษณะการหลอมละลายและการซึมลึกดี และการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของแนวเชื่อมบริเวณกระทบบร้อนพบว่า มีโครงสร้างจุลภาคเพิร์ลไลต์ละเอียดมีการกระจายตัวกันอย่างหนาแน่น รวมถึงการเกิดเพิร์ลไลต์ในลักษณะกลม เนื่องจากสภาวะการเชื่อมที่เหมาะสมปริมาณความร้อนเข้าสู่ชิ้นงานที่เพียงพอทำให้มีอัตราการเย็นตัวสูงส่งผลให้เพิร์ลไลต์บางส่วนรวมตัวกันในลักษณะกลม ส่งผลทำให้วัสดุมีสมบัติทางกลที่ดี

คำสำคัญ กระบวนการเชื่อม GMAW, การทดสอบแรงดึง, ASTM A36

Abstract

A resource for studying the mechanical properties of welds and hot system components in an ASTM A36 operating system. General welding machines for GMAW systems by operating system such as welding current. Frequency Driver and Arc Welding Continuously connect to the flat port without having to cut the work site. Weld joints were made to prepare test specimens to test for weld alignment with ASTM E8 standards and equilibrium structures.

The results of the experiment are summarized as follows. The appropriate variable that gives the maximum tensile strength of 416 MPa is the welding wire feeding speed of 400 mm/min. The welding current is 110 amperes and the arc voltage is 18 volts. Inspection of the macrostructure has good melting and penetration characteristics. And examination of the microstructure of the weld line in the hot impact area found that It has a fine pearlite microstructure that is densely distributed. Including the formation of pearlite in a round shape.

Due to suitable welding conditions, sufficient amount of heat enters the workpiece, resulting in a high cooling rate, resulting in some pearlite coalescing in a spherical shape. As a result, the material has good mechanical properties.

Keywords : GMAW welding process, Tensile test, ASTM A36

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านการเชื่อมเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิต ด้านการประกอบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ในงานอุตสาหกรรม โดยต้องใช้ความรู้ ทักษะการปฏิบัติและความชำนาญให้การปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก ในกรรมวิธีการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุม (Gas Metal Arc Welding: GMAW) เป็นเทคโนโลยีการเชื่อมชนิดใหม่ที่ถูกนำมาใช้แทนกรรมวิธีการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เนื่องจากสามารถทำการเชื่อมได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ประหยัดเวลาในการทำความสะดวก เนื่องจากไม่มีสแลกปกคลุมแนวเชื่อม อีกทั้งการเลือกปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ชิ้นงาน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อโครงสร้างและสมบัติทางกลของรอยเชื่อม และให้ค่าแรงดึงที่เหมาะสม ได้แก่ กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม และแรงดันอาร์ก

ด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางกลในกระบวนการเชื่อมโลหะแก๊สคลุมด้วยวิธี GMAW สำหรับเหล็ก ASTM A36 และศึกษาผลกระทบทางโครงสร้างโลหะวิทยาของกระบวนการเชื่อมต่อสมบัติทางกล เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประยุกต์ใช้ในอนาคต

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในงานวิจัยเป็นเหล็กกล้า ASTM A36 ความหนา 3 มิลลิเมตร ความกว้าง 62.5 มิลลิเมตร ยาว 105 มิลลิเมตร จำนวน 54 ชิ้น

2. การออกแบบการทดลอง

แบ่งระดับของปัจจัยเป็น 3 ระดับ จำนวนชิ้นงานที่ได้ทำการทดลองทั้งหมด 27 ชิ้นงาน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การออกแบบการทดลอง

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย			หน่วย
ความเร็วในการเชื่อม(Travel Speeds)	300	400	500	มิลลิเมตร/นาที
กระแสที่ใช้ในการเชื่อม (Welding Current)	90	110	130	แอมแปร์
แรงดันอาร์ก (Arc Voltage)	16	18	20	โวลต์

3. ขั้นตอนการเชื่อม

การวิจัยใช้กระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุม (GMAW) นำชิ้นงานมาดำเนินการดังนี้ นำชิ้นงานที่ตัดเตรียมไว้จับด้วยอุปกรณ์จับยึดให้แน่นในตำแหน่งท่าราบ ปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องเชื่อม ตามตัวแปรการเชื่อมตามตารางที่ 2

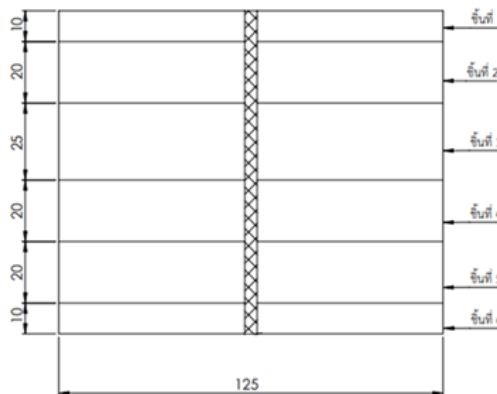
ตารางที่ 2 การปรับค่าตัวแปรการเชื่อม

ตัวแปรการเชื่อมและตัวแปรช่วงกระแสต่างๆ	ค่าตัวแปรคงที่
วัสดุงาน (Material)	ASTM A36 หนา 3 มิลลิเมตร
วัสดุลวดเชื่อม (Filler Wire)	AWS A5.18 ER 70S-6 ขนาด 0.9 มิลลิเมตร
แก๊สปกคลุม/อัตราการไหล (Shield Gas)/(Gas Flow)	100% CO ₂ 9 ลิตร/นาที
ลักษณะของรอยต่อ (Join Design)	รอยต่อชน
มุมของปิ่นเชื่อม (Work Angle)	90 องศา
ความเร็วในการเชื่อม(Travel Speeds)	300, 400, 500 มิลลิเมตร/นาที
กระแสที่ใช้ในการเชื่อม (Welding Current)	90, 110, 130 แอมแปร์
แรงดันอาร์ก (Arc Voltage)	16, 18, 20 โวลต์

เมื่อตั้งค่าพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้ว ทำการเชื่อมเดินแนวจากจุดเริ่มต้นของแผ่นงานไปจนสุดชิ้นงานทดสอบ เมื่อเชื่อมเสร็จปล่อยให้ชิ้นงานให้เย็นตัวจากอากาศก่อนนำชิ้นงานออกจากอุปกรณ์จับยึด ทำการเชื่อมทุกตัวแปรจนครบตามกำหนด โดยในการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต้องมีการปรับค่าพารามิเตอร์ตามตัวแปรนั้นๆ

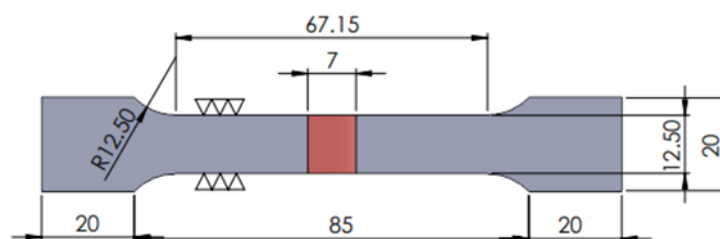
4. ขั้นตอนการทดสอบแรงดึง

นำชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมและเย็นตัวเรียบร้อยแล้วมาทำการตัดให้ได้ขนาดตามมาตรฐานการทดสอบแรงดึง ASTM E8 แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะการตัดชิ้นงานสำหรับการทดสอบ

ได้ชิ้นงานจำนวน 6 ชิ้น ชั้นที่ 1 และชั้นที่ 6 เป็นเศษที่เหลือจากการตัดให้ทิ้งไป และชั้นที่ 2, 4 และ 5 นำไปรวมก่อนการสุ่มเลือกมาทดสอบแรงดึง โดยการนำชิ้นงานมาผ่านกระบวนการโดยเครื่องจักรช่วยในการทำชิ้นงานทดสอบแรงดึงมาตรฐานตามขนาดที่กำหนด แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะชิ้นงานทดสอบแรงดึงตามขนาดที่กำหนด

5. การทดสอบโครงสร้าง

จากภาพที่ 1 นำชิ้นที่ 3 นำมาเตรียมผิวโดยการขัดกระดาษทราย ขัดผิวมัน จากนั้นนำชิ้นงานมากัดขึ้นรอย (Etching) โดยใช้กรดไนตริก 2 มิลลิลิตร และเมทานอล 98 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการกัดขึ้นรอย 5 วินาที การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์ด้วยกำลังขยาย 200 เท่า วิเคราะห์ว่าเป็นรูปโครงสร้างชนิดใดเพราะโครงสร้างต่างๆของโลหะจะมีคุณสมบัติทางกลที่แตกต่างกันโดยที่สมบัติดังกล่าวจะเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในการสรุปผลการทดลอง

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบแรงดึง

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบแรงดึงจากตัวแปรการเชื่อมที่ระดับของตัวแปรที่แตกต่างกัน

ความเร็วในการเชื่อม (มิลลิเมตร/นาที)	กระแสที่ใช้ในการเชื่อม (แอมแปร์)	แรงดันอาร์ก (โวลต์)	Ultimate Tensile Strength (MPa)			\bar{x}	S.D.
300	90	16	395	395	396	395	0.577
		18	398	399	396	398	1.528
		20	400	402	399	400	1.528
	110	16	401	402	401	401	0.577
		18	403	402	403	403	0.577
		20	403	405	402	403	1.527
	130	16	405	404	405	405	0.577
		18	406	407	405	406	1
		20	406	407	408	407	1
400	90	16	413	412	414	413	1
		18	413	414	414	414	0.577
		20	414	415	414	415	0.577
	110	16	414	415	416	415	1
		18	416	417	416	416	0.577
		20	412	413	415	413	1.528
	130	16	412	412	413	412	0.577
		18	412	412	411	412	0.577
		20	411	412	411	411	0.577
500	90	16	410	411	411	411	0.577
		18	410	410	410	410	0
		20	410	409	409	409	0.577
	110	16	410	408	409	409	1
		18	409	408	408	408	0.577
		20	409	408	407	408	1

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบแรงดึงจากตัวแปรการเชื่อมที่ระดับของตัวแปรที่แตกต่างกัน (ต่อ)

ความเร็วในการเชื่อม (มิลลิเมตร/นาท)	กระแสที่ใช้ในการเชื่อม (แอมแปร์)	แรงดันอาร์ก (โวลต์)	Ultimate Tensile Strength (MPa)			\bar{x}	S.D.
	130	16	408	408	407	408	0.577
		18	407	407	406	407	0.577
		20	407	406	405	406	1

การทดลองการแจกแจงข้อมูลประกอบด้วย ความเร็วในการเชื่อม กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม และแรงดันอาร์ก ที่มีสมบัติทางกลด้วยวิธีการทดสอบแรงดึง โดยกำหนดค่านัยสำคัญเท่ากับ 0.050 (ระดับความเชื่อมั่น 95%) โดยมีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

Analysis of Variance

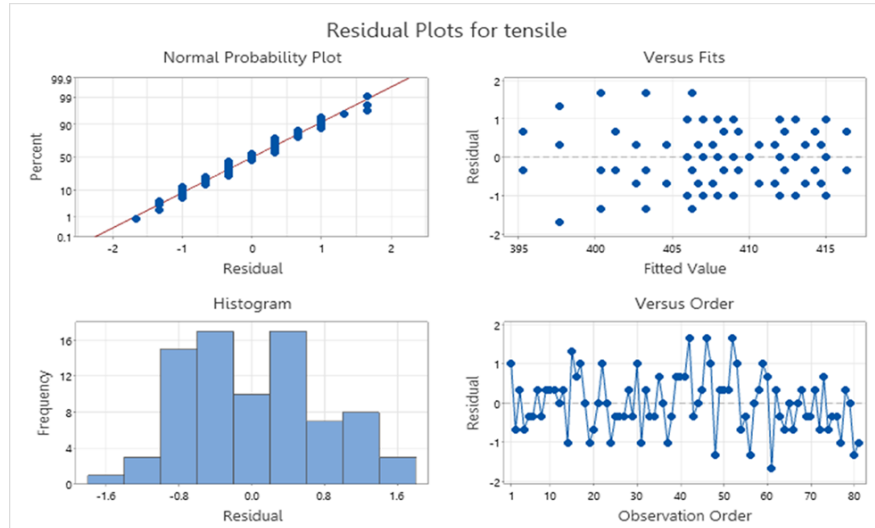
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	26	2233.28	85.896	108.71	0.000
Linear	6	1800.37	300.062	379.77	0.000
speed	2	1765.65	882.827	1117.33	0.000
curret	2	30.84	15.420	19.52	0.000
volt	2	3.88	1.938	2.45	0.096
2-Way Interactions	12	423.56	35.296	44.67	0.000
speed*curret	4	358.57	89.642	113.45	0.000
speed*volt	4	51.31	12.827	16.23	0.000
curret*volt	4	13.68	3.420	4.33	0.004
3-Way Interactions	8	9.36	1.170	1.48	0.186
speed*curret*volt	8	9.36	1.170	1.48	0.186
Error	54	42.67	0.790		
Total	80	2275.95			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.888889	98.13%	97.22%	95.78%

ภาพที่ 6 ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางกลในกระบวนการเชื่อมโลหะแก๊สคลุมด้วยวิธี (GMAW)

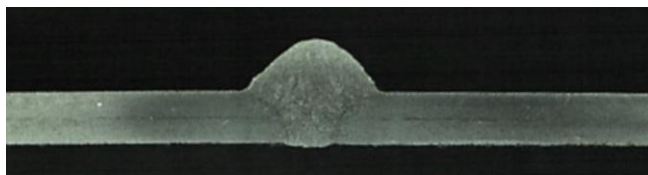
เมื่อพิจารณาค่า P-Value ที่ได้จากการวิเคราะห์การกระจายข้อมูล นำผลที่ได้ทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางกล คือ ความเร็วในการเชื่อมและกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ส่งผลต่อสมบัติทางกลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.050 ปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม 2 ทางปฏิสัมพันธ์กันส่งผลต่อสมบัติทางกล (ค่า P-Value = 0) คือ ความเร็วในการเชื่อมกับกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ความเร็วในการเชื่อมกับแรงดันอาร์ก และกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมกับแรงดัน ส่วนปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม 3 ทาง ไม่ปฏิสัมพันธ์กัน และค่า R-sq เท่ากับ 98.13 เปอร์เซ็นต์



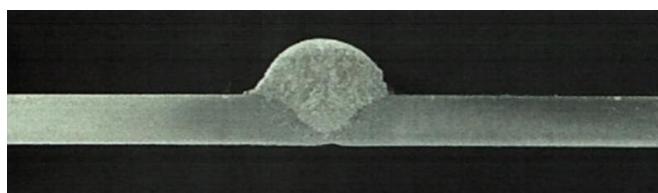
ภาพที่ 7 การตรวจสอบรูปแบบเหมาะสมของรูปแบบจำลอง

การดำเนินการทดลองต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยพิจารณาค่าการแจกแจงแบบปกติ (Normal Probability) และพิจารณาภาพที่ 7 พบว่าการนำเสนอข้อมูลดังกล่าวมีลักษณะเป็นเส้นตรง มีค่าความผิดพลาดที่มีการกระจายแบบปกติ จากฮิสโตแกรม (Histogram) พบว่ามีการกระจายตัวเป็นรูปทรงปกติ ทำให้ประมาณได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ การตรวจสอบความแปรปรวนที่คงที่ (Versus Fits) พบว่าการกระจายตัวของค่าความคลาดเคลื่อนมีรูปแบบที่เป็นอิสระ กราฟความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาดและลำดับที่ของการทดลอง (Versus Order) พบว่า การกระจายตัวของค่าความคลาดเคลื่อนมีรูปแบบที่เป็นอิสระ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนแสดงให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการทดลองนี้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือได้

ผลการตรวจสอบโครงสร้างแบบมหาภาค

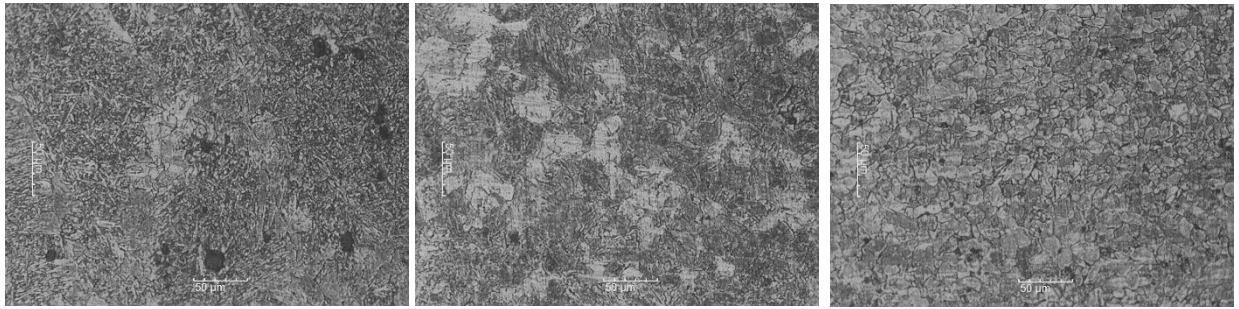


ภาพที่ 3 ชิ้นงานตรวจสอบโครงสร้างแบบมหาภาค เชื่อมด้วยกระแสไฟ 110 A แรงดันอาร์ก 18 โวลล์ และความเร็วในการเชื่อม 400 มิลลิเมตร/นาที



ภาพที่ 4 ชิ้นงานตรวจสอบโครงสร้างแบบมหาภาค เชื่อมด้วยกระแสไฟ 90 A แรงดันอาร์ก 16 โวลล์ และความเร็วในการเชื่อม 300 มิลลิเมตร/นาที

ผลการตรวจสอบโครงสร้างแบบจุลภาค

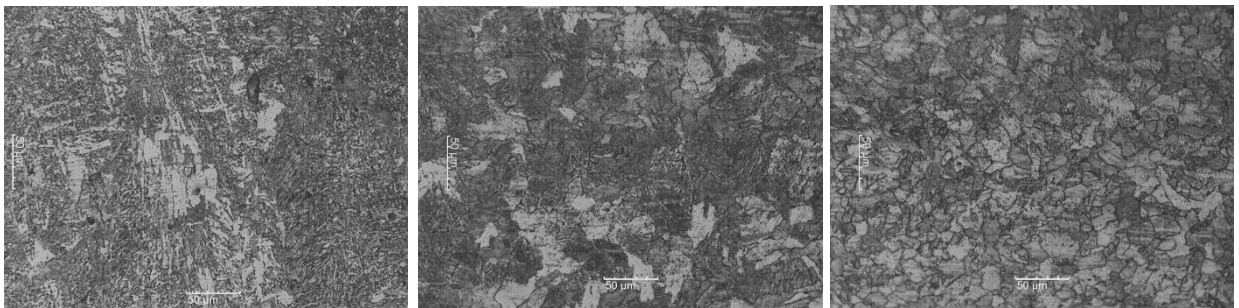


ก) โครงสร้างบริเวณแนวเชื่อม

ข) โครงสร้างบริเวณกระหนวร้อน

ค) โครงสร้างบริเวณชิ้นงาน

ภาพที่ 4 ชิ้นงานตรวจสอบโครงสร้างแบบจุลภาคด้วยกำลังขยาย 200 เท่า เชื่อมด้วยกระแสไฟ 110 A แรงดันอาร์ก 18 โวลต์ และความเร็วในการเชื่อม 400 มิลลิเมตร/นาที



ก) โครงสร้างบริเวณแนวเชื่อม

ข) โครงสร้างบริเวณกระหนวร้อน

ค) โครงสร้างบริเวณชิ้นงาน

ภาพที่ 5 ชิ้นงานตรวจสอบโครงสร้างแบบจุลภาคด้วยกำลังขยาย 200 เท่า เชื่อมด้วยกระแสไฟ 90 A แรงดันอาร์ก 16 โวลต์ และความเร็วในการเชื่อม 300 มิลลิเมตร/นาที

วิจารณ์ผล

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางกลในกระบวนการเชื่อมโลหะแก๊สคลุมด้วยวิธี (GMAW) การเชื่อมที่เหมาะสมที่ได้ คือ กระแสไฟในการเชื่อมที่ 110 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 18 โวลต์ และความเร็วในการเชื่อม 400 มิลลิเมตรต่อนาที ส่งผลให้มีค่าแรงดึงสูงสุด 416 เมกะปาสคาล สอดคล้องกับงานวิจัยของศักดิ์ชัย และคณะ (2556) พบว่า ตัวแปรการเชื่อมที่เหมาะสมที่ให้ค่าความแข็งแรงดึง 448 Mpa คือกระแสไฟเชื่อม 110 แอมแปร์ ความเร็วเดิมเชื่อม 400 มิลลิเมตรต่อนาที และแก๊สผสม 80% Ar + 20% CO₂ การเพิ่มกระแสและความเร็วเดิมเชื่อมส่งผลทำให้ค่าความแข็งแรงดึงเพิ่มขึ้นและลดลงตามลำดับ การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของรอยเชื่อมพบเกรนคอลลิมนาในโลหะเชื่อมและเกรนหยาบในพื้นที่กระหนวร้อนนอกจากนั้นพบเฟสตกผลึกความแข็งแรงสูงที่ขอบเกรนของโลหะเชื่อมและพื้นที่กระหนวร้อน และสอดคล้องกับงานวิจัย ปริญญา (2562) พบว่า สภาวะการเชื่อมมีค่าความเค้นแรงดึงสูงสุดพบโครงสร้างจุลภาคเฟิร์ลไลน์ละเอียด ลักษณะกลม มีการกระจายตัวกันอย่างหนาแน่นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อทำนายควบคุมคุณภาพของรอยเชื่อมให้ได้ค่าความเค้นแรงดึง ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อไป

สรุปผล

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางกลในกระบวนการเชื่อมโลหะแก๊สคลูมด้วยวิธี (GMAW) การเชื่อมที่เหมาะสมที่ได้ คือ กระแสไฟในการเชื่อมที่ 110 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 18 โวลต์ และความเร็วในการเชื่อม 400 มิลลิเมตรต่อนาที ส่งผลให้มีค่าแรงดึงสูงสุด 416 เมกะปาสคาล พบว่าการตรวจสอบโครงสร้างแบบมหภาค ลักษณะของแนวเชื่อมทั้งความถี่ระยะการซึ่มลึก มีความสมบูรณ์ของรอยเชื่อม และการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของแนวเชื่อมบริเวณกระทบร้อนพบว่า มีโครงสร้างจุลภาคเพิร์ลไลต์ละเอียดมีการกระจายตัวกันอย่างหนาแน่น รวมถึงการเกิดเพิร์ลไลต์ในลักษณะกลม เนื่องจากสภาวะการเชื่อมที่เหมาะสมปริมาณความร้อนเข้าสู่ชิ้นงานที่เพียงพอทำให้มีอัตราการเย็นตัวสูงส่งผลให้เพิร์ลไลต์บางส่วนรวมตัวกันในลักษณะกลม ส่งผลทำให้วัสดุมีสมบัติทางกลที่ดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ และสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่สนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ตรีเนตร ยิ่งสัมพันธ์เจริญ. 2548. อิทธิพลที่เกิดจากระยะเย็นของลวดเชื่อมที่มีผลต่ออัตราการหลอมละลายและการหลอมลึกของการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลูม. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ปริญษา เพ็ญสุระ. 2562. แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทำนายค่าความเค้นแรงดึงในการเชื่อมภาชนะแรงดันสูงด้วยเหล็กกล้า ASTM A537 Class1. O. 36-49. ใน: ประชุมวิชาการระดับชาติ TNI Journal of Engineering and Technology. Vol.7 No.2 July - December 2019
- ยงยุทธ ดุลยกุล, นภิสพร มีมิง. 2551. ศึกษาโครงสร้างทางโลหะวิทยาและสมบัติทางกลของการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยกระแสเชื่อมและสวนผสมของแก๊สคลูมที่แตกต่างกัน โดยกรรมวิธีการเชื่อมแมก. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ศักดิ์ชัย จันทศรี, สุรัตน์ ตรียวนพงศ์, กิตติพงษ์ กิมะพงศ์ และสุวัฒน์ ภูเภา. 2556. การเชื่อมแก๊สเฉื่อยปกคลุมรอยต่อเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าไร้สนิมในงานโครงสร้างอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล. วิทยานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- B. Venugopal Rao, N. Aravindan, and K. Saraswathamma. 2018. Experimentation of effect of process parameters on mechanical properties in SAW Process, Materials Today. Proceedings Vol. 5. No. 13. Part 3: 26961–26967.
- D. Hauserova, J. Dlouh, and M. Kover. 2017. Pearlite Lamellae Spheroidisation During Austenitization and Subsequent Temperature Hold. Archives of Metallurgy and Materials. Vol. 62. No. 1: 201-204.

W. Hui, Y. Zhang, X. Zhao, N. Xiao, and F. Hu. 2016. High cycle fatigue behavior of V-microalloyed medium carbon steels: A comparison between bainitic and ferritic-pearlitic microstructures. *International Journal of Fatigue*, Vol. 91: 232–241.

ชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

Demonstration set for turning on and off light bulbs with motion sensors

มนตรี สุขชุม¹ ปวีตรี อัดบุตร¹ ธนชัย ธงทอง¹ ธนวัฒน์ ธงทอง¹ และดนัย สุขประเสริฐ¹

Montri Sukchum¹, Pawitree Attiboot¹, Tanachai Thongtong¹, Tanawat Thongtong¹ and Danai Sukprasert¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเชียงราย 199 หมู่ 6 ต.ป่าอ้อดอนชัย อ.เมือง จ.เชียงราย 57000

¹Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering Chiang Rai College 199 Village No. 6, Pa O Don Chai Subdistrict, Mueang District, Chiang Rai Province 57000

*Corresponding author E-mail: tanachaiplug47@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าและช่วยให้การดำรงชีวิตมีความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้นโดยไม่ต้องมาเสียเวลาเดิน เปิด - ปิด หลอดไฟเพราะเนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ได้เข้ามา มีบทบาทในชีวิตประจำวันของผู้คนใช้งานมากขึ้นมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองที่ทำให้เกิดผลกระทบ หลาย ๆ อย่างทั้งค่าไฟที่สูงขึ้น

หลักการการทำงานของชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมีลักษณะการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 เป็นตัวควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวให้การสั่ง เปิด - ปิด หลอดไฟโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE สำหรับเขียนคำสั่งโปรแกรมควบคุมการทำงานของหลอดไฟ และ ใช้ Application Blynk บนสมาร์ตโฟนในการควบคุม เปิด - ปิด หลอดไฟและในการหรี่หลอดไฟผ่านทางอินเทอร์เน็ต เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในการที่จะควบคุมการ เปิด - ปิด หลอดไฟและการหรี่หลอดไฟตามที่ต้องการได้

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าการทดสอบชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหววัดค่า กระแสไฟฟ้าและค่าความสว่างของ หลอดไฟยาวแอลอีดี T8 Dimmable , หลอดกลมแอลอีดี Dimmable , หลอดไส้ ว่ากินกระแสไฟไฟได้ก็แอมแปร์และค่าความสว่างของหลอดไฟได้ก็ลักซ์และสามารถหรี่หลอดไฟในแต่ละดวงได้ก็เปอร์เซ็นต์ถึงจะดับ

คำสำคัญ : บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266, โปรแกรม Arduino IDE , Application Blynk

Abstract

This research article presents a demonstration kit for turning on and off light bulbs with a motion sensor. The objective is to help save electricity and help make life more comfortable for users without wasting time. Let's walk on and off the light bulb because now Internet of Things (IoT) technology has come to play a role in people's daily lives, using it more and more. There is wasted use of electrical energy that causes many impacts. Both the higher electricity costs

The working principle of the demonstration kit: turning on and off the light bulb with a motion sensor. The operation of the ESP8266 microcontroller board is a motion sensor controller

that allows turning on and off the light bulb using the Arduino program. IDE for writing commands to control the operation of light bulbs and using the Blynk application on smartphones to control on-off the light bulbs and to dim the light bulbs via the internet to meet the needs of users. To control turning on and off the light bulb and dimming the light bulb as desired.

The results of this research found that testing a demonstration set of turning on and off light bulbs with a motion sensor to measure the electric current and brightness of T8 Dimmable LED long bulbs, Dimmable LED round bulbs, incandescent bulbs, how many amperes of electricity they can consume and how many lux the brightness of the bulbs can be and how many percentages each bulb can be dimmed. Sign until it dies.

Keywords: ESP8266 microcontroller board, Arduino IDE program, Application Blynk

บทนำ

การใช้พลังงานแสงสว่างที่มีความนิยมเป็นที่แพร่หลายไม่ว่าจะเป็นหลอดไส้ หลอดแสงจันทร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดแอลอีดี เป็นต้น ตามสถานที่ราชการ สถานศึกษา สำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน สวนสาธารณะ ใช้พลังงานแสงสว่างเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง หลอดแอลอีดี ยังคงนิยมใช้และหาซื้อใช้งานได้ง่ายมีราคาถูกปัจจุบันล้วนแล้วแต่ต้องพึ่งพาพลังงานแสงสว่างในการดำเนินชีวิตและมีอัตราความต้องการเพิ่มสูงขึ้นทุกปีโดยแหล่งพลังงานที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปยิ่งใช้สอยมากก็ยิ่งทำให้ทรัพยากรลดน้อยลงไปเรื่อยๆและอาจจะหมดไปในอนาคตอันใกล้อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวได้มีความรุนแรงมากขึ้น สาเหตุหนึ่งมาจากการใช้พลังงานที่ไม่คุ้มค่าเช่น ไฟฟ้าแสงสว่างของทางเดินภายในอาคารที่ไม่มีผู้คนสัญจรหรือห้องน้ำในที่สาธารณะซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

ในการทำงานวิจัยปริญญาโทฉบับนี้เรานำเสนอองค์ประกอบหลากหลาย เช่น การใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวมาทำการ เปิด - ปิด หลอดไฟ และการออกแบบวงจร เปิด - ปิด หลอดไฟด้วยการเคลื่อนไหว นำไปใช้ในสถานที่ราชการ สถานศึกษา สำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน สวนสาธารณะ ที่ต้องการประหยัดพลังงาน

งานวิจัยปริญญาโทฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ลดการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองโดยปาวประโยชน์และประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้มากขึ้นโดยการใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวมาทำการ เปิด - ปิด หลอดไฟและความสะดวกสบายในการใช้ ApplicationBlynk ในการ เปิด - ปิด หลอดไฟโครงการนี้ยังมุ่งหวังว่าคงมีประโยชน์ต่อการใช้งาน

วัสดุและวิธีการ

โครงสร้างของระบบชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟมีวัสดุดังนี้ หลอดไฟแอลอีดี, หลอดไส้, เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว, Dimmer Module, Switching Power Supply, โมดูลไวไฟ ESP8266 WIFI, Application Blynk, Arduino IDE, Step-Down

หลอดแอลอีดีย่อมาจาก (Light-emitting diode) ซึ่งเป็นหลอดไฟทางเลือกใหม่ คุณภาพสูง แต่ราคาก็สูงตามไปด้วย หลักการทำงานของหลอดประเภทนี้คืออาศัยการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำ จะไม่มีการเผาไหม้เหมือนหลอดบางประเภท ดังนั้นจึงไม่เกิดความร้อน นอกจากนี้ยังมีขนาดเล็ก สามารถนำไปดัดแปลง จัดเรียงหรือตกแต่งได้หลากหลายประเภท มีอายุการใช้งานถึง 50,000 - 60,000 ชั่วโมง



ภาพที่ 1 หลอดแอลอีดี

หลอดไส้ร้อนแบบธรรมดา หรือ หลอดความร้อน หรือ หลอดไส้ ให้แสงสว่างโดยการให้ความร้อนแก่ไส้หลอดที่เป็นลวดโลหะกระแทงที่มีอุณหภูมิสูงและเปล่งแสง หลอดแก้วที่เติมแก๊สเฉื่อยหรือเป็นสุญญากาศป้องกันไส้หลอดที่ร้อนสัมผัสอากาศ ในหลอดฮาโลเจน กระบวนการทางเคมีคืนให้โลหะเป็นไส้หลอด ซึ่งขยายอายุการใช้งาน หลอดไฟฟ้านี้ได้รับกระแสไฟฟ้าจากเทอร์มินอลต่อสายไฟ (feed-through terminal) หรือลวดที่ฝังในแก้ว หลอดไฟฟ้านี้ส่วนใหญ่ใช้ในเต้ารับซึ่งสนับสนุนหลอดไฟฟ้าทางกลไกและเชื่อมกระแสไฟฟ้าเข้ากับเทอร์มินัลไฟฟ้าของหลอด



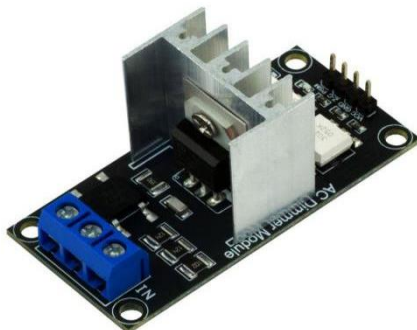
ภาพที่ 2 หลอดไส้

เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว หลักการทำงานของเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวนั้น ตัวเครื่องจะปล่อยเซนเซอร์ออกไปในพื้นที่ที่ได้กำหนดไว้ และเมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้แล้วจะทำการแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าไปที่ระบบซอฟต์แวร์ ซึ่งระบบซอฟต์แวร์จะทำการประมวลผลข้อมูล และแจ้งเตือนไปยังศูนย์รับข้อมูลที่ติดตั้งค่าไว้ เช่น แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน หรือหน่วยรับข้อมูลกลาง



ภาพที่ 3 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

Dimmer Module ทำหน้าที่ในการเปิด - ปิดหลอดไฟและปรับลดเพิ่มแสงไฟได้ตามความต้องการของ
ผู้ใช้งานเช่น หลอดไฟ,พัดลม,ปั้มน้ำ,เครื่องฟอกอากาศ



ภาพที่ 4 Dimmer Module

Switching Power Supply (สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย) คือ อุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มี
แรงดันสูง เช่น 220VAC ไปเป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีแรงดันต่ำ โดย Switching Power Supply จะทำงานในลักษณะ
เดียวกันกับหม้อแปลงแรงดันทั่วไป แต่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าและมีขนาดเล็กกว่า



ภาพที่ 5 Switching Power Supply

โมดูลไวไฟ ESP8266 WIFI หลักการทำงานของ ESP8266 คือมีฮาร์ดแวร์ต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่บนชิป เช่น ซีพียู
32 บิต, RAM และ Flash memory ซึ่งทำให้ ESP8266 มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลและเก็บข้อมูลได้
นอกจากนี้ ESP8266 ยังมีวงจรสัญญาณไร้สาย Wi-Fi ภายในชิปที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย Wi-Fi ได้



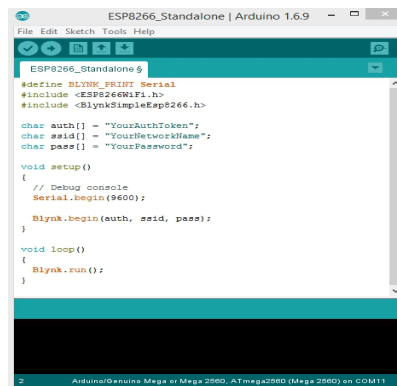
ภาพที่ 6 โมดูลไวไฟ ESP8266 WIFI

Application Blynk คือ โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับงาน IOT มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรแกรมที่ง่าย ไม่
ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้จริง Real time สามารถเชื่อมต่อ Device ต่างๆเข้ากับ Internet ได้อย่าง
ง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino, Esp8266, Esp32, Nodemcu, Raspberry pi นำมาแสดงบน Application ได้อย่าง
ง่ายดาย แล้วที่สำคัญ Application Blynk ยังฟรีและรองรับในระบบ IOS และ Android อีกด้วย



ภาพที่ 7 Application Blynk

Arduino IDE คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนและอัปโหลดโปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino โดยตรงผ่านทางพอร์ต USB หรือการเชื่อมต่ออื่นๆ ที่มีการรองรับการเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino IDE เป็นซอฟต์แวร์ที่เปิดตัวเมื่อปี 2005 และถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้งาน Arduino สามารถเขียนโปรแกรม Arduino IDE มีโครงสร้างโปรแกรมอยู่ในรูปแบบของ Sketch (โค้ดการเขียนโปรแกรม) ซึ่งเป็นภาษา C++ โดยเฉพาะ และมีความสามารถในการคอมไพล์โปรแกรมเพื่อเปลี่ยนรหัสคำสั่งให้กับบอร์ด Arduino ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 8 ตัวอย่างโปรแกรม Arduino IDE

Step - Down ทำหน้าที่ ลดแรงดันไฟฟ้าให้สามารถใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆได้หรือ ใช้ในครัวเรือนโดยฝังขดลวดปฐมภูมิ จะรับแรงดันอยู่ที่ 22kVA หรือ 24 kVA เป็นต้น เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ สู่ขดลวดด้านทุติยภูมิเพื่อลดแรงดันไฟฟ้าตามจำนวนรอบของขดลวด



ภาพที่ 9 Step - Down

เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวโดยมีเป้าหมายเพื่อออกแบบการสร้างชุดสาธิตเปิด - ปิดไฟฟ้าแสงสว่างด้วยการเคลื่อนไหว เพื่อนำเทคโนโลยีด้านอินเทอร์เน็ตมาช่วยในการอำนวยความสะดวกในการควบคุมควบคุมโดยมีหลักการการทำงานในการใช้หลอดแอลอีดี และหลอดไส้มาใช้ในการหรือหลอดไฟเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวไม่สามารถตรวจจับอะไรได้จะทำการหรือหลอดไฟลงเมื่อมีคนเดินผ่านหลอดไฟจะส่องแสงสว่างเต็มที่และไม่มี การเคลื่อนไหวหลอดไฟจะหรือลงเหมือนเดิม และสามารถนำไปใช้งานในสถานการณ์จริงได้โดยมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดและช่วยในเรื่องการประหยัดพลังงานแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบและการเขียน การเขียนโค้ดคำสั่งควบคุมโดยใช้ Arduino IDE และ Application Blynk
2. ออกแบบโครงสร้างชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว
3. ทดสอบความแม่นยำในการทำงานของระบบชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

1.1 การเขียนคำสั่งควบคุมโดยใช้ Arduino IDE และ Application Blynk

```
1 #define BLYNK_PRINT Serial
2
3 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TppL6g0FjcoZR"
4 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "drimmer"
5 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "1qjxT61bzV3opm81fYRVKO-1PdQdm4"
6
7 #include <ESP8266WiFi.h>
8 #include <blynksimpletspz26.h>
9 #include <dimable_light.h>
10
11 Char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
12 Char ssid[] = "iPhone 11";
13 Char pass[] = "135792468011";
14
15 #define Z_C_PIN1 D6
16 #define DIM_PIN1 D1
17 #define DIM_PIN2 D2
18 #define DIM_PIN3 D3
19 #define PIR_PIN D0
20
21 DimmableLight light1(DIM_PIN1);
22 DimmableLight light2(DIM_PIN2);
23 DimmableLight light3(DIM_PIN3);
24
25 WidgetLED LED1(V11);
```

ภาพที่ 10 เขียนโค้ดที่ใช้งานลงโปรแกรม Arduino IDE และ Application Blynk

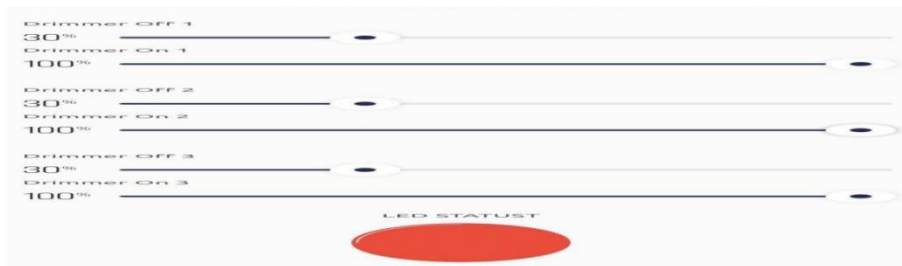
```
40 BLYNK_WRITE(V1) // dimmer off 1
41 {
42   int pinValue1 = param.asInt();
43   int PIR = digitalRead(PIR_PIN);
44   int MAP1 = map(pinValue1,0,100,0,255);
45   if (PIR == 0) {
46     light1.setBrightness(MAP1);
47   }
48 }
49
50 BLYNK_WRITE(V2) // dimmer on 1
51 {
52   int pinValue2 = param.asInt();
53   int PIR = digitalRead(PIR_PIN);
54   int MAP2 = map(pinValue2,0,100,0,255);
55   if (PIR == 0) {
56     light1.setBrightness(MAP2);
57   }
58 }
59
60 BLYNK_WRITE(V3) // dimmer off 2
61 {
62   int pinValue3 = param.asInt();
63   int PIR = digitalRead(PIR_PIN);
64   int MAP3 = map(pinValue3,0,100,0,255);
65   if (PIR == 0) {
66     light2.setBrightness(MAP3);
67   }
68 }
69
70 BLYNK_WRITE(V4) // dimmer on 2
```

ภาพที่ 11 ชุดคำสั่งตรวจจับการเคลื่อนไหวและการเพิ่มลดแสงสว่าง



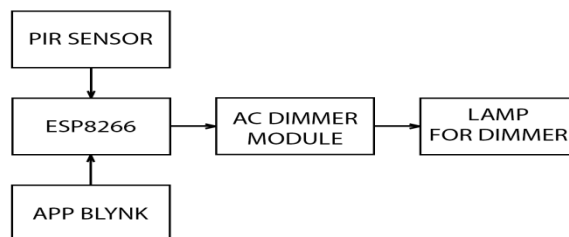
ภาพที่ 12 ตัวอย่าง Template ที่สร้าง Application Blynk

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

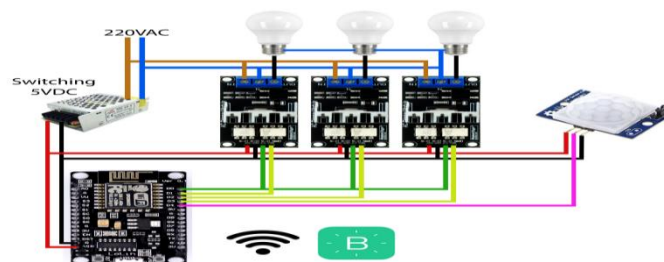


ภาพที่ 13 หน้าปรับค่าความสว่างและแสดงสถานะหลอดไฟในApplication Blynk

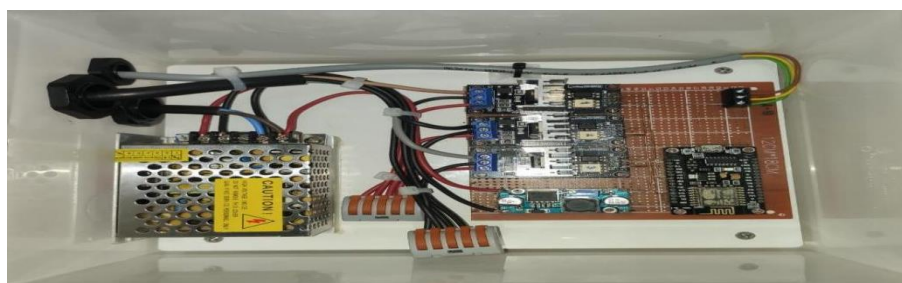
1.2 ออกแบบโครงสร้างชุดสวิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว



ภาพที่ 14 บล็อกไดอะแกรมของวงจรชุดสวิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว



ภาพที่ 15 แผนภาพการเดินสายไฟ (Wiring diagram)



ภาพที่ 16 ชุดสวิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

1.3 ทดสอบความแม่นยำในการทำงานของระบบชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว



ภาพที่ 17 ทดสอบความแม่นยำในการทำงานของระบบชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว



ภาพที่ 18 ทดสอบความแม่นยำในการทำงานของระบบชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

ผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยครั้งนี้ที่ได้จากการทดสอบหลอดไฟแต่ละชนิดได้ค่าวัดกระแสไฟฟ้าและวัดค่าความสว่างของหลอดไฟแต่ละหลอดโดยมีรายละเอียดในการศึกษาดังนี้

ตารางที่ 1 ผลทดสอบหลอดไฟ(หลอดไส้ 60W 1ดวง)

ผลทดสอบหลอดไฟ(หลอดไส้ 60w 1ดวง)				
ในการหรี่ที่เปอร์เซ็นต์	วัดค่ากระแสไฟฟ้า	วัดค่าความสว่างของหลอดไฟ	ในระยะทาง	หมายเหตุ
100%	0.25A	32.6Lux	1m	หลอดติด
90%	0.25A	32.6Lux	1m	หลอดติด
80%	0.25A	31.6Lux	1m	หลอดติด
70%	0.24A	26.3Lux	1m	หลอดติด
60%	0.22A	18.3Lux	1m	หลอดติด
50%	0.20A	10.4Lux	1m	หลอดติด
40%	0.17A	4.1Lux	1m	หลอดติด
30%	0.13A	0.9Lux	1m	หลอดติด
20%	0.09A	0.2Lux	1m	หลอดติด
10%	0.01A	0Lux	1m	หลอดดับ

ตารางที่ 2 ผลทดสอบหลอดไฟ(หลอดกลมแอลอีดี Dimmable 10W 1ดวง)

ผลทดสอบหลอดไฟ(หลอดกลมแอลอีดี Dimmable1ดวง)				
ในการหรี่ที่เปอร์เซ็นต์	วัดค่ากระแสไฟฟ้า	วัดค่าความสว่างของหลอดไฟ	ในระยะทาง	หมายเหตุ
100%	0.07A	60Lux	1m	หลอดติด
90%	0.07A	60Lux	1m	หลอดติด
80%	0.07A	60Lux	1m	หลอดติด
70%	0.07A	58Lux	1m	หลอดติด
60%	0.07A	54Lux	1m	หลอดติด
50%	0.06A	42Lux	1m	หลอดติด
40%	0.06A	27Lux	1m	หลอดติด
30%	0.05A	7Lux	1m	หลอดติด
20%	0.01A	0Lux	1m	หลอดดับ
10%	0.01A	0Lux	1m	หลอดดับ

ตารางที่ 3 ผลทดสอบหลอดไฟ(หลอดไฟยาวแอลอีดี T8 Dimmable 18W 1ดวง)

ผลทดสอบหลอดไฟ(หลอดไฟยาวแอลอีดี T8 Dimmable1ดวง)				
ในการหรี่ที่เปอร์เซ็นต์	วัดค่ากระแสไฟฟ้า	วัดค่าความสว่างของหลอดไฟ	ในระยะทาง	หมายเหตุ
100%	0.13A	98Lux	1m	หลอดติด
90%	0.13A	98Lux	1m	หลอดติด
80%	0.13A	98Lux	1m	หลอดติด
70%	0.13A	98Lux	1m	หลอดติด
60%	0.13A	89Lux	1m	หลอดติด
50%	0.12A	76Lux	1m	หลอดติด
40%	0.11A	60Lux	1m	หลอดติด
30%	0.10A	44Lux	1m	หลอดติด
20%	0.01A	0Lux	1m	หลอดดับ
10%	0.01A	0Lux	1m	หลอดดับ

วิจารณ์ผล

จากการศึกษางานวิจัย ชุดสาธิตเปิด - ปิดหลอดไฟด้วยเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมีลักษณะการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 เป็นตัวควบคุมเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวให้การสั่ง เปิด - ปิดหลอดไฟโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE สำหรับการเขียนคำสั่งโปรแกรมควบคุมการทำงานของหลอดไฟ และ ใช้ Application Blynk บนสมาร์ตโฟนในการควบคุม เปิด - ปิด หลอดไฟและในการหรี่หลอดไฟผ่านทางอินเทอร์เน็ต บนสมาร์ตโฟนเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในการที่จะควบคุมการ เปิด - ปิด หลอดไฟและการหรี่หลอดไฟตามที่ต้องการได้

สรุปผล

งานวิจัยครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้ทำตารางการเปรียบเทียบผลการทดลองของหลอดไฟในแต่ละชนิดที่สามารถหรี่หลอดไฟได้และหรี่ได้ที่เปอร์เซ็นต์ถึงหลอดไฟจะดับลง และ วัดค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละชนิดของหลอดไฟกำลังวัตต์ที่แตกต่างกันและค่าความสว่างของหลอดไฟอยู่ที่เท่าไรในระยะทาง 1 เมตร ในการใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว และ Application Blynk สั่งการทำงานของหลอดไฟและการหรี่หลอดไฟหลอดไส้ในการหรี่หลอดไฟที่ 20 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแต่ค่าความสว่างก็จะน้อยลงอุณหภูมิของหลอดไฟก็จะไม่ร้อนอายุการใช้งานของหลอดไฟก็เพิ่มมากขึ้นส่วนหลอดแอลอีดีทั้ง 2 แบบในการหรี่หลอดไฟที่ 30 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแต่ค่าความสว่างก็จะน้อยลงและไม่มีทั้งรังสียูวีที่ทำร้ายผิวของมนุษย์และสารปรอทและอุณหภูมิของหลอดไฟไม่ร้อนอีกด้วยอายุการใช้งานก็เพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลต่างๆ ที่ได้ กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือทั้งในด้านวิชาการและการดำเนินการงานวิจัยดังต่อไปนี้

อาจารย์ปวีตรี อัครบุตรอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาอบหมายงานวิจัยอันเป็น ประโยชน์ ได้ อนุเคราะห์ความรู้ความสามารถให้คำปรึกษาแนะนำและให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

อาจารย์มนตรี สุขชุม อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาอบหมายงานวิจัยอันเป็น ประโยชน์ ได้ อนุเคราะห์ความรู้ ความสามารถให้คำปรึกษาแนะนำ และให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

คณาจารย์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเซียงรายทุกท่านที่ได้ให้ความรู้จากการเข้าเรียนใน รายวิชา วิศวกรรมวิศวกรรม ถ่ายทอดประสบการณ์อันเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

เพื่อน พี่ น้อง สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ให้คำแนะนำและกำลังใจตลอดเวลาที่ผู้วิจัยได้ศึกษาอยู่ที่วิทยาลัย เซียงรายแห่งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอบรมเลี้ยงดูสนับสนุน ส่งเสริม และให้กำลังใจอย่าง ดีเยี่ยมเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

- ปรีดาคม แก้วทะชาติ และวรวจน์ สารบุญ. (2560).ระบบควบคุมการเปิด - ปิด ไฟด้วยเสียง. ภาควิชา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สาขางานเทคนิคคอมพิวเตอร์.วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม.มหาสารคาม
- ประกาศ สุวรรณเพชร.(2560).ไมโครโวลเลอร์ Arduino, Esp8266 <https://www.praphas.com>สืบค้นวันที่ 10 พฤศจิกายน 2566
- มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ. (2560).Internet of Things. ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยี สารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพมหานคร
- มูหัมมัด มั่นศรีทธา. (2560).ระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในห้องน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว. วารสารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ (ปีที่9) ฉบับที่ 2. เข้าถึงได้จาก <https://www.tci-thaijo.org/> สืบค้นวันที่ 11 พฤศจิกายน 2566

การศึกษาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือบนพื้นผิวของถุงพลาสติก ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน

A study of fingerprint quality on plastic bag substrates that are different properties

สุมินตรา ปาติสตัย

Sumintra Patisat

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

Division of Forensic Science, Faculty of Science, Khon Kaen University

*Corresponding author E-mail: sumintra.pa@kkumail.com

บทคัดย่อ

ลายนิ้วมือที่พบในสถานที่เกิดเหตุเป็นพยานหลักฐานสำคัญทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเชื่อมโยงคนร้ายและทำให้สามารถนำตัวผู้กระทำความผิดมาลงโทษได้ วัตถุพยานที่พบในสถานที่เกิดเหตุมีความหลากหลาย เช่น พื้นผิวที่ลายนิ้วมือติดอยู่ สภาวะ และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยวัตถุพยานที่พบได้บ่อยในสถานที่เกิดเหตุคือวัตถุพยานประเภทพลาสติก ซึ่งในปัจจุบันนั้นวัตถุพยานที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุไม่สามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือจากวัตถุพยานได้ทั้งหมด เนื่องจากมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคงอยู่ของลายนิ้วมือเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อทำให้ลายนิ้วมือปรากฏ เพื่อให้ได้รับความเข้าใจมากขึ้นและเพื่อพัฒนาวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุต่อไป ในการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาคูณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่แตกต่างกัน จำนวน 10 ยี่ห้อ โดยศึกษาความแตกต่างของคุณภาพลายนิ้วมือของอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิงบนพื้นผิวถุงขยะสีดำ คุณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำเมื่ออายุของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำแตกต่างกัน ลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่มีรอยยับ และลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่อยู่ในสภาวะที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่าคุณภาพของลายนิ้วมือของเพศชายและเพศหญิงบนพื้นผิวถุงขยะสีดำมีคุณภาพไม่แตกต่างกัน เมื่อประทับรอยลายนิ้วมือไว้บนพื้นผิวถุงขยะสีดำเป็นระยะเวลา 1 เดือน ยังสามารถตรวจพบรอยลายนิ้วมือและลายนิ้วมือนั้นยังมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษเพียงพอสามารถยืนยันตัวบุคคลได้อยู่ และลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่มีรอยยับอยู่ก่อนการประทับรอยลายนิ้วมือสามารถคงอยู่ได้ดีกว่ารอยลายนิ้วมือบนพื้นผิวที่เกิดรอยยับภายหลังจากการประทับรอยลายนิ้วมือ นอกจากนี้ยังพบว่ารอยลายนิ้วมือบนถุงขยะสีดำเหล่านี้ เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงถึง 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ลายนิ้วมือที่ตรวจพบยังมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษเพียงพอสามารถใช้ในการยืนยันตัวบุคคลได้

คำสำคัญ : ลายนิ้วมือ, ถุงพลาสติก, ถุงขยะสีดำ

Abstract

Fingermarks found at crime scenes are important forensic evidence used to link criminals and enable them to be brought to justice. The evidence found at the crime scene is diverse, such as the surface where the fingerprints are stuck and different conditions and environments. The most found evidence at crime scenes are plastic witnesses. At present, those witnesses cannot detect all fingerprints. This is because there are factors that affect the persistence of

fingermarks. Therefore, further studies are needed on the factors affecting the appearance of fingermarks. In this research, the quality of fingerprints on the surface of 10 different brands of black garbage bags was studied. The difference in the quality of fingerprints of male and female volunteers, age of the fingermarks, fingermarks on the wrinkled surface and fingermarks on the surface of black garbage bags at different temperatures was studied. The results showed that the quality of male and female fingermarks on the surface of black garbage bags was not different. When fingermarks were left on the surface for a period of 1 month, they could still be detected and had sufficient special characteristics to be used for identification. The quality of fingermarks on the surface that were wrinkled before they were preserved was better than wrinkled after finger marking. Furthermore, when exposed to an environment with temperature as high as 60 degrees Celsius for 24 hours, the detected fingermarks still had enough special characteristics to be used for identification.

Keywords : Fingerprint, Plastic bag, Black garbage bag

บทนำ

ลายนิ้วมือที่พบในสถานที่เกิดเหตุเป็นพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่สำคัญมากในการช่วยคลี่คลายคดีอาชญากรรมที่เกิดขึ้น ลายนิ้วมือสามารถใช้เชื่อมโยงผู้กระทำความผิดกับสถานที่เกิดเหตุได้ และทำให้สามารถนำตัวผู้กระทำความผิดมาลงโทษได้ ดังนั้นการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือจากสถานที่เกิดเหตุจึงมีความสำคัญเนื่องจากวัตถุพยานที่พบในสถานที่เกิดเหตุมีความหลากหลาย รอยลายนิ้วมือนั้นสามารถติดอยู่ได้ทั้งพื้นผิวได้หลายชนิด การพัฒนาวิธีการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนพื้นผิวต่างๆ จึงถูกศึกษาอย่างหลากหลาย เนื่องจากพื้นผิวที่แตกต่างกันจะทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจหารอยลายนิ้วมือของแต่ละกระบวนการแตกต่างกัน โดยเทคนิคที่นิยมใช้กันมากกับพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน คือเทคนิคการอบไอแก้ว (Superglue fuming หรือ Cyanoacrylate fuming) และเทคนิคการเคลือบด้วยโลหะภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum Metal Deposition) ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงและใช้เวลาไม่นานในการทำให้ลายนิ้วมือปรากฏ นักวิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏบนพื้นผิวหลากหลายชนิด มีการศึกษาผลของความแตกต่างระหว่างเทคนิค ผู้บริจาค และอายุของลายนิ้วมือ ตลอดจนองค์ประกอบของลายนิ้วมือแฝง Scott Chadwick และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพของลายนิ้วมือที่ติดอยู่บนพื้นผิวที่หลากหลาย ซึ่งผลการทดลองพบว่าลักษณะเฉพาะของพื้นผิวแต่ละชนิดเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของลายนิ้วมือที่ตรวจพบ อีกทั้ง Naomi Jones และคณะ ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของชนิดพอลิเมอร์ ก็พบว่าชนิดของพอลิเมอร์และสารเติมแต่งที่แตกต่างกันในพลาสติกเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการทำให้ลายนิ้วมือปรากฏบนพื้นผิวพลาสติก

วัตถุพยานที่จะสามารถบรรอยลายนิ้วมือนั้นมีหลากหลายชนิดแตกต่างกันไป เช่น ในคดีเกี่ยวกับยาเสพติด วัตถุพยานที่เป็นหีบห่อยาเสพติดส่วนใหญ่จะเป็นพลาสติก ซึ่งจะมีการหีบห่อหลายชั้น และแต่ละชั้นจะเป็นวัสดุที่แตกต่างกัน คดีฆาตกรรมอำพราง โดยนำศพใส่กล่องหรือถุงพลาสติกแล้วนำไปทิ้ง โดยถุงพลาสติกที่ถูกนำมาตรวจหาวัตถุพยานประเภทลายนิ้วมือที่พบได้บ่อย คือ ถุงขยะสีดำ นอกจากชนิดของวัตถุพยานที่หลากหลายแล้วนั้น สภาวะที่ตรวจพบวัตถุพยานนั้นก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเช่นกัน เนื่องจากในสถานที่เกิดเหตุมีสภาพแวดล้อมที่หลากหลายและแตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของลายนิ้วมือที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ จากข้อมูลการเก็บลายนิ้วมือแฝงบนหีบห่อยาเสพติดที่ส่งตรวจพิสูจน์ในพื้นที่ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7 แสดงให้เห็นว่าสถานที่เกิดเหตุที่มีการเก็บลายนิ้วมือแฝงในคดียาเสพติด

ติดที่พบมากที่สุด คือ สถานที่เกิดเหตุกลางแจ้ง ซึ่งในปัจจุบันนั้น วัตถุประสงค์ที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุไม่สามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือจากวัตถุพยานได้ทั้งหมด เนื่องจากมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการคงอยู่ของลายนิ้วมือเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำให้ลายนิ้วมือปรากฏ เพื่อให้ได้รับความเข้าใจมากขึ้นและเพื่อพัฒนาวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุต่อไป

ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาคุณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะสีดำที่แตกต่างกัน จำนวน 10 ยี่ห้อ โดยศึกษาความแตกต่างของคุณภาพลายนิ้วมือของอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิงบนพื้นผิวของขยะสีดำ คุณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะสีดำเมื่ออายุของลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะสีดำแตกต่างกัน ลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะสีดำที่มีรอยยับ และลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะสีดำที่อยู่ในสภาวะที่อุณหภูมิแตกต่างกัน เพื่อจะได้อรรถาธิบายถึงคุณภาพของรอยลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะพลาสติกที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันในสภาวะที่แตกต่างกัน

วิธีการดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นขยะสีดำ จำนวน 10 ยี่ห้อ ที่แตกต่างกัน ที่วางขายทั่วไปตามท้องตลาด

1. การเตรียมตัวอย่างขยะสีดำ

1.1 ทำการตัดขยะสีดำ ให้มีขนาด 12×20 เซนติเมตร แบ่งเป็น 3 แถว และ 5 คอลัมน์ ดังภาพที่ 13 โดยแถวแรกสำหรับเขียนข้อความกำกับตัวอย่าง แถวที่ 2 และ 3 สำหรับประทับรอยลายนิ้วมือ

1.2 ทำความสะอาดตัวอย่างขยะสีดำด้วยน้ำปราศจากไอออน (Deionized Water) และแอลกอฮอล์ (Alcohol) เพื่อชะล้างสิ่งตกค้างที่อยู่บนพื้นผิวตัวอย่างออก

2. การพิมพ์ลายนิ้วมือลงบนพื้นผิวตัวอย่าง

2.1 อาสาสมัครทำการล้างมือด้วยสบู่และน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง โดยไม่จับหรือสัมผัสสิ่งใดเป็นเวลา 30 นาที

2.2 วางแผ่นตัวอย่างที่เตรียมไว้ลงบนเครื่องชั่ง และให้อาสาสมัครกดนิ้วมือลงไปตามช่องบนตัวอย่าง โดยใช้น้ำหนักที่ตกลงไปในช่วง 500 – 700 กรัม เป็นเวลา 10 วินาที

2.3 จากนั้นยกนิ้วขึ้น และประทับนิ้วถัดไปลงในช่องถัดไปเช่นเดียวกัน ทำจนครบทั้ง 10 นิ้ว

3. วิธีการทดลอง

ในการวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งกลุ่มการศึกษา ดังนี้

3.1 การศึกษาความแตกต่างของลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะสีดำของเพศชายและเพศหญิง

อาสาสมัคร จำนวน 10 คน เป็นเพศชาย 5 คน และเพศหญิง 5 คน ประทับลายนิ้วมือลงบนตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.2 การศึกษาคุณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะสีดำที่มีรอยยับ

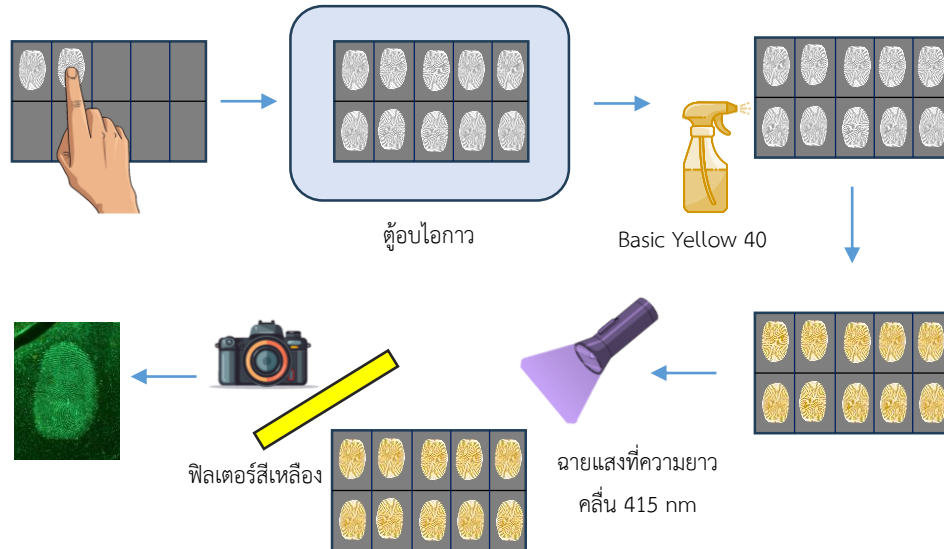
อาสาสมัคร จำนวน 2 คน เป็นเพศชาย 1 คน และเพศหญิง 1 คน ประทับลายนิ้วมือลงบนตัวอย่างที่มีรอยยับอยู่ก่อนแล้ว ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และประทับลายนิ้วมือลงบนตัวอย่างขยะสีดำปกติ จากนั้นทำการขยำให้เกิดรอยยับและทำการคลี่ออก ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.3 การศึกษาความแตกต่างอายุของลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะสีดำ

อาสาสมัคร จำนวน 2 คน เป็นเพศชาย 1 คน และเพศหญิง 1 คน ประทับลายนิ้วมือลงบนตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ 3 ชุดตัวอย่าง ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 วัน, 7 วัน และ 30 วัน

3.4 การศึกษาคุณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวของขยะสีดำเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน

อาสาสมัคร จำนวน 2 คน เป็นเพศชาย 1 คน และเพศหญิง 1 คน ปรารถนาลายนิ้วมือลงบน
ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ 3 ชุดตัวอย่าง นำเข้าสู่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 28, 42 และ 60 องศาเซลเซียส โดย
ให้อยู่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนวิธีการทดลอง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อครบตามเวลา นำตัวอย่างพื้นผิวถุงขยะสีดำเข้าสู่ตู้บอไอการ เมื่อกระบวนการอบไอการเสร็จสิ้น นำ
ตัวอย่างออกจากตู้บอไอการ และทำการพ่นสเปรย์สารละลาย Basic yellow 40 ลงบนตัวอย่าง ที่ไว้ประมาณ 5
วินาที แล้วใช้น้ำชะล้างสารละลายส่วนเกินออก และทิ้งไว้ให้แห้ง นำตัวอย่างไปถ่ายภาพ โดยฉายแสงไปยังพื้นผิว
ด้วยแสงที่ความยาวคลื่น 415 nm และใช้ฟิลเตอร์สีเหลืองในการถ่ายภาพ

การให้คะแนนรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านลายนิ้วมือแฝงเป็นผู้ให้คะแนน และ
เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักตามระบบการให้คะแนนลายนิ้วมือของ The Home Office ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนคุณภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏบนพื้นผิวถุงขยะสีดำ

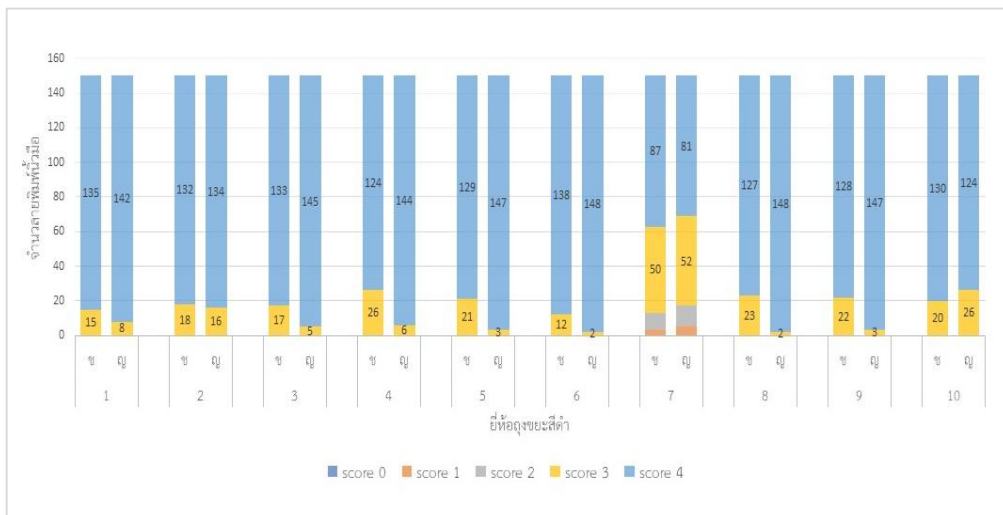
คะแนน	รายละเอียด
0	ไม่พบร่องรอย
1	พบร่องรอย แต่ไม่พบลายเส้นของลายนิ้วมือ
2	พบลายเส้นของลายนิ้วมือ 1/3 ของร่องรอย แต่ไม่สามารถใช้ในการยืนยันได้
3	พบลายเส้นของลายนิ้วมือระหว่าง 1/3 ถึง 2/3 ของร่องรอย สามารถใช้ในการยืนยันได้
4	พบลายเส้นของลายนิ้วมือแบบสมบูรณ์ สามารถใช้ในการยืนยันได้

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความแตกต่างของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำของเพศชายและเพศหญิง

ลายนิ้วมือที่ปรากฏบนพื้นผิวของถุงขยะสีดำเกือบทุกยี่ห้อ อยู่ในช่วงคะแนน 3 และ 4 คะแนน ซึ่งเป็นช่วงคะแนนของคุณภาพลายนิ้วมือที่สามารถใช้ในการยืนยันตัวบุคคลได้ ยกเว้นพื้นผิวถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 7 ที่มีคะแนนของคุณภาพลายนิ้วมืออยู่ที่ 1, 2, 3 และ 4 ซึ่งมีจำนวนน้อยไปหามากตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าพื้นผิวถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 7 นี้ มีคุณภาพการคงอยู่ของลายนิ้วมือบนพื้นผิวดังกล่าว่น้อยกว่ายี่ห้ออื่น ทำให้เมื่อผ่านกระบวนการทำให้ลายนิ้วมือปรากฏแล้วได้คะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือน้อยกว่ายี่ห้ออื่น

เมื่อทำการทดสอบทางสถิติว่าคะแนนของคุณภาพลายพิมพ์นิ้วมือบนถุงขยะสีดำของเพศชายและเพศหญิง มีความแปรปรวนแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลของ Levene's Test พบว่าค่า p-value เท่ากับ 0.059 ซึ่งมีความมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับ H_0 ดังนั้นเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่าคะแนนคุณภาพของลายพิมพ์นิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำของเพศชายและเพศหญิง มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และจากผลลัพธ์ t-test พบว่าค่า p-value (Sig.) เท่ากับ 0.960 ซึ่งมีความมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับ H_0 เป็นไปตามสมมติฐานที่ว่าคะแนนคุณภาพของลายพิมพ์นิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำของเพศชายและเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 แสดงคะแนนของคุณภาพลายพิมพ์นิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำของเพศชายและเพศหญิง

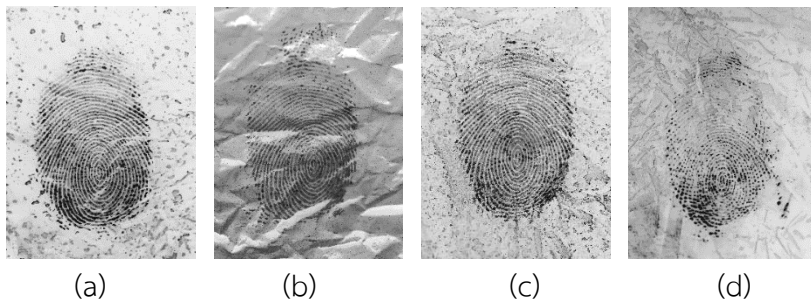
2. ผลการศึกษาคุณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่มีรอยยับ

จากการศึกษาคุณภาพของลายพิมพ์นิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่มีรอยยับอยู่ก่อนการประทับรอยลายนิ้วมือ พบว่ารอยยับที่เกิดขึ้นก่อนการประทับรอยลายนิ้วมือทำให้ลายเส้นของลายนิ้วมือบางจุดขาดหายไปเล็กน้อย ดังภาพที่ 3 แต่เมื่อวิเคราะห์ที่คุณภาพของลายนิ้วมือแล้วนั้นคะแนนของคุณภาพลายนิ้วมือน้อยอยู่ในช่วง 3 และ 4 คะแนน ซึ่งแสดงว่าลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่มีรอยยับอยู่ก่อนการประทับรอยลายนิ้วมือนั้นยังมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษเพียงพอต่อการยืนยันบุคคลได้

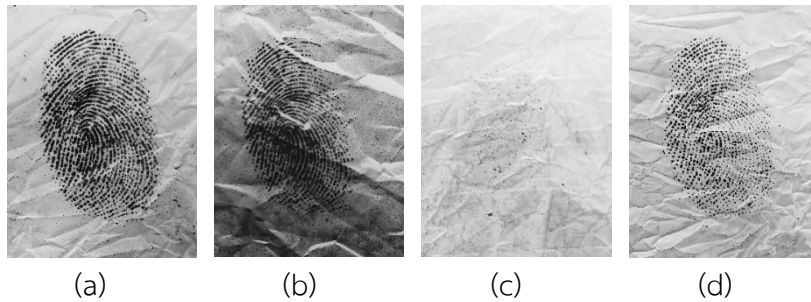
และจากการศึกษาคุณภาพของลายพิมพ์นิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่ทำให้เกิดรอยยับภายหลังการประทับรอยลายนิ้วมือ พบว่ารอยยับที่เกิดขึ้นภายหลังการประทับรอยลายนิ้วมือทำให้ลายเส้นของลายนิ้วมือเลือนและขาดหายไปบางส่วน ดังภาพที่ 4 เมื่อวิเคราะห์คะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือ พบว่าพื้นผิวถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 7

และ 9 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมืออยู่ในช่วง 1- 3 คะแนน และมีรอยลายนิ้วมือที่ได้ 3 คะแนน ซึ่งยืนยันตัวบุคคลได้ คิดเป็น 20 และ 51 เปอร์เซ็นต์ ของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่หือดังกล่าว ตามลำดับ

และเมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพของลายพิมพ์นิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่มีรอยยับก่อนการประทับลายนิ้วมือกับถุงขยะสีดำที่ทำให้เกิดรอยยับภายหลังการประทับรอยลายนิ้วมือ พบว่ามีค่า p-value น้อยกว่า 0.001 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าคุณภาพของลายพิมพ์นิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่มีรอยยับก่อนการประทับลายนิ้วมือกับคุณภาพของลายพิมพ์นิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่ทำให้เกิดรอยยับภายหลังการประทับรอยลายนิ้วมือมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยการทำให้เกิดรอยยับของถุงขยะสีดำภายหลังการประทับรอยลายนิ้วมือของถุงขยะสีดำ ยี่ห้อที่ 7 และ 9 ทำให้คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือลดลง คือลายนิ้วมือที่ใช้นิ้วชี้ตัวบุคคลได้ (คะแนน 3 และ 4) มีจำนวนน้อยกว่าพื้นผิวถุงขยะสีดำที่เกิดรอยยับก่อนการประทับรอยลายนิ้วมือ



ภาพที่ 3 ภาพถ่ายลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่มีรอยยับอยู่ก่อนการประทับรอยลายนิ้วมือ โดยถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 1 (a) ถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 7 (b) ถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 9 (c) และ ถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 10 (d) ตามลำดับ



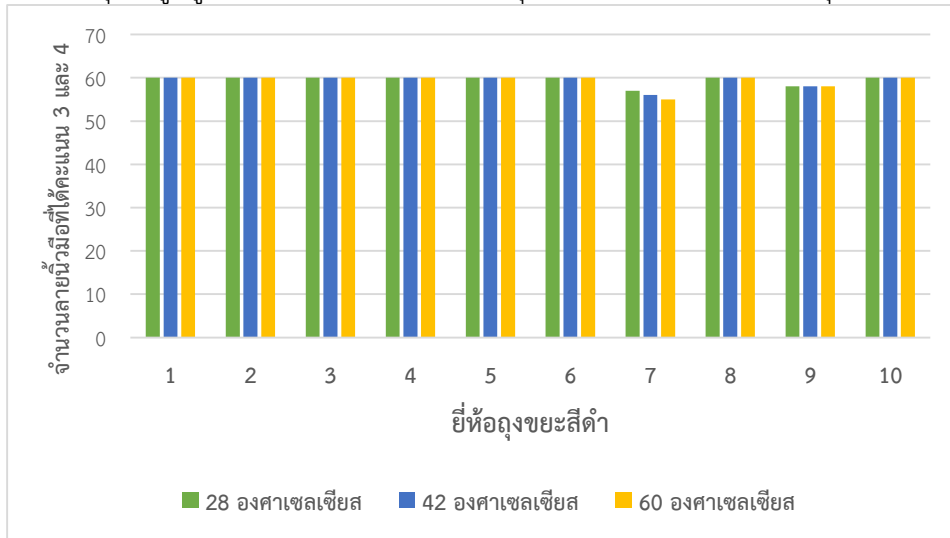
ภาพที่ 4 ภาพถ่ายลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่ทำให้เกิดรอยยับภายหลังการประทับรอยลายนิ้วมือ โดยถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 1(a) ถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 7(b) ถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 9(c) และ ถุงขยะสีดำยี่ห้อที่ 10 (d) ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาความแตกต่างอายุของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำ

จากการศึกษาความแตกต่างอายุของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำ เมื่อประทับลายนิ้วมือและทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 1 วัน 1 สัปดาห์ และ 1 เดือน พบว่าในช่วงเวลาระหว่าง 1 ชั่วโมง ถึง 1 สัปดาห์ ลายนิ้วมือบนถุงขยะสีดำมีคุณภาพไม่แตกต่างกัน คืออยู่ในเกณฑ์คะแนน 4 คะแนน จำนวนมาก และ 3 คะแนนเพียงจำนวนเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งเป็นลายนิ้วมือที่มีลักษณะพิเศษเพียงพอในการยืนยันตัวบุคคล และเมื่อทิ้งไว้เป็นเวลา 1 เดือน แม้ลายนิ้วมือบางส่วนจะมีคุณภาพลดลงจาก 4 คะแนน แต่ยังคงอยู่ในช่วง 3 คะแนน ซึ่งยังเป็น

ลายนิ้วมือที่มีลักษณะพิเศษเพียงพอในการยืนยันตัวบุคคลได้อยู่ ดังนั้นลายนิ้วมือบนถุงขยะสีดำเมื่อทิ้งไว้เป็นเวลา 1 เดือน มีคุณภาพสามารถใช้ยืนยันตัวบุคคลได้

4. ผลการศึกษาคุณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำ เมื่ออยู่ในสถานะที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน จากการศึกษาความแตกต่างอายุของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำ เมื่อประทับลายนิ้วมือและนำเข้าสู่ควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีอุณหภูมิแตกต่างกัน คือ 28, 42 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่าแม้อุณหภูมิแวดล้อมแตกต่างกัน ลายนิ้วมือบนถุงขยะสีดำมีคุณภาพไม่แตกต่างกัน คืออยู่ในเกณฑ์คะแนน 3 และ 4 คะแนน ซึ่งเป็นลายนิ้วมือที่มีลักษณะพิเศษเพียงพอในการยืนยันตัวบุคคล ดังนั้นลายนิ้วมือบนถุงขยะสีดำที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงถึง 60 องศาเซลเซียส ยังมีคุณภาพสามารถใช้ยืนยันตัวบุคคลได้



ภาพที่ 5 กราฟแสดงจำนวนลายนิ้วมือที่ได้คะแนน 3 และ 4 คะแนน บนพื้นผิวถุงขยะสีดำ เมื่ออยู่ในสถานะที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

การศึกษาความแตกต่างของคุณภาพลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำของอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิง เมื่อใช้แรงในการกดประทับลายนิ้วมือประมาณ 500 – 700 กรัม เป็นเวลา 10 วินาที เมื่อพิจารณาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏตามเกณฑ์คะแนนของ The Home Office พบว่ามีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าในงานวิจัยของสุนันทา (2559) จะพบว่าจำนวนรูลงบนนิ้วมือของเพศหญิงมากกว่าเพศชาย แต่เมื่อพิจารณาที่ลายเส้นและลักษณะสำคัญพิเศษบนรอยลายนิ้วมือในการยืนยันตัวบุคคลแล้วนั้นกลับพบว่าคุณภาพลายนิ้วมือของเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกัน

การศึกษาคุณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำที่มีรอยยับ เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างการประทับรอยลายนิ้วมือบนพื้นผิวที่มีรอยยับอยู่ก่อนกับการประทับรอยลายนิ้วมือก่อนที่จะทำให้พื้นผิวเกิดรอยยับ พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการทำให้เกิดรอยยับของถุงขยะสีดำภายหลังการประทับรอยลายนิ้วมือของถุงขยะสีดำ ยี่ห้อที่ 7 และ 9 ทำให้คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือลดลง ซึ่งการทำให้เกิดรอยยับภายหลังการประทับรอยลายนิ้วมือนั้นเป็นการทำลายรอยลายนิ้วมือบนพื้นผิว ส่งผลให้ลายนิ้วมือที่ติดอยู่บนพื้นผิวถูกรบกวน ซึ่งอาจลบเลือนไปหรืออาจเปื้อนซ้อนทับลายเส้น จึงทำให้คะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือลดลง

การศึกษาความแตกต่างอายุของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำ เมื่อทิ้งไว้เป็นเวลา 1 เดือน แม้ลายนิ้วมือบางส่วนจะมีคุณภาพลดลงจาก 4 คะแนน แต่ยังคงอยู่ในช่วง 3 คะแนน ซึ่งยังเป็นลายนิ้วมือที่มีลักษณะพิเศษเพียงพอในการยืนยันตัวบุคคลได้อยู่ ดังนั้นลายนิ้วมือบนถุงขยะสีดำเมื่อทิ้งไว้เป็นเวลา 1 เดือน มีคุณภาพ

สามารถใช้ยืนยันตัวบุคคลได้ นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงระยะเวลา 1 ชั่วโมง ถึง 1 สัปดาห์ คุณภาพลายนิ้วมือนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Scott และคณะ (2018) ซึ่งพบว่าที่เวลา 3 วัน และ 7 วัน คุณภาพของลายนิ้วมือบนถุงพลาสติกที่ตรวจพบไม่แตกต่างกัน

การศึกษาคุณภาพของลายนิ้วมือบนพื้นผิวถุงขยะสีดำ เมื่ออยู่ในสภาวะที่อุณหภูมิแตกต่างกัน โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 28 42 และ 60 องศาเซลเซียส คุณภาพของลายนิ้วมือที่พบไม่แตกต่างกัน ซึ่งเมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูงถึง 60 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดในประเทศไทยในปี 2565 ลายนิ้วมือที่ตรวจพบยังมีคุณภาพเพียงพอที่จะใช้ในการยืนยันตัวบุคคลได้ แสดงว่าที่อุณหภูมินี้ ยังไม่ทำลายสิ่งตกค้างจากลายนิ้วมือที่ประทับลงบนพื้นผิว อาจจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยการเพิ่มอุณหภูมิแวดล้อมขึ้นไปอีกเพื่อให้ทราบว่าที่อุณหภูมิเท่าใดจะทำให้ลายนิ้วมือมีคุณภาพลดลงจนไม่สามารถใช้ยืนยันบุคคลได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ รศ.ดร. รัชดาภรณ์ เบนจิวฒนานนท์ ซึ่งคอยแนะนำให้คำปรึกษาในทุกขั้นตอนของการวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโท สาขานิติวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดการศึกษา ขอขอบคุณภาคิวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับอุปกรณ์ และสถานที่ในการศึกษาวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 4 ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี สุดท้ายนี้ขอขอบผลประโยชน์ความดีความงามทั้งปวงที่เกิดขึ้นจากการศึกษานี้ให้แต่บิดา มารดา พี่สาว พี่ชาย ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณผู้ที่มีความช่วยเหลือที่ได้เอื้อนามที่ให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษาในการทำการวิจัยครั้งนี้ด้วย และหากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- กุลนาถ ชนาชินรัฐ และ สุธินี เกิดเทพ. 2566 การสำรวจวัสดุที่ใช้เป็นหีบห่อยาเสพติดและศึกษาเปรียบเทียบวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือบนวัสดุที่ใช้เป็นหีบห่อโดยอาศัยข้อมูลการเก็บลายนิ้วมือแฝงบนหีบห่อยาเสพติดที่ส่งตรวจพิสูจน์ในพื้นที่ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7 เป็นกรณีศึกษา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เบญจพร พรหมลี. 2556. การศึกษาถุงซิปลาสติกที่ใช้บรรจุยาเสพติดด้วยเทคนิค ATR-FTIR และ TGA. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุนันทา ยาวาปี. 2559. การศึกษารูปร่างของบริเวณลายนิ้วมือในลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษชนิดต่างๆ ด้วยวิธีนินไฮดริน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมจारी คันธชาติกุล. 2558. การศึกษาหาระยะเวลาการคงอยู่ลายนิ้วมือแฝงบนพลาสติก 3 ประเภท โดยใช้วิธีซูเปอร์กลูในสภาวะแวดล้อมแตกต่างกัน. น. 524-534 ใน: การประชุมวิชาการและนำเสนอผลการวิจัย ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6 กลุ่มระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- เอกชัย ปริกมะกุล และคณะ. 2561. การศึกษาการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือบนถุงพลาสติกดำแบบบาง โดยการอบไอกาวแล้วข้อมด้วยโรดามีน-6จี. น. 696-701 ใน: การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ "GRADUATE SCHOOL CONFERENCE 2018" มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

- Gabrielle Illston-Baggs, Paul Deacon, Julia Ivanova, Leisa Nichols-Drew, Rachel Armitage, Kevin J. Farrugia. 2022. An investigation into the detection of latent fingermarks on eco-friendly soft plastics packaging. *Forensic Chemistry* 29: 100427.
- Kevin J. Farrugia, Paul Deacon, Joanna Fraser. 2014. Evaluation of Lumicyano™ cyanoacrylate fuming process for the development of latent fingermarks on plastic carrier bags by means of a pseudo operational comparative trial. *Science and Justice* 54: 126–132.
- Lloy W.L. Davis, Paul F. Kelly, Roberto S.P. King, Stephen M. Bleay. 2016. Visualisation of latent fingermarks on polymer banknotes using copper vacuum metal deposition: A preliminary study. *Forensic science international*.
- Naomi Jones, Danielle Mansour, Milutin Stoilovic, Chris Lennard, Claude Roux. 2001. The influence of polymer type, print donor and age on the quality of fingerprints developed on plastic substrates using vacuum metal deposition. *Forensic Science International* 124: 167–177.
- Scott Chadwick, Sebastien Moret, Nilesh Jayashanka, Chris Lennard, Xanthe Spindler, Claude Roux. 2018. Investigation of some of the factors influencing fingermark detection. *Forensic Science International* 289: 381–389.
- S.M. Bleay, P.F. Kelly, R.S.P. King, S.G. Thorngate. 2019. A comparative evaluation of the disulfur dinitride process for the visualisation of fingermarks on metal surfaces. *Science & Justice* 59: 606–621.
- V.G. Sears, S.M. Bleay, H.L. Bandey, V.J. Bowman. 2012. A methodology for finger mark research. *Science and Justice* 52: 145–160.

สายอากาศไมโครสตริปสองย่านความถี่สำหรับการประยุกต์ใช้งานในเทคโนโลยี 5G Dual-Band Microstrip Antenna for Application in 5G Technology

อัครพงศ์ เจริญสงค์^{1*}, ภิมพล พูลพงศ์¹, ฐิติรัตน์ สาริกขพันธ์¹ และชยานิชฐ์ บุญสนิท¹
Aukarapong Jaroensong^{1*}, Peemapol Poolpong¹, Thitirat Sarikkaphan¹ and Chayanit Bunsanit¹

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ต. บ่อยาง อ. เมืองสงขลา จ. สงขลา 90000

¹ Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Srivijaya

1 Ratchadamnoennok Rd. Boyang Sub-district, Muang District, Songkhla 90000

*Corresponding author E-mail: drchayanit@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างสายอากาศไมโครสตริปที่ใช้งานในย่านความถี่ คือ 700 - 800 MHz และ 2.6-2.7 GHz ซึ่งเป็นความถี่ในย่าน 5G โดยการออกแบบสายอากาศมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ใช้วัสดุฐานรองชนิด FR4 ซึ่งมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกเท่ากับ 4.3 ถูกป้อนด้วยสายนำสัญญาณไมโครสตริป 50 โอห์ม โดยสายอากาศมีขนาด $115 \times 62 \times 1.6 \text{ mm}^3$ ทั้งนี้การออกแบบจะใช้เทคนิคการปรับจูนสแต็ปรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีการตัดมุม และการเจาะร่องที่กราวด์แบบปลายเปิด เพื่อให้สายอากาศสามารถทำงานได้ในสองย่านความถี่ตามที่เรากำลังต้องการ จากการออกแบบและทดสอบผล โดยใช้โปรแกรม CST Microwave Studio ปรากฏว่าสายอากาศสามารถใช้งานได้ทั้งในย่านความถี่ที่ต้องการโดยมีค่าการสูญเสียย้อนกลับน้อยกว่า -10 dB ตลอดย่านความถี่ 684 - 800 MHz และ 2.4 - 3.0 GHz เป็นไปตามที่ต้องการ และยังครอบคลุมความถี่เครือข่ายท้องถิ่นไร้สายด้วย

คำสำคัญ : สายอากาศไมโครสตริป, เทคโนโลยี 5G, สแต็ป, การเจาะร่องแบบปลายเปิด

Abstract

This paper presents the design and construction of a microstrip antenna which operated in the frequency bands of 700 - 800 MHz and 2.6-2.7 GHz, and they are frequencies in the 5G band. The substrate of microstrip antenna is FR4 which has dielectric constant (ϵ_r) is 4.3 with overall dimension of $115 \times 62 \times 1.6 \text{ mm}^3$. The antenna is excited with 50-ohm microstrip line. The proposed antenna is design by using technique of rectangular stub tuning with beveling and truncated rectangular ground plane. CST Microwave Studio was used to perform the design and optimization process. The result from designing show that return loss of less than -10 dB for frequency bands 684 - 800 MHz and 2.4 - 3 GHz as desired. It also covers wireless local area network frequencies (WLAN).

Keywords : Microstrip antenna, 5G technology, Stub, Open ended slotted

บทนำ

จากความสำเร็จในการใช้งานระบบสื่อสารเคลื่อนที่ในยุคที่ 4 หรือ 4G ซึ่ง นำมาสู่การพัฒนาาระบบสื่อสารเคลื่อนที่ในยุคที่ 5 หรือ 5G เป็นระบบการสื่อสารที่เริ่มใช้มากขึ้นในปัจจุบัน โดยได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับการรับส่งปริมาณข้อมูลขนาดใหญ่ ในยุคที่สังคมมีความต้องการใช้งานในการเชื่อมต่อตลอดเวลา อีกทั้งการ

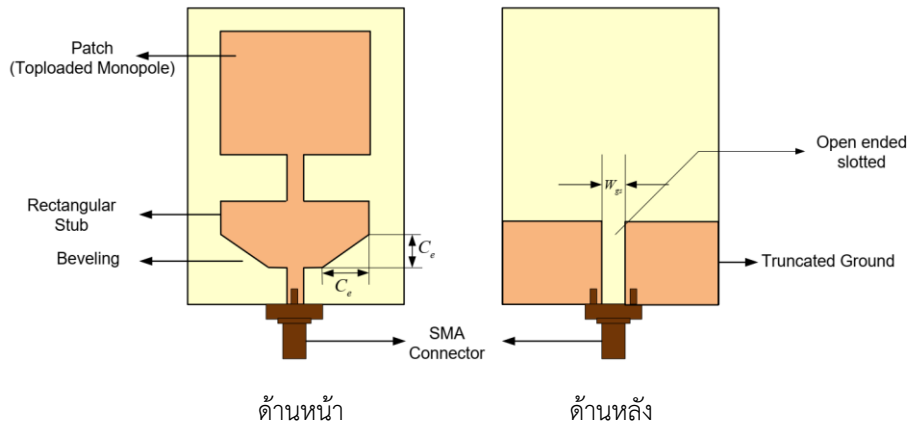
ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านเครือข่ายระบบอินเทอร์เน็ตหรือที่เรียกว่า ระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things หรือ Iots) นอกจากนี้ยังเป็นการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ถึงอุปกรณ์ (Machine to Machine หรือ M2M) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออุปกรณ์กับเครื่องมือต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน ไม่ว่าจะ เป็นเครื่องมือ ยานพาหนะ หรืออาคาร สิ่งก่อสร้างที่มีการติดตั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ และเครือข่ายการเชื่อมต่อต่างๆ ที่ทำให้อุปกรณ์เหล่านี้สามารถส่งผ่านข้อมูลถึงกันได้ [1]

ความต้องการการใช้ปริมาณข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้นในระบบสื่อสารเคลื่อนที่ 5G จึงได้กำหนดย่านความถี่การใช้งานเป็น 2 ย่าน คือ ย่านความถี่ที่ต่ำกว่า 6 GHz (Sub 6 GHz) และย่านความถี่สูงกว่า 24 GHz (mm-Wave) ซึ่งที่ย่านความถี่ยิ่งสูงก็สามารถรองรับปริมาณการใช้งานได้มากกว่า และความหน่วงของข้อมูล (Latency) ก็จะน้อยกว่าเช่นกัน แต่ข้อด้อยของย่านความถี่สูง คือ ครอบคลุมพื้นที่ได้รัศมีที่แคบกว่าที่ย่านความถี่ต่ำ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้งานย่านความถี่ขึ้นอยู่กับลักษณะกลุ่มของผู้ใช้งานด้วย โดยปกติที่ย่านความถี่ต่ำ หรือ Sub 6 GHz เป็นย่านที่นิยมใช้งานในระบบการสื่อสารเชิงพาณิชย์อยู่แล้ว ส่วนย่านความถี่สูงในระดับ 24 GHz ยังมีการใช้งานที่น้อยมาก สำหรับประเทศไทยนั้น สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้จัดการประมูลคลื่นความถี่สำหรับนำไปพัฒนาต่อยอดระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ 5G เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2563 โดยย่านความถี่ที่ได้รับการประมูลโดยผู้ให้บริการประกอบด้วยความถี่ 700 เมกะเฮิร์ตซ์ 2600 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 26 กิกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งในขณะนั้นมีบริษัทเข้าร่วมประมูลจำนวน 5 บริษัท คือ AIS DTAC Truemove ToT และ CAT และในปัจจุบันได้เริ่มมีการให้บริการสองความถี่แรกในบางพื้นที่แล้ว [2]

ดังนั้นบทความนี้จะนำเสนอการออกแบบสายอากาศ 5G ที่สามารถใช้งานได้ 2 แลบบความถี่ (Dual band) คือ 700-800 MHz และ 2.6-2.7 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่นิยมใช้ในระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ปัจจุบัน ในการออกแบบสายอากาศจะใช้เทคนิคการปรับจูนสตัดรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Stub) ร่วมกับการตัดมุม (Beveling) และเทคนิคการลดขนาดของกราวนด์ (Truncated ground) พร้อมทั้งการเจาะร่องกราวนด์แบบปลายเปิด (Open ended slotted) เพื่อให้สายอากาศที่ต้องการใช้งานได้ทั้งสองย่านความถี่ 5G จากนั้นจึงนำไปสร้างเป็นสายอากาศจริง แล้วทำการทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์ห้วงจรข่าย และเปรียบเทียบกับผลที่ได้กับผลจากการจำลองด้วยโปรแกรม CST Microwave Studio ด้วย

เทคนิคการการออกแบบสายอากาศ

เทคนิคการออกแบบสายอากาศเพื่อให้สายอากาศสามารถใช้งานได้สองย่านความถี่ จากการทบทวนปริวรรตวรรณกรรม พบว่าจากบทความ [3] ซึ่งนำเสนอการออกแบบสายอากาศในย่านความถี่ 780 MHz – 2.25 GHz ด้วยวิธีปรับจูนสตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และการปรับลดขนาดของกราวนด์ลง ให้ผลตอบสนองที่ดีในย่านความถี่ที่ต้องการ สายอากาศมีแถบความถี่กว้าง (Wideband) ในการใช้งานถึง 97% นอกจากนี้ยังใช้วัสดุในการสร้างสายอากาศที่ราคาไม่แพง และสร้างได้ง่าย จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจในการทำมาออกแบบสายอากาศที่เราต้องการ จากบทความ [4] เป็นการนำเสนอเทคนิคใหม่ในการออกแบบสายอากาศแพตช์ไม่สมมาตรที่มีการตัดมุมและการเจาะกราวนด์ปลายเปิดแบบ (Open slot end) รูปตัวยู (U) ซึ่งเป็นเทคนิคการออกแบบที่ทำให้สายอากาศสามารถทำงานได้ที่แถบความถี่กว้าง ตั้งแต่ 2.95 – 12.1 GHz แถบความถี่กว้าง 122% และการตัดมุมที่บริเวณแพตช์ทำให้เกิดการเข้าคู่ (Matching) ที่ดีขึ้นในช่วงความถี่สูง นอกจากนี้ยังมีบทความ [5] [6] [7] ที่ใช้เทคนิคดังกล่าวในการออกแบบสายอากาศด้วย จากเทคนิคที่กล่าวมาทั้งหมดนำไปสู่การประยุกต์เทคนิคต่าง ๆ ในการออกแบบสายอากาศไว้ด้วยกัน เพื่อให้สายอากาศทำงานในแถบความถี่ที่ต้องการได้ โดยสายอากาศมีโครงสร้างดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เทคนิคการออกแบบโครงสร้างของสายอากาศไมโครสตริป

ขั้นตอนการออกแบบ และโครงสร้างของสายอากาศ

สายอากาศไมโครสตริปมีโครงสร้าง 3 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นบนสุด คือ แพตช์ (Patch) และสตริปไลน์ (Strip line) ชั้นกลางเป็นส่วนของวัสดุฐานรอง (Substrate) ซึ่งเป็นวัสดุชนิด FR4 หนา (h) 1.6 มิลลิเมตร โดยมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (Dielectric constant) หรือ ϵ_r เท่ากับ 4.3 มีค่า Loss tangent ($\tan \delta$) เท่ากับ 0.025 และชั้นล่างสุด คือ กราวนด์ (Ground) แสดงดังภาพที่ 2 (ก) และในภาพที่ 2 (ข) สามารถคำนวณหา ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้จากสมการต่อไปนี้ [8]

$$W_p = \frac{c}{2f_0 \left(\sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}} \right)} \quad (1)$$

เมื่อ W_p คือความกว้างของแพตช์ (m) c คือ ความเร็วแสง (m/s) และ f_0 คือความถี่ที่พิจารณา (Hz) จากนั้น หาค่าความยาวแพตช์ (L_p) จาก

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2)$$

โดยที่

$$\Delta L = 0.412 \times h \times \left(\frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{W_p}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left(\frac{W_p}{h} + 0.8 \right)} \right) \quad (3)$$

$$\epsilon_{eff} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right) + \left(\frac{\epsilon_r - 2}{2} \right) \left(\sqrt{1 + 12 \frac{h}{W_p}} \right)^{-1} \quad (4)$$

และ

$$L_{eff} = \frac{C}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (5)$$

การคำนวณหาความกว้างของสายนำสัญญาณไมโครสตริป (W_f) [9]

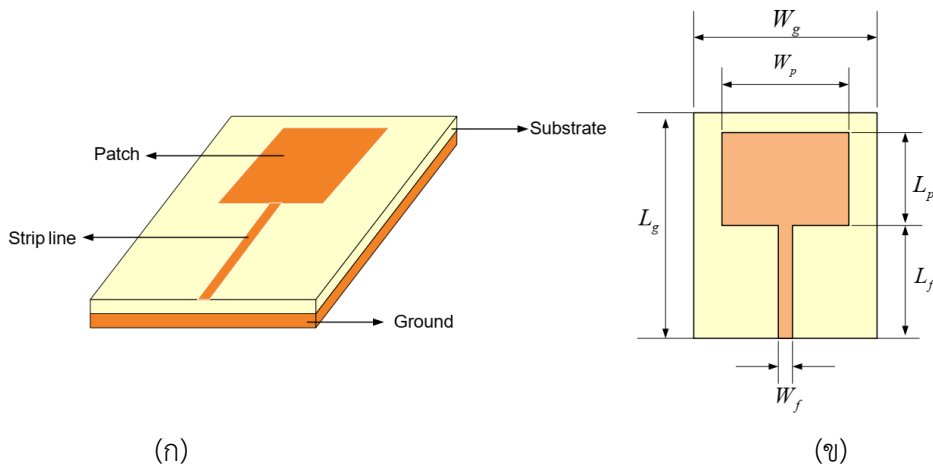
$$\frac{W_f}{h} = \frac{2}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right\} \quad (6)$$

เมื่อ $B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$ ในกรณีนี้ค่า $W_f = 3.2$ mm. สำหรับการคำนวณค่า (W_g) และความยาวของกราวนด์ (L_g) [10] ดังนี้

$$W_g = (6 \times h) + W_p \quad (7)$$

และ

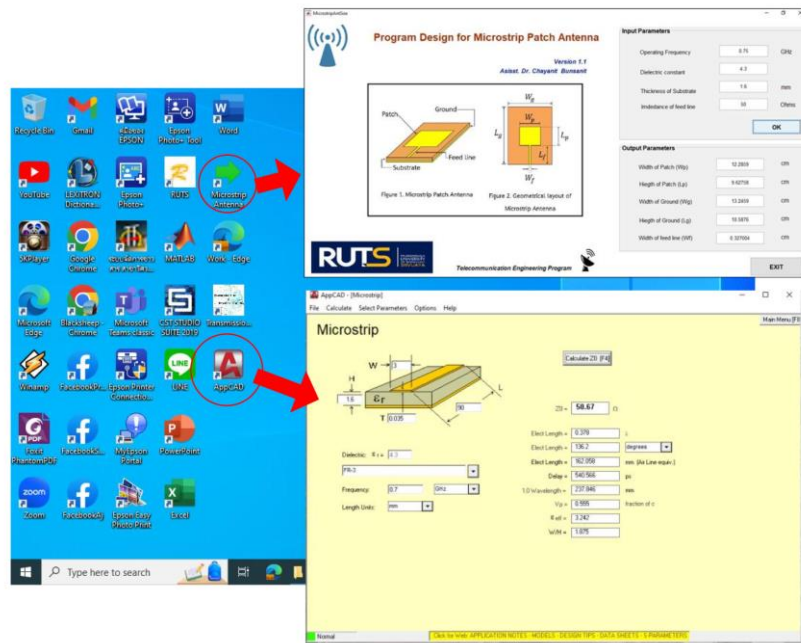
$$L_g = (6 \times h) + L_p \quad (8)$$



ภาพที่ 2 (ก) โครงสร้างของสายอากาศไมโครสตริป (ข) ขนาดของมุมมองด้านบนของสายอากาศไมโครสตริป

ขั้นแรกเริ่มต้นจากการหาขนาดของสายอากาศไมโครสตริป โดยใช้สมการที่ (1) ถึงสมการที่ (8) ซึ่งจะนำไปคำนวณโดยใช้ GUI (Graphic User Interface) ของโปรแกรม MATLAB และใช้โปรแกรม AppCAD (<https://www.broadcom.com/info/wireless/appcad>) สำหรับใช้ในการหาค่า W_f และ L_f เพื่อช่วยในการคำนวณมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น แสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งในครั้งแรกของการออกแบบจะนำค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB GUI และ AppCAD มาออกแบบ ตามตารางที่ 1 นั่นคือ $W_g = W_s = 132$ mm. $L_g = L_s = 105$ mm. $W_p = 122$ mm. $L_p = 96$ mm. $W_f = 3$ mm. และ $L_f = 5$ mm. (เมื่อ W_s และ L_s คือ ขนาดความกว้าง และความยาวของวัสดุฐานรองตามลำดับ) จากนั้นจึงทำการปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ต่อไป โดยทำการปรับขนาด แล้วสังเกตการเปลี่ยนค่า S_{11} เพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการ และรูปร่างของโครงสร้างสายอากาศที่เหมาะสมตามต้องการ แสดงดังภาพที่ 4 (ก) และภาพที่ 4 (ข) แสดงค่า S_{11} เปรียบเทียบระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 5 ซึ่งปรับขนาดเรียบร้อยแล้ว จากการปรับขนาดจะเห็นว่าได้ค่า S_{11} ที่ดีขึ้น

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567

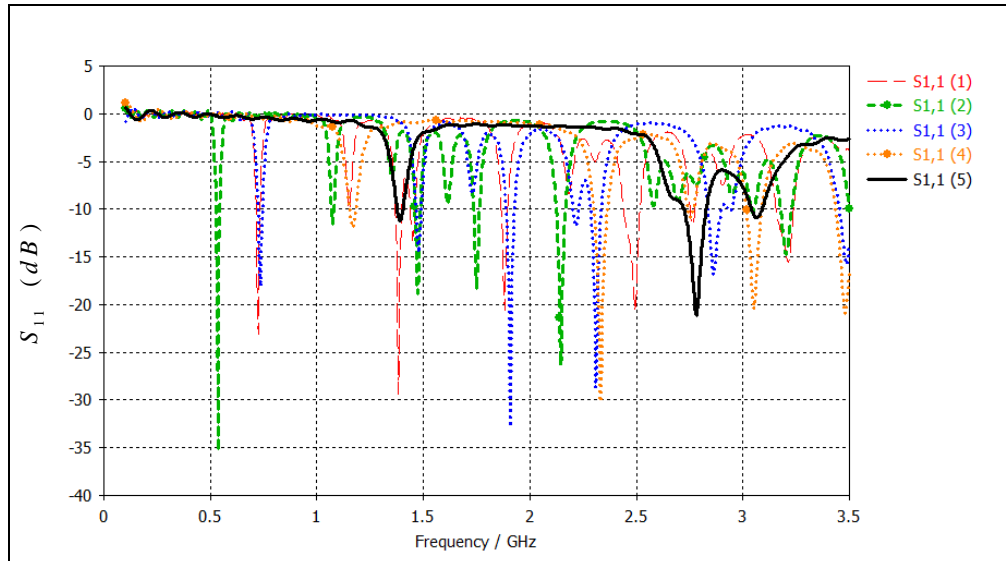


ภาพที่ 3 โปรแกรม GUI ของ MATLAB และโปรแกรม AppCAD

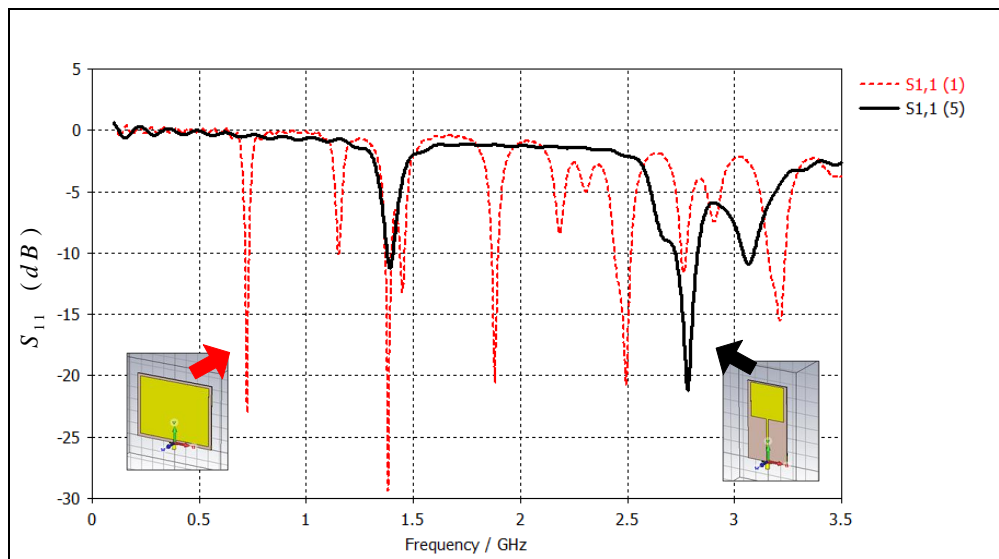
ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ของขนาดของสายอากาศ

ครั้งที่	ค่าพารามิเตอร์ (มิลลิเมตร)					
	W_g	L_g	W_p	L_p	W_f	L_f
1	141	112	131	103	3.2	5
2	120	140	103	131	3	5
3	100	120	80	110	3	5
4	60	115	50	60	3	50
5	62	115	52	50	3	63

นำค่าของพารามิเตอร์ที่ปรับในครั้งที่ 5 ไปทำการปรับแต่งโดยใช้เทคนิคการปรับขนาดของกราวนด์ให้
เล็กลง (Truncated ground) โดยการปรับค่า L_g จาก 115 มม. เป็น 23 มม. แสดงดังภาพที่ 5



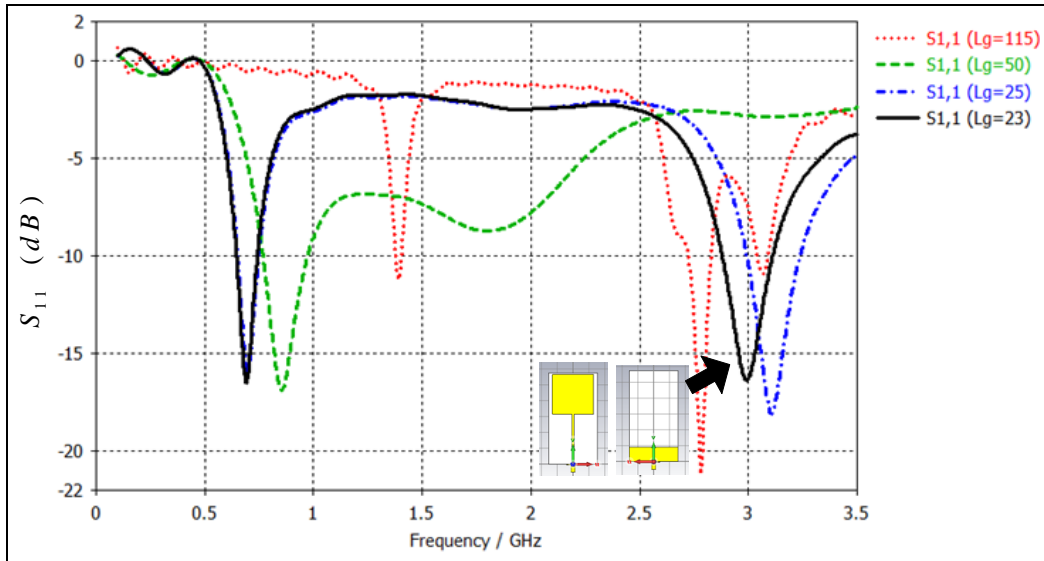
(ก)



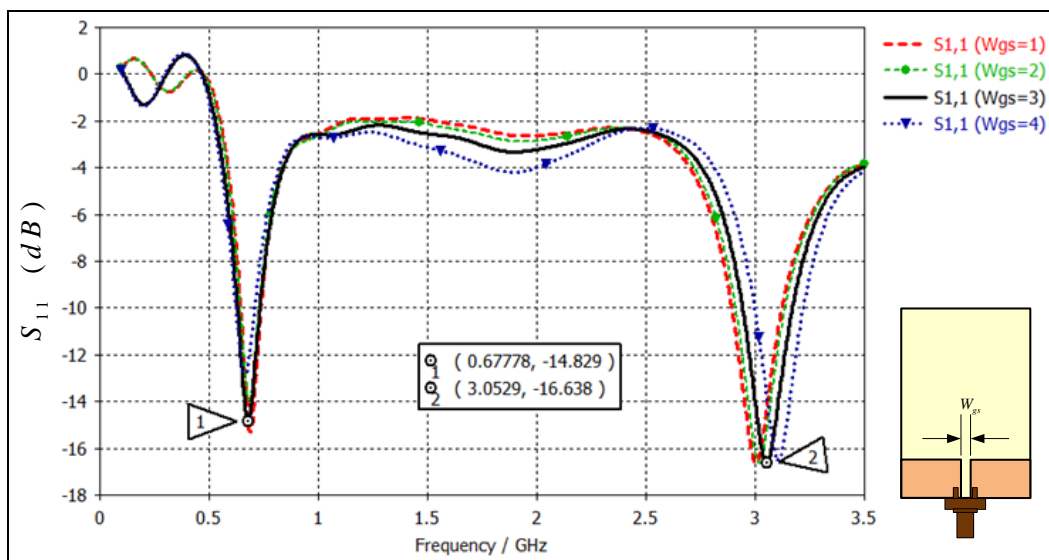
(ข)

ภาพที่ 4 (ก) ค่า S_{11} เมื่อมีการปรับพารามิเตอร์ตามตารางที่ 1 (ข) เปรียบเทียบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 5

ขั้นตอนต่อไปจึงทำการเซาะร่องกราวด์แบบปลายเปิด โดยการปรับเปลี่ยนขนาดความกว้างของร่อง (W_{gs}) ตั้งแต่ 1 มม. - 4 มม. ได้ผลการจำลองค่า S_{11} ดังภาพที่ 6 และเลือกค่า $W_{gs} = 3$ มม. เนื่องจากผลของค่า S_{11} ไม่ได้แตกต่างกันมาก และง่ายต่อการสร้างจริง

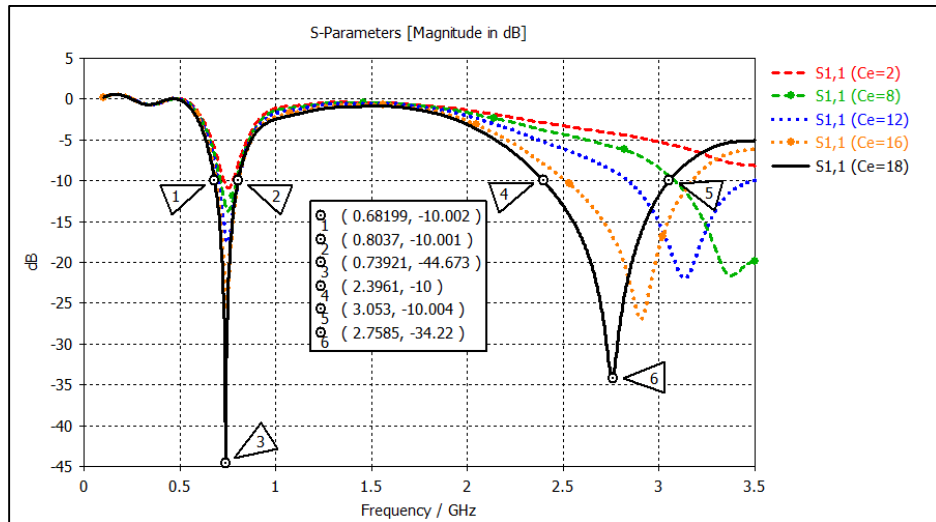


ภาพที่ 5 ค่า S_{11} เมื่อมีการปรับขนาดของกราวด์ให้มีความเล็กลง จาก $L_g = 115$ mm. เป็น $L_g = 23$ mm.



ภาพที่ 6 ค่า S_{11} เมื่อมีการปรับขนาดการเซาะร่องแบบปลายเปิดที่กราวด์

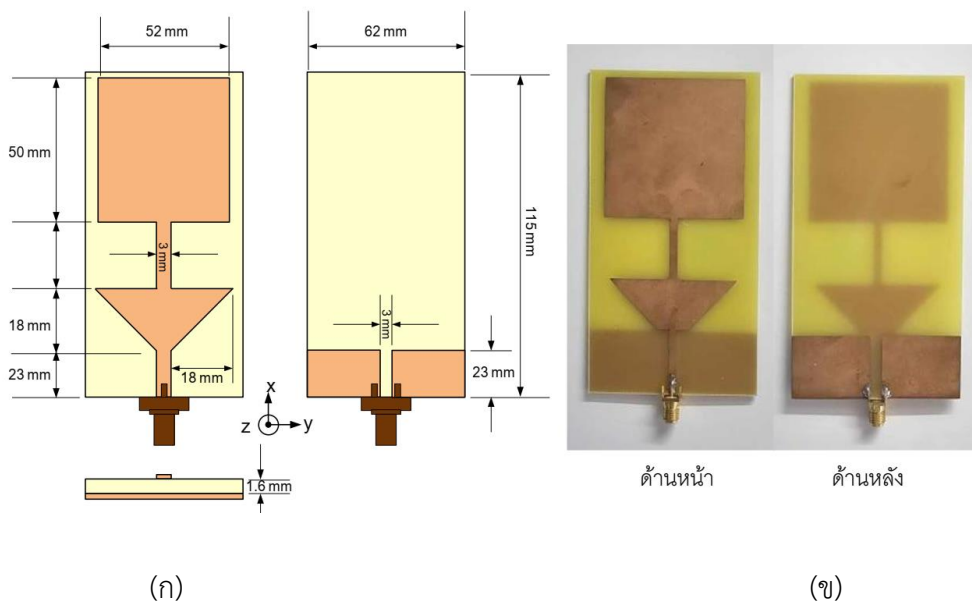
ในขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบจะเป็นการใช้เทคนิคเพิ่มสตาบรูปลี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีการตัดมุม ซึ่งค่า S_{11} ในขณะที่ทำการตัดมุมตามระยะของ C_c ของสตาบตั้งแต่ 2 มม. ถึง 18 มม. แสดงดังภาพที่ 7 ดังนั้นจะทำให้ได้สายอากาศตามที่ต้องการ



ภาพที่ 7 ค่า S_{11} เมื่อใช้เทคนิคปรับจูนสลับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีการตัดมุม

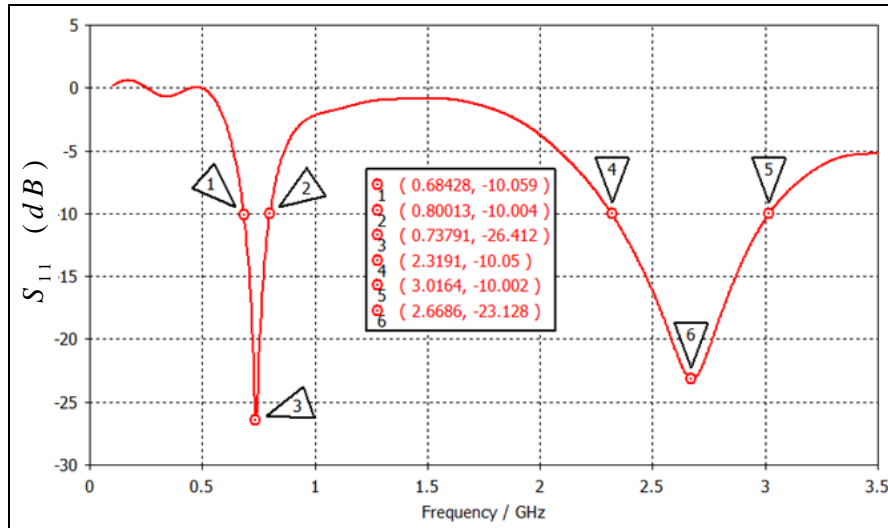
เปรียบเทียบผลของสายอากาศที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรมกับสายอากาศที่สร้างจริง

สายอากาศที่ทำการออกแบบเรียบร้อยแล้วจะมีโครงสร้างดังภาพที่ 8 (ก) จากนั้นจึงนำไปสร้างเป็นสายอากาศจริงดังภาพที่ 8 (ข)

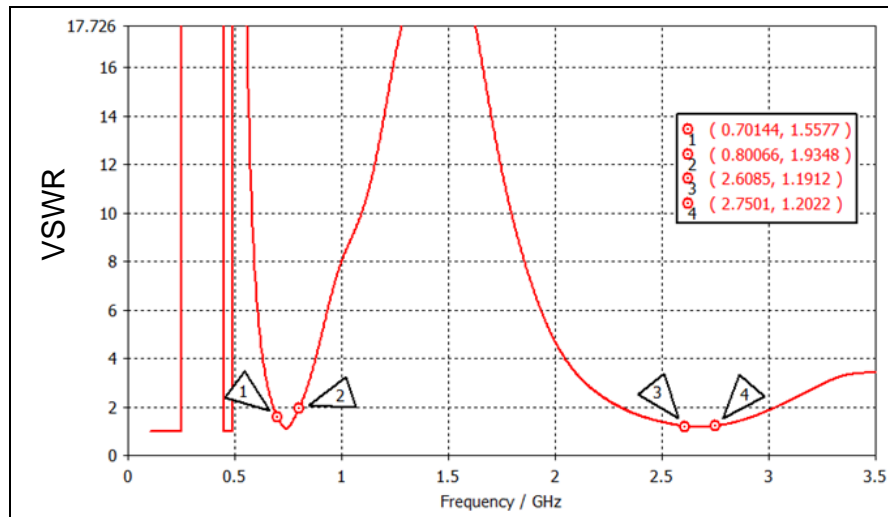


ภาพที่ 8 (ก) โครงสร้างสายอากาศที่ออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว (ข) สายอากาศที่สร้างจริง

ค่า S_{11} ที่ต่ำกว่า -10 dB ของสายอากาศที่จำลองด้วยโปรแกรม CST Microwave Studio ปรากฏว่าในแถบความถี่แรกมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 684 – 800 MHz และแถบความถี่ที่สูงกว่าอยู่ในช่วงประมาณ 2.4 – 3.0 GHz และค่า VSWR ก็มีค่าน้อยกว่า 2 ตลอดย่านความถี่ที่เราต้องการเช่นกัน ดังภาพที่ 9 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



(ก)

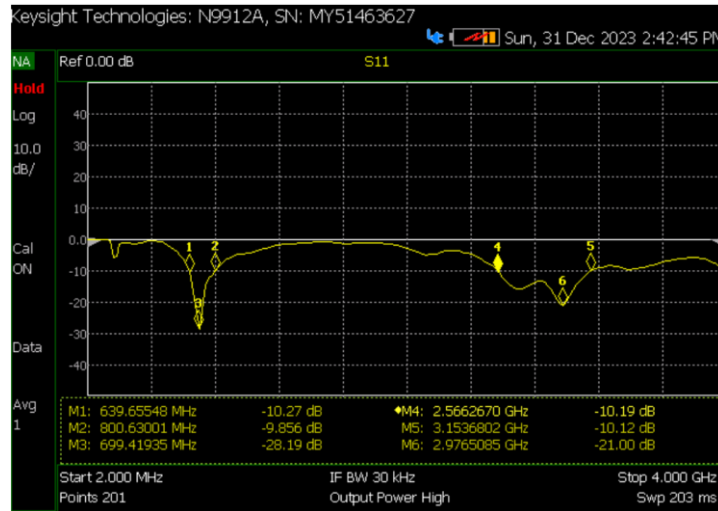


(ข)

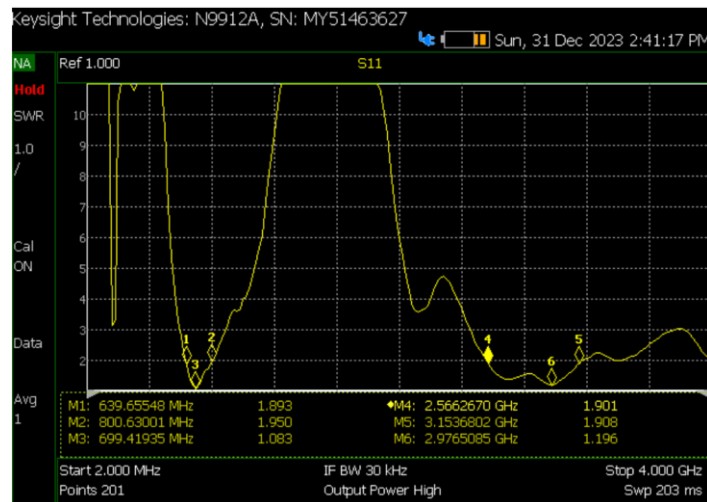
ภาพที่ 9 (ก) ค่า S_{11} (ข) ค่า VSWR ของสายอากาศที่ออกแบบด้วยโปรแกรม

นอกจากนี้ จากการผลการจำลองแบบจะเห็นได้ว่า แถบความถี่ครอบคลุมความถี่ที่นิยมใช้งานด้วย คือ WLAN ซึ่งตามมาตรฐาน IEEE 802.11b/g (2.4-2.484 GHz)

สำหรับสายอากาศที่สร้างจริงเมื่อนำไปวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ห้วงจรขายของบริษัท Keysight Technology รุ่น Field Fox N9912A ปรากฏว่าผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากการออกแบบเล็กน้อย คือ แถบความถี่แรกมีค่า 640 – 800 MHz และแถบความถี่ที่สองอยู่ในช่วง 2.56 - 3.1 GHz แถบความถี่มีการขยับเล็กน้อย ซึ่งค่า VSWR ก็เช่นเดียวกัน ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในการสร้างสายอากาศ อย่างไรก็ตามสายอากาศที่สร้างขึ้นก็ยังคงมีค่า $S_{11} < -10$ dB และค่า VSWR < 2 ตลอดช่วงความถี่ที่เราต้องการได้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 10 (ก) ค่า S_{11} (ข) ค่า VSWR ของสายอากาศที่ออกแบบด้วยโปรแกรม

สรุปผล

สายอากาศไมโครสตริปที่ออกแบบ โดยใช้เทคนิคการจูนปรับสลับแบบสี่เหลี่ยมที่มีการตัดมุม และการลดพร้อมทั้งเซาะร่องกราวนด์แบบปลายเปิด เป็นสายอากาศที่ใช้วัสดุที่ราคาไม่แพง สามารถสร้างได้ง่าย เนื่องจากมีรูปแบบทางเรขาคณิตแบบง่าย ไม่ซับซ้อน และยังทำให้ค่า S_{11} น้อยกว่า -10 dB ค่า VSWR น้อยกว่า 2 และเมื่อทำไปสร้างเป็นสายอากาศจริง ผลการวัดปรากฏว่าสามารถทำงานได้ดีที่สุดที่ความถี่ประมาณ 700 GHz โดยมีค่า S_{11} เท่ากับ -28 dB และยังคงครอบคลุมย่านความถี่ที่ต้องการ ดังนั้นเราจึงสามารถนำสายอากาศไปประยุกต์ใช้งานสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบสื่อสารไร้สายในย่านความถี่ 5G ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ในการสนับสนุนด้านสถานที่ เครื่องมือ และโปรแกรมจำลองต่าง ๆ รวมทั้งสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัยร่วมกันของนักศึกษาและอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

เอกสารอ้างอิง

พิชญา ชัยปัญญา. 2564. การออกแบบสายอากาศสวิตซ์ลำคลื่นสำหรับเทคโนโลยีโครงข่ายกายสัมพันธ์ไร้สาย.

Thai Journal of Health Technology ปีที่ 1, ฉบับที่ 1 สิงหาคม 2563 - มกราคม 2564
ประยุทธ์ อัครเอกภาลิน. การสื่อสารเคลื่อนที่ 5G และสายอากาศ. วารสารวิชาการพระนครเหนือ. ปีที่ 31, ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2564

Indhu K.K and P. Mohanan. Compact Broadband Toploaded Planar Monopole Antenna for Low Frequency Applications. India Antenna Week (IAW). Kolkata India. 2011.

WeiXing Liu, YinZeng Yin, WenLong Xu, and ShaoLi Zuo. Compact Open-Slot Antenna with Bandwidth Enhancement. IEEE Antenna and Wireless Propagation Letter. 2011.

Anubhav Kumar, Asok De and R. K Jain. Modified Open slot based Two-Element Compacts Antenna for 5G and wearable applications. Interantional Conference on Signal Processing and Integrated Network (SPIN). 2021

N. Behdad and K. Sarabandi. A wide-band slot antenna design employing a fictitious short circuit concept. IEEE Transaction Antennas Propagation. Vol. 53, No. 1, pp. 475-482, Jan 2005.

Praveen Tiwari and Praveen Kumar Malik. Design of UWB Antenna for the 5G Mobile Communication Applications: A Review. International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM). Amity University. 2020

D. Imran, M.M. Farooqi, M. I. Khattak, and Z. Ullah, M.A. Khattak and H. Dar. Millimeter Wave Microstrip Patch Antenna for 5G Mobile Communication. International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET). Lahore, Pakistan. 22-23 February 2018.

Huahua Yang and Shu Yan. Degrign of a Dualband Printed Monopole Antenna WLAN Applications. 4th International Conference on Wireless Communication Networking and Mobile Computing. 2008.

P.A. Nawale and Prof. R.G. Zope. Design and Improvement of Microstrip Patch Antenna Parameters Using Defect Ground Structure. Journal of Engineering Research and Applications. Vol. 4, Issue 6 (Version 3), June 2014, pp. 123-129.

หุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Small Diving Robot with 5 Propellers Controlled by a Microcontroller

ภาณุเดช ศรีกระจ่าง^{1*} กীরดิช สายพัทลุง¹ มารุต สื่อดิลกวัฒนา¹ และอภิสิทธิ์ แก้วโก¹

Panudach Srikrjang^{1*}, Keeradit Saipattalung¹, Marut Suedilokwatthana¹ and Apisit Kaewko¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
เลขที่ 9 แจ่งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพฯ 10220

¹Smart Electronics and Computer Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Phranakhon Rajabhat University

9 Changwattana Road, Bangkhen Bangkok, Thailand 10220

*Corresponding author E-mail: panudach.ig93@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์ในการสร้างหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กที่สามารถสำรวจใต้น้ำ เพื่อทำหน้าที่แทนนักดำน้ำ ซึ่งจะลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากแรงดันน้ำที่ส่งผลกระทบต่อนักดำน้ำ โดยจะทำการสร้างหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดความยาว 35 เซนติเมตร กว้าง 32 เซนติเมตร และสูง 20 เซนติเมตร ติดตั้งกล้อง และมือจับวัตถุที่มีน้ำหนักไม่เกิน 200 กรัม โดยหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นจะสามารถเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ขึ้นลง หยิบจับวัตถุได้ ผลการทดสอบพบว่าหุ่นยนต์สามารถดำน้ำลงไปถึงความลึก 150 เซนติเมตรใช้เวลาเฉลี่ยที่ 9.57 วินาที การลอยตัวขึ้นผิวน้ำจากความลึก 150 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 15.96 วินาที เลี้ยวซ้ายที่ระยะทาง 150 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 17.38 วินาที เลี้ยวขวาที่ระยะทาง 150 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 17.99 วินาที เดินหน้าที่ระยะทาง 150 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 7.82 วินาที ถอยหลังที่ระยะทาง 150 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 18.32 วินาที หยิบจับวัตถุ น้ำหนัก 200 กรัม ที่ความลึก 150 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 22.38 วินาที ซึ่งจะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพที่ 150 เซนติเมตร และน้ำหนักวัตถุไม่เกิน 200 กรัม

คำสำคัญ : หุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็ก 5 ใบพัด แรงดันน้ำ นักดำน้ำ

Abstract

Development of a small diving robot with 5 propellers controlled by a microcontroller. The objective is to create a small diving robot that can explore underwater to act as a diver. This reduces the risk of water pressure affecting divers. They will build a diving robot measuring 35 centimeters long, 32 centimeters wide and 20 centimeters high, equipped with a camera and a handle to grab objects weighing no more than 200 grams. The developed robot can move forward, backward, turn left, turn right, go up and down, and pick up objects. Test results showed that the robot could dive to a depth of 150 centimeters in an average of 9.57 seconds. Floating to the surface from a depth of 150 centimeters took an average of 15.96 seconds. Turning left at a distance of 150 centimeters took an average of 17.38 seconds. Turning right at a distance of 150 centimeters takes an average of 17.99 seconds. Going forward at a distance of 150

centimeters takes an average of 7.82 seconds. Backward at a distance of 150 centimeters takes an average of 18.32 seconds. Grabbing an object weighing 200 grams at a depth of 150 centimeters takes an average of Average at 22.38 seconds. It can be seen that a small diving robot with 5 propellers is controlled by a microcontroller. It can work effectively at a depth 150 centimeters and an object weight not exceeding 200 grams.

Keywords : Small Diving Robot, 5 Propellers, Water Pressure, Diver.

บทนำ

ในปัจจุบันการดำน้ำได้รับความนิยมอย่างมากโดยเฉพาะการดำน้ำเพื่อการท่องเที่ยว อีกทั้งยังมีการดำน้ำอีกหลายลักษณะ เช่น การดำน้ำเพื่อการสำรวจ การดำน้ำเพื่อการกู้ภัย เป็นต้น แต่การดำน้ำในลักษณะต่าง ๆ ก็ จะมีความเสี่ยงต่อชีวิต สุขภาพของนักดำน้ำอีกด้วย เช่น เหตุการณ์นักดำน้ำเสียชีวิตในการสำรวจ กู้ภัย ทั้ง ภายในประเทศ เช่น เหตุการณ์การดำน้ำช่วยเหลือกลุ่มนักฟุตบอลทีมหมูป่า ในปี 2561 เหตุการณ์นักดำน้ำ เสียชีวิตขณะดำสำรวจภายในสวนสาธารณะ “ทะเลสองห้อง” ในปี 2564 และต่างประเทศ เช่น เหตุการณ์นักดำ น้ำมาเลย์เสียชีวิต 6 ราย ระหว่างปฏิบัติการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพลัดตกบ่อเหมือง ในปี 2561 เป็นต้น ซึ่งจะ เห็นได้ว่าการดำน้ำมีความเสี่ยงต่อชีวิต และสุขภาพของนักดำน้ำอย่างมาก โดยปัญหาที่เกิดจากการดำน้ำมีอยู่ หลายประการ ซึ่งจะเริ่มจากหัวใจจะเต้นช้าลง และเมื่ออยู่ที่ระดับความลึกเกิน 5 เมตร สมองจะหยุดทำงานและ ทำให้สลบ อวัยวะปอดจะถูกบีบอัดจากแรงดันน้ำ จากปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้น ทำให้ในปัจจุบันมีการพัฒนา หุ่นยนต์ดำน้ำแบบบังคับทั้งแบบไร้สายและมีสาย (Remotely Operated Underwater Vehicle; ROUV) ดังภาพที่ 1 เป็นหุ่นยนต์สำรวจใต้น้ำ มีการพัฒนาหุ่นยนต์ในลักษณะนี้กันอย่างแพร่หลาย เช่น หุ่นยนต์ดูดตะกอน ใต้น้ำสำหรับล้างพักน้ำขนาดใหญ่ (จจรศักดิ์ จันทรแจ่ม. 2557) การควบคุมหุ่นยนต์ระยะไกลด้วยระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (ณัฐพงษ์ ทิมทัศน. 2554) การควบคุมระดับความลึกของหุ่นยนต์ดำน้ำแบบอัตโนมัติ (ธนพงศ์ ทองโชติ. 2557) การออกแบบพัฒนาและควบคุมแบบอัจฉริยะสำหรับหุ่นยนต์ใต้น้ำอัตโนมัติ (ธิปดี ภาสว่าง. 2557) การพัฒนาหุ่นยนต์ดำน้ำที่ใช้เซนเซอร์ราคาถูก (V. N. Kuhn et al., 2015) การพัฒนาความ เสถียรภาพในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดำน้ำด้วยการควบคุมแบบ PID (A. Z. Abidin et al., 2016) ซึ่งทำให้การ สำรวจโลกใต้น้ำทำได้สะดวก และสร้างความปลอดภัยมากกว่าการสำรวจแบบเดิม



ภาพที่ 1 Remotely Operated Underwater Vehicle; ROUV

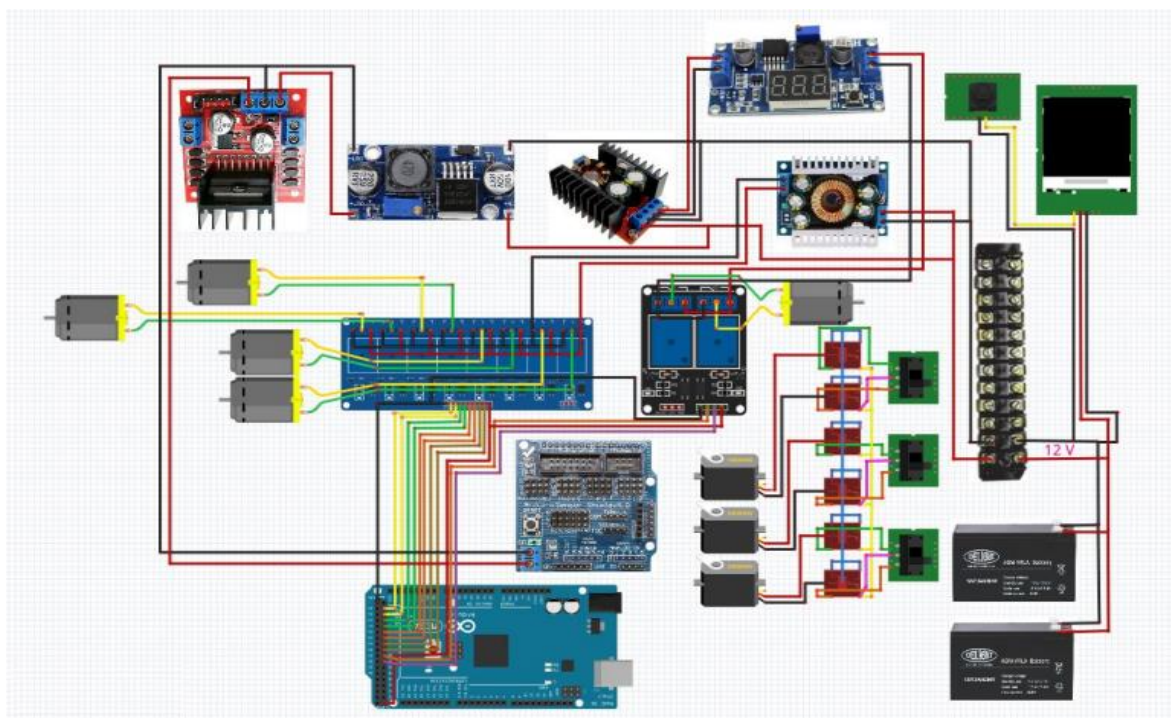
ที่มา : <https://www.wevolver.com/article/what-are-underwater-rov-what-can-they-be-used-for>

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความประสงค์พัฒนาหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะใช้มอเตอร์จำนวน 5 ตัวสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยแบ่งเป็น 4 ตัวสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ และ 1 ตัวสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงไปยังความลึกต่าง ๆ อีกทั้งยังติดตั้งมือจับ สำหรับหยิบวัตถุใต้น้ำ และหุ่นยนต์ยังติดตั้งกล้องสำหรับดูภาพใต้น้ำ เพื่อการบังคับไปยังพื้นที่ หรือมองวัตถุใต้น้ำ โดยหุ่นยนต์ดำน้ำที่จะพัฒนาขึ้นจะเป็นหุ่นยนต์ที่ควบคุมแบบมีสาย ที่สามารถดำน้ำลึก 150 เซนติเมตร และสามารถหยิบชิ้นงานน้ำหนักไม่เกิน 200 กรัม

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบโครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์

โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ ดังภาพที่ 2 ซึ่งเป็นการออกแบบการเชื่อมต่อของชุดควบคุม ซึ่งใช้อาduino เมก้า เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์สวิตช์โยก 3 ทางตัวที่ 1 บังคับการทำงานเซอร์โวมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมมือคิ๊บให้สามารถหยิบจับวัตถุ สวิตช์โยก 3 ทางตัวที่ 2 บังคับการทำงานเซอร์โวมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการหมุนข้อต่อมือคิ๊บจับวัตถุไปทางซ้าย และทางขวาได้ สวิตช์โยก 3 ทางตัวที่ 3 บังคับการทำงานเซอร์โวมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการหมุนกล้องขึ้นลง โดยภาพที่ได้จากกล้องจะแสดงผลภาพผ่านจอแอลซีดี จอยสติคตัวที่ 1 บังคับการทำงานของรีเลย์ 8 ช่อง เพื่อให้มอเตอร์ตัวที่ 1 ถึง 4 หมุนเดินหน้าถอยหลัง เลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวา จอยสติคตัวที่ 2 บังคับการทำงานของรีเลย์ 2 ช่อง ควบคุมให้มอเตอร์ตัวที่ 5 ทำงานเพื่อให้หุ่นยนต์ขึ้นสู่วิวน้ำหรือดำลงใต้น้ำ

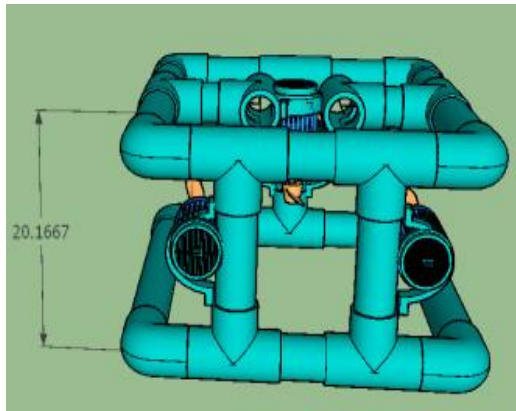


ภาพที่ 2 โครงสร้างการต่อวงจรของหุ่นยนต์ดำน้ำ

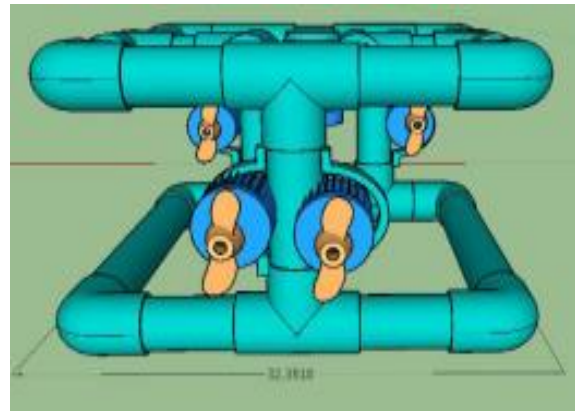
2. การออกแบบด้านโครงสร้างหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด

การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด โดยจะใช้ท่อพีวีซีขนาด 25 มิลลิเมตร เป็นโครงสร้างของหุ่นยนต์เพราะมีน้ำหนักเบา ทนต่อแรงดันน้ำ โดยจะออกแบบหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดความยาว 35

เซนติเมตร กว้าง 32 เซนติเมตร และสูง 20 เซนติเมตร โดยจะใช้มอเตอร์ปั้มน้ำ 12 โวลต์แรงดันน้ำที่ 1100 แกลลอนต่อชั่วโมง ที่กระแส 3.0 แอมป์ จำนวน 5 ตัว ซึ่งตำแหน่งที่ใช้ในการติดตั้ง ดังภาพที่ 3



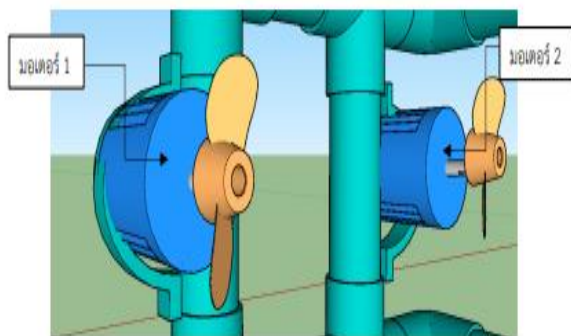
(a)



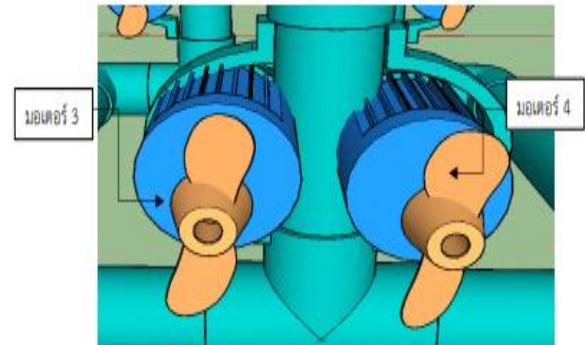
(b)

ภาพที่ 3 (a) แบบโครงสร้างหุ่นยนต์ดำน้ำ (ด้านหน้า) (b) แบบโครงสร้างหุ่นยนต์ดำน้ำ (ด้านหลัง)

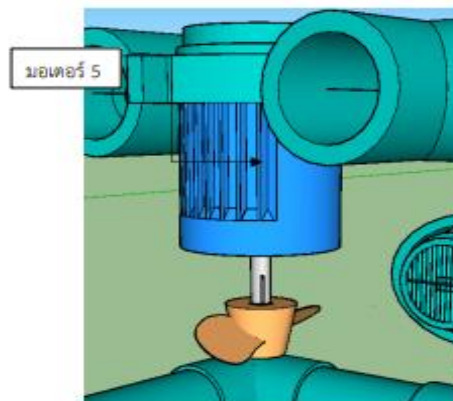
การติดตั้งมอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่หุ่นยนต์ดำน้ำทั้ง 5 ตัว ซึ่งจะทำให้การติดตั้งมอเตอร์ด้านหน้าจำนวน 2 ตัว ด้านหลังจำนวน 2 ตัว และตรงกลางจำนวน 1 ตัว (มอเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการขึ้นลงของหุ่นยนต์) ดังภาพที่ 4



(a)



(b)

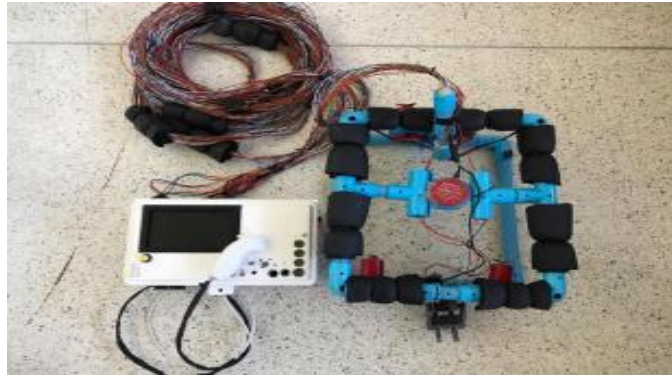


(c)

ภาพที่ 4 (a) การติดตั้งมอเตอร์ด้านหน้าของหุ่นยนต์ (b) การติดตั้งมอเตอร์ด้านหลังของหุ่นยนต์ (c) การติดตั้งมอเตอร์ตรงกลางของหุ่นยนต์

ผลการวิจัย

1. จากการออกแบบหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนจำนวน 5 ตัว ซึ่งหุ่นยนต์จะเชื่อมต่อเข้ากับกล่องควบคุมผ่านสายไฟยาว 20 เมตรพร้อมกับมือคิบบั้ววัตถุที่สามารถยกขึ้นได้ไม่เกิน 200 กรัม และกล่องที่ปรับทิศทางมุมมองได้ โดยการบังคับหุ่นยนต์จะสามารถควบคุมให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เดินหน้า ถอยหลัง ขึ้นลง พร้อมทั้งหุ่นยนต์ยังติดตั้งท่อแอร์เพื่อช่วยในการพยุงหุ่นยนต์ให้ลอยตัว เมื่อทำการประกอบโครงสร้างตามที่ได้ออกแบบไว้ จะได้หุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 หุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด และชุดควบคุม

2. การทดสอบการดำน้ำและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด

2.1 การทดสอบการดำน้ำจากพื้นผิวไปที่ระดับต่าง ๆ โดยจะทดสอบดำน้ำด้วยความลึก 3 ระดับ คือ 50 เซนติเมตร 100 เซนติเมตร 150 เซนติเมตร โดยทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง เพื่อหาเวลาเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เวลาที่ใช้ในการดำน้ำจากพื้นผิวไปที่ระดับต่าง ๆ

การทดสอบ	ความลึก (เซนติเมตร)		
	50	100	150
ครั้งที่ 1	5.59 วินาที	7.22 วินาที	8.29 วินาที
ครั้งที่ 2	4.95 วินาที	7.13 วินาที	9.24 วินาที
ครั้งที่ 3	5.30 วินาที	7 วินาที	10.28 วินาที
ครั้งที่ 4	5.83 วินาที	6.89 วินาที	9.54 วินาที
ครั้งที่ 5	5.21 วินาที	7.23 วินาที	10.05 วินาที
เวลาเฉลี่ย	5.37 วินาที	7 วินาที	9.57 วินาที

จากตารางที่ 1 การทดสอบการดำน้ำของหุ่นยนต์ ที่ความลึก 50 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาดำน้ำเฉลี่ย 5.37 วินาที ที่ความลึก 100 เซนติเมตร ใช้เวลาดำน้ำเฉลี่ย 7 วินาที ที่ความลึก 150 เซนติเมตร ใช้เวลาดำน้ำเฉลี่ย 9.57 วินาที จะเห็นได้ว่าในแต่ละความลึกจะใช้เวลาห่างกันเฉลี่ย 2 วินาที

2.2 การทดสอบการลอยตัวขึ้นยังผิวน้ำจากความลึกระดับต่าง ๆ โดยจะทดสอบดำน้ำด้วยความลึก 3 ระดับ คือ 50 เซนติเมตร 100 เซนติเมตร 150 เซนติเมตร โดยทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง เพื่อหาเวลาเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เวลาที่ใช้ในการขึ้นสู่ผิวน้ำจากความลึกระดับต่าง ๆ

การทดสอบ	ความลึก (เซนติเมตร)		
	50	100	150
ครั้งที่ 1	7.37 วินาที	11.27 วินาที	15.66 วินาที
ครั้งที่ 2	10.88 วินาที	12.42 วินาที	15.86 วินาที
ครั้งที่ 3	8.94 วินาที	11.98 วินาที	16.08 วินาที
ครั้งที่ 4	8.53 วินาที	11.66 วินาที	16.51 วินาที
ครั้งที่ 5	9.37 วินาที	12.16 วินาที	15.72 วินาที
เวลาเฉลี่ย	9 วินาที	11.89 วินาที	15.96 วินาที

จากตารางที่ 2 การทดสอบการขึ้นสู่ผิวน้ำของหุ่นยนต์ผลสรุปที่ได้ ที่ความลึก 50 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาขึ้นสู่ผิวน้ำเฉลี่ย 9 วินาที ที่ความลึก 100 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาขึ้นสู่ผิวน้ำเฉลี่ย 11.89 วินาที ที่ความลึก 150 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาขึ้นสู่ผิวน้ำเฉลี่ย 15.96 วินาที จะเห็นได้ว่าในแต่ละความลึกจะใช้เวลาต่างกันเฉลี่ย 3 วินาที

2.3 การทดสอบการเลี้ยวซ้ายที่ความลึกระดับต่าง ๆ โดยจะทดสอบดำน้ำด้วยความลึก 3 ระดับ คือ 50 เซนติเมตร 100 เซนติเมตร 150 เซนติเมตร โดยทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง เพื่อหาเวลาเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เวลาที่ใช้ในการเลี้ยวซ้ายที่ความลึกต่าง ๆ

การทดสอบ	ความลึก (เซนติเมตร)			มุมมองการเลี้ยว
	50	100	150	
ครั้งที่ 1	11.61 วินาที	14.65 วินาที	17.57 วินาที	
ครั้งที่ 2	10.55 วินาที	15.42 วินาที	16.84 วินาที	
ครั้งที่ 3	11.32 วินาที	15.73 วินาที	17.34 วินาที	
ครั้งที่ 4	11.67 วินาที	14.98 วินาที	17.16 วินาที	
ครั้งที่ 5	10.83 วินาที	15.52 วินาที	18.03 วินาที	
เวลาเฉลี่ย	11.19 วินาที	15.26 วินาที	17.38 วินาที	

จากตารางที่ 3 การทดสอบการเลี้ยวซ้ายของหุ่นยนต์ด้วยการเลี้ยว 90 องศา ที่ความลึก 50 เซนติเมตร หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายใช้เวลาเฉลี่ย 11.19 วินาที ความลึก 100 เซนติเมตร หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายใช้เวลาเฉลี่ย 15.26 วินาที ความลึก 150 เซนติเมตร หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายใช้เวลาเฉลี่ย 17.38 วินาที จะเห็นได้ว่าในแต่ละความลึกจะใช้เวลาต่างกันเฉลี่ย 3.65 วินาที

2.4 การทดสอบการเลี้ยวขวาที่ความลึกระดับต่าง ๆ โดยจะทดสอบดำน้ำด้วยความลึก 3 ระดับ คือ 50 เซนติเมตร 100 เซนติเมตร 150 เซนติเมตร โดยทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง เพื่อหาเวลาเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เวลาที่ใช้ในการเลี้ยวขวาที่ความลึกต่าง ๆ

การทดสอบ	ความลึก (เซนติเมตร)			มุมมองการเลี้ยว
	50	100	150	
ครั้งที่ 1	10.37 วินาที	15.03 วินาที	18.34 วินาที	
ครั้งที่ 2	11.21 วินาที	14.78 วินาที	17.52 วินาที	
ครั้งที่ 3	11.34 วินาที	15.31 วินาที	17.43 วินาที	
ครั้งที่ 4	10.78 วินาที	15.04 วินาที	18.58 วินาที	
ครั้งที่ 5	11.51 วินาที	16.18 วินาที	18.09 วินาที	
เวลาเฉลี่ย	11.04 วินาที	15.26 วินาที	17.99 วินาที	

จากตารางที่ 4 การทดสอบการเลี้ยวขวาของหุ่นยนต์ด้วยการเลี้ยว 90 องศา ที่ความลึก 50 เซนติเมตร หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายใช้เวลาเฉลี่ย 11.04 วินาที ความลึก 100 เซนติเมตร หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายใช้เวลาเฉลี่ย 15.26 วินาที ความลึก 150 เซนติเมตร หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายใช้เวลาเฉลี่ย 17.99 วินาที จะเห็นได้ว่าในแต่ละความลึกจะใช้เวลาต่างกันเฉลี่ย 3.69 วินาที

2.5 การทดสอบการเดินหน้าและถอยหลังที่ระดับความลึก 150 เซนติเมตร ซึ่งกำหนดให้หุ่นยนต์ดำเนินาเดินหน้าและถอยหลังในระยะทาง 100 เซนติเมตร 100 เซนติเมตร 150 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยทดสอบจำนวน 5 ครั้ง เพื่อหาเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดำเนินา ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เวลาที่ใช้ในการเดินหน้าและถอยหลังที่ความลึก 150 เซนติเมตร

การทดสอบ	ระยะทางในการเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)					
	50		100		150	
	เดินหน้า	ถอยหลัง	เดินหน้า	ถอยหลัง	เดินหน้า	ถอยหลัง
ครั้งที่ 1	3.42 วินาที	6.64 วินาที	5.72 วินาที	14.73 วินาที	7.14 วินาที	17.34 วินาที
ครั้งที่ 2	2.84 วินาที	7.38 วินาที	5.48 วินาที	15.19 วินาที	7.92 วินาที	18.57 วินาที
ครั้งที่ 3	3.27 วินาที	7.50 วินาที	6.38 วินาที	15.38 วินาที	8.10 วินาที	18.70 วินาที
ครั้งที่ 4	2.98 วินาที	7.89 วินาที	5.87 วินาที	15.87 วินาที	8.03 วินาที	18.12 วินาที
ครั้งที่ 5	3.55 วินาที	6.91 วินาที	6.05 วินาที	17.02 วินาที	7.94 วินาที	18.88 วินาที
เวลาเฉลี่ย	3.21 วินาที	7.26 วินาที	5.09 วินาที	15.63 วินาที	7.82 วินาที	18.32 วินาที

จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบการเดินหน้าที่ความลึก 150 เซนติเมตร ที่ระยะทาง 50 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาเฉลี่ย 3.21 วินาที ที่ระยะทาง 100 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาเฉลี่ย 5.09 วินาที ที่ระยะทาง 150 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาเฉลี่ย 7.82 วินาที ในระยะทางที่ทำการทดสอบหุ่นยนต์ใช้เวลาต่างกัน 2 วินาที และผลการทดสอบการถอยหลังของหุ่นยนต์ ที่ระยะทาง 50 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาเฉลี่ย 7.26 วินาที ที่ระยะทาง 100 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาเฉลี่ย 15.63 วินาที ที่ระยะทาง 150 เซนติเมตร หุ่นยนต์ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 18.32 วินาที จะเห็นได้ว่าในแต่ละระยะทางจะใช้เวลาต่างกันเฉลี่ย 4 วินาที

2.6 การทดสอบการหีบจับวัตถุใต้น้ำที่ความลึก 150 เซนติเมตร ซึ่งกำหนดให้วัตถุที่ใช้ทดสอบมีน้ำหนัก 50 กรัม 100 กรัม 150 กรัม และ 200 กรัม ตามลำดับ โดยทดสอบ จำนวน 5 ครั้ง เพื่อหาเวลาเฉลี่ยของการหีบจับวัตถุของหุ่นยนต์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เวลาที่ใช้ในการหีบจับวัตถุใต้น้ำที่ความลึก 150 เซนติเมตร

การทดสอบ	น้ำหนักสิ่งของที่ใช้ในการทดสอบการหีบจับ (กรัม)			
	50	100	150	200
ครั้งที่ 1	15.89 วินาที	17.38 วินาที	19.97 วินาที	21.48 วินาที
ครั้งที่ 2	15.43 วินาที	17.14 วินาที	19.83 วินาที	21.62 วินาที
ครั้งที่ 3	16.05 วินาที	18.47 วินาที	20.22 วินาที	22.76 วินาที
ครั้งที่ 4	16.49 วินาที	17.91 วินาที	19.75 วินาที	22.89 วินาที
ครั้งที่ 5	15.97 วินาที	18.62 วินาที	20.58 วินาที	23.17 วินาที
เวลาเฉลี่ย	15.96 วินาที	17.90 วินาที	20.07 วินาที	22.38 วินาที

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นถึงเวลาโดยเฉลี่ยของการหีบจับวัตถุขึ้นสู่น้ำที่ความลึก 150 เซนติเมตร น้ำหนัก 50 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 15.96 วินาที น้ำหนัก 100 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 17.90 วินาที น้ำหนัก 150 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 20.07 วินาที น้ำหนัก 200 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 22.38 วินาที จะเห็นได้ว่าในแต่ละน้ำหนักจะใช้เวลาห่างกัน 3 วินาที

วิจารณ์ผล

1. จากตารางที่ 1 การทดสอบการดำน้ำที่ความลึก 50 เซนติเมตร 100 เซนติเมตร และ 150 เซนติเมตร ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า ที่ความลึก 50 เซนติเมตรใช้เวลาเฉลี่ย 5.37 วินาที ที่ความลึก 100 เซนติเมตรใช้เวลาเฉลี่ย 7 วินาที และที่ความลึก 150 เซนติเมตรใช้เวลาเฉลี่ย 9.57 วินาที

2. จากตารางที่ 6 การทดสอบมือจับวัตถุ โดยมีน้ำหนัก 50 กรัม 100 กรัม 150 กรัม และ 200 กรัม ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า สามารถหีบจับวัตถุได้ แต่ไม่สามารถหีบจับวัตถุที่มีรูปทรงแบนราบได้ โดยวัตถุที่มีน้ำหนัก 50 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 15.96 วินาที วัตถุ น้ำหนัก 100 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 17.90 วินาที วัตถุ น้ำหนัก 150 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 20.07 วินาที และวัตถุ น้ำหนัก 200 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 22.38 วินาที

สรุปผล

หุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กแบบ 5 ใบพัด ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยสามารถเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ขึ้นลง หีบจับวัตถุได้ โดยทำการทดสอบที่ระดับความลึก 50 100 150 เซนติเมตร ตามลำดับ และทดสอบการเคลื่อนที่ระยะทาง 50 100 150 เซนติเมตร ซึ่งจะการทดสอบจะเห็นว่าที่ระดับความลึกต่าง ๆ การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะใช้เวลาที่ต่าง ๆ กันออกไป ซึ่งเกิดการแรงดันน้ำ ซึ่งหากต้องการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นจะต้องทำการปรับขนาดมอเตอร์ให้มีความแรงมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่สนับสนุนสถานที่ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- ขจรศักดิ์ จันทร์แจ่ม. 2557. หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำสำหรับถังพักน้ำขนาดใหญ่. วิทยานิพนธ์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต กรุงเทพมหานคร.
- ณัฐพงษ์ ทิมทัศน์. 2554. การควบคุมหุ่นยนต์ระยะไกลด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์. สาขาวิชาวิศวกรรม
คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม.
- ธนพงศ์ ทองโชติ. 2557. การควบคุมระดับความลึกของหุ่นยนต์ดำน้ำแบบอัตโนมัติ. วิทยานิพนธ์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี.
- ธิปดี ภาสว่าง. 2557. การออกแบบพัฒนาและควบคุมแบบอัจฉริยะสำหรับหุ่นยนต์ใต้น้ำอัตโนมัติ. ปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาสารคาม.
- V. N. Kuhn, P. L. J. Drews, S. C. P. Gomes, M. A. B. Cunha, and S. S. da C. Botelho. 2015. Automatic
control of a ROV for inspection of underwater structures using a low-cost sensing. *Journal
of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 37(1): 361–374.
- A. Z. Abidin, R. Mardiyanto, and D. Purwanto. 2016. Implementation of PID controller for hold
altitude control in underwater remotely operated vehicle. *International Seminar on
Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, Lombok, Indonesia. 665–670.

การปรับปรุงเครื่องจักรในกระบวนการตัดชิ้นงานในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ Machines improvement for cutting processes in the semiconductor industry

กฤษฎดา อุบลพงษ์¹ มนูญ สิทธิพรมาราช¹ ชัยฤทธิ์ ยี่รงค์¹ และประภาวรรณ แผงศรี^{1*}
Krissada Ubolpong¹, Manoon Sittiprommarat¹, Chaiyarit Yeerong¹ and Prapawan Pangsr^{1*}

¹หลักสูตรวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี เลขที่ 1 หมู่ 20 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

¹Industrial Management Engineering Program, Faculty of Industrial Technology
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage Pathumthani Province
1 Moo 20 Phahonyothin Rd T.Klongneung A.Klongluang Pathumthani Province 13180

*Corresponding author E-mail: prapawan@vru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัดชิ้นงานไอซี ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานคือ ศึกษาสภาพปัจจุบัน วิเคราะห์หาสาเหตุ เสนอแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะและทำการทดลอง จากการเก็บข้อมูลบริษัทกรณีศึกษาพบปัญหาในกระบวนการตัดโดยใช้เครื่อง 2 ปัญหาหลัก คือ การเกิดเสี้ยนทองแดงและความลึกของร่องตัดไม่ได้ตามมาตรฐาน ทำให้เกิดต้นทุนและกระทบต่อผลผลิต ทำการแก้ไขโดยการติดตั้งแปรงทำความสะอาดและเลเซอร์ชนิดพิเศษในการตัดชิ้นงาน และทำการทดลองการทำงานของเครื่อง ผลการทดลองพบว่าชิ้นงานที่ทำการทดลองอยู่ในข้อกำหนดด้านคุณภาพและยอมรับได้

คำสำคัญ : ของเสีย ชิกชิคม่า ปรับปรุงคุณภาพ

Abstract

The objective of this research to reduce waste in IC cutting processes by following steps: Current study, cause analysis, alternative of improvement, implementation and experiment. Based on current process found burr and cut depth problem affect to cost and productivity. The way of improvement was install brush and laser into cutting machine then collect data for improvement. The result found that quality requirement were acceptability.

Keywords : Defect Six Sigma Quality Improvement

บทนำ

ในปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีมีความรวดเร็วเป็นอย่างมากซึ่งชิปไอซี ที่เปรียบเสมือนเป็นสมองของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ซึ่งอุตสาหกรรมที่ใช้ชิ้นส่วนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการผลิตได้แก่ อุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ จึงมีการพัฒนาชิ้นส่วนให้มีขนาดเล็กและบางมาก แต่ต้องสามารถทำงานได้มากกว่าเดิม ดังนั้นกระบวนการผลิตของชิปไอซีจึงต้องมีเครื่องจักรที่สามารถทำการผลิตชิ้นงานให้อยู่ในการควบคุมและได้คุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ บริษัทที่ทำการศึกษางานวิจัยนี้ ทำหน้าที่พัฒนาและจัดหาเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต



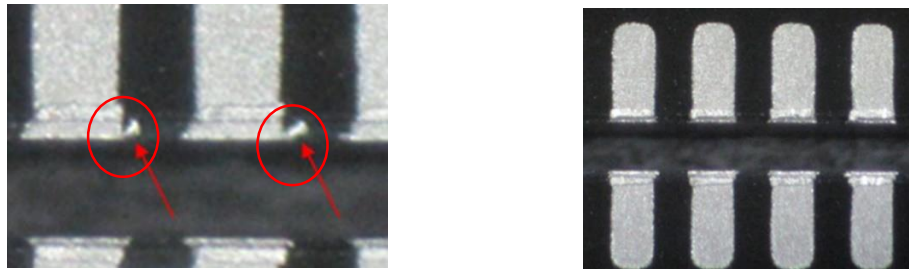
ภาพที่ 1 เครื่องจักรในกระบวนการตัด

จากภาพที่ 1 เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการตัดชิปไอซีให้เป็นชิ้นเล็กๆ และเพื่อให้การจัดการและพัฒนาเครื่องจักรให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า จึงมีการศึกษาความปัญหาและความต้องการของลูกค้าหลังการใช้งานของเครื่องจักรแบบเดิม เป็นการฟังเสียงจากลูกค้า (Voice of customer) โดยการสัมภาษณ์ลูกค้าที่ซื้อเครื่องจักรไปใช้จำนวน 11 ราย ลูกค้าจำนวน 7 ราย พบ 2 ปัญหาหลัก ได้แก่ ปัญหาที่ 1 การเกิดเสี้ยนทองแดงหลังกระบวนการตัด พบปัญหาจำนวน 7 ราย และพบปัญหาร้อยละ 90 ลูกค้าแก้ไขปัญหาลำบาก โดยเพิ่มกระบวนการล้างสำหรับนำเสี้ยนออกจากชิ้นงาน จึงเป็นการเพิ่มขึ้นขั้นตอนการทำงานและเพิ่มต้นทุนในการซื้อเครื่องจักร ปัญหาที่ 2 ความลึกของร่องตัดไม่ได้ตามมาตรฐาน ทำให้ชิ้นงานที่ผลิตได้ตามมาตรฐานต้องทิ้ง ทำให้เกิดต้นทุนและเสียเวลาในการผลิต จากปัญหาที่พบผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการหาแนวทางในการแก้ไขเพื่อลดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นทั้งสองปัญหา

วิธีการดำเนินการวิจัย

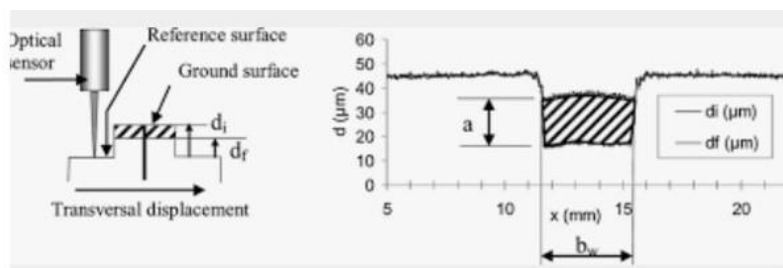
งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดการพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องและหลักการของซิกส์ ซิกมา 5 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดปัญหา (Define) การวัด (Measurement) การวิเคราะห์ (Analysis) การปรับปรุง (Improvement) การควบคุมกระบวนการ (Controlling Process) ขอบเขตการดำเนินงานในเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2566 และกำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ศึกษาการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการตัดและเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจุบันโดยการสัมภาษณ์ลูกค้าที่ซื้อเครื่องจักรไปใช้ ในขั้นตอนการตรวจสอบใช้กล้อง Olympus smart scope STM7 กำลังขยาย 50 เท่า พบปัญหาที่ 1 คือการเกิดเสี้ยนทองแดงหลังกระบวนการตัด (Burr) ตามข้อกำหนดควบคุมไม่ให้เกิดเสี้ยนที่มีความยาวเกิน 50 ไมครอนจากขาของชิ้นงาน ลักษณะของชิ้นงานที่ไม่สามารถยอมรับได้และสามารถยอมรับได้ ในภาพที่ 2 จากปัญหาที่พบลูกค้าได้แก้ไขเบื้องต้นโดยเพิ่มกระบวนการล้างด้วยแรงดันน้ำสูง สำหรับนำเสี้ยนออกจากชิ้นงาน ในกระบวนการผลิตก่อนนำชิ้นงานส่งไปกระบวนการถัดไป



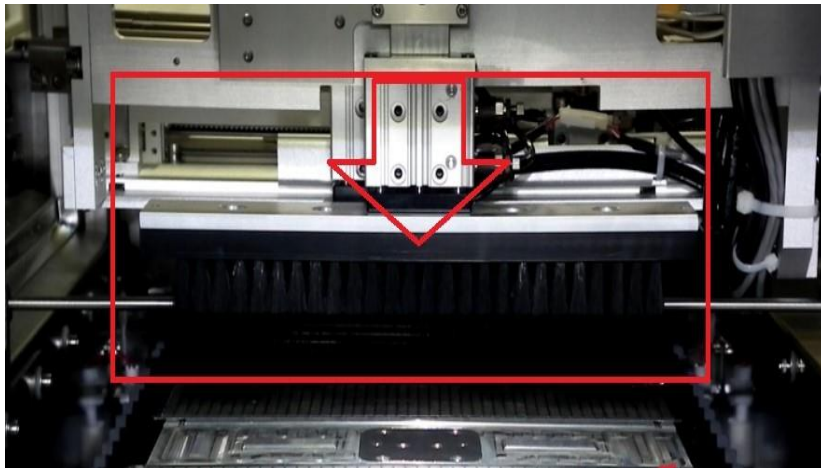
ภาพที่ 2 ลักษณะของชิ้นงานการเกิดเสี้ยนที่ไม่สามารถยอมรับได้และสามารถยอมรับได้

ปัญหาที่ 2 คือ ความลึกของร่องตัดไม่ได้ตามมาตรฐาน (Cut depth) ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตจำนวนมาก โดยความลึกของชิ้นงานมีการวัดค่า ภาพที่ 3 ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดคือความลึกของร่องตัด 130 ± 15 ไมครอน

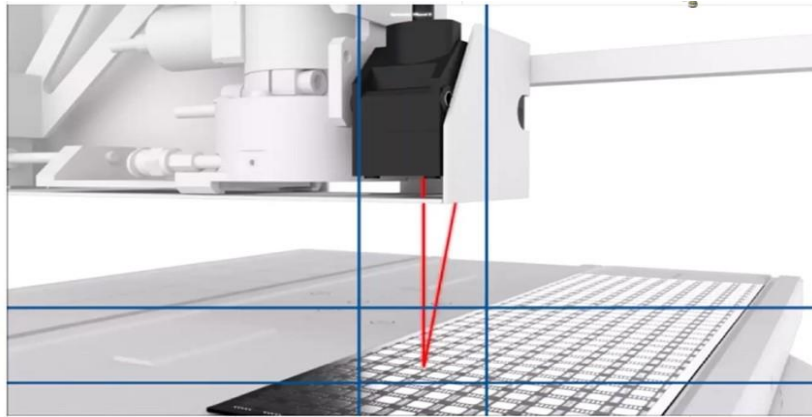


ภาพที่ 3 การวัดความลึกของร่องตัดตามข้อกำหนด

- วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่พบจากการใช้เครื่องจักรเดิมโดยการระดมความคิดเห็น (Brain storming) จากผู้เชี่ยวชาญ จากทีมของลูกค้า ฝ่ายผลิต และส่วนงานที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัญหาที่ 1 คือ การเกิดเสี้ยนทองแดง เกิดจากในกระบวนการตัดเกิดความร้อนและเศษของทองแดงที่ถูกตัดออกมาทำปฏิกิริยากับความร้อนทำให้เกิดการสะสมจนเป็นเสี้ยนไปเกาะติดกับชิ้นงาน ปัญหาที่ 2 คือเครื่องแบบเดิมไม่สามารถวัดความสูงของงานแต่ละจุดได้ จะรู้ความสูงได้จากการใส่ค่าเริ่มต้นเท่านั้น ทำให้ที่ไม่สามารถควบคุมความลึกในการตัดได้
- เสนอแนวทางในแก้ไขแต่ละปัญหาโดยการประชุมร่วมกันกับลูกค้า วิศวกรและส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ปัญหาที่ 1 คือการเกิดเสี้ยนทองแดง แก้ไขโดยการติดตั้งแปรงปัดในตัวเครื่องจักร และหาตำแหน่งในการติดตั้งแปรงให้เหมาะสม เพื่อลดการสะสมของทองแดงที่ทำให้เกิดเสี้ยน ในภาพที่ 4 ส่วนปัญหาที่ 2 ความลึกของร่องตัดไม่ได้ตามมาตรฐาน แก้ไขโดยติดตั้งเลเซอร์ที่มีลักษณะพิเศษ สามารถวัดระดับของชิ้นงานได้ ในภาพที่ 5

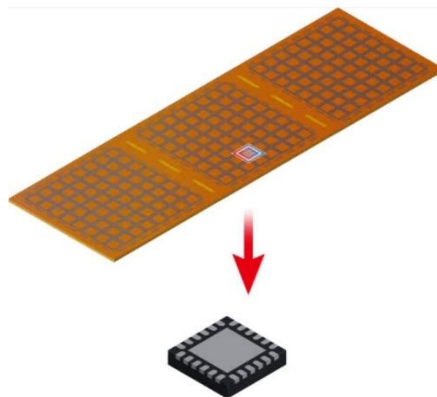


ภาพที่ 4 ติดตั้งแปรงปัดในเครื่องตัด



ภาพที่ 5 ติดตั้งเลเซอร์

4. ทำการทดลองใช้งานเครื่องจักรที่พัฒนาใหม่เพื่อวัดผลหลังการปรับปรุง โดยการนำเครื่องไปทดลองในกระบวนการตัดโดยใช้งานจำนวน 20 แผ่นตัดชิ้นงานแต่ละรุ่น จำนวน 3 รุ่น โดยแต่ละรุ่นมีขนาด 4x4 มิลลิเมตร 5x5 มิลลิเมตร และ 5x6 มิลลิเมตร จากนั้นเก็บผลการทดลองเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องจักรแบบเดิม ในภาพที่ 6




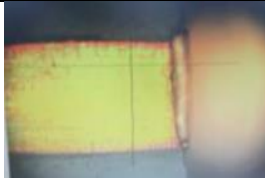




ภาพที่ 6 การทดลองตัดชิ้นงาน

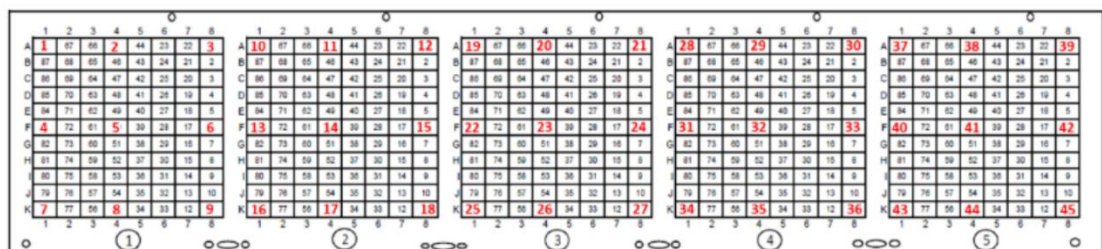
ผลการวิจัย

1. ผลจากการทดลองปัญหาการเกิดเสี้ยนทองแดง ตรวจสอบใช้กล้อง Olympus smart scope STM7 กำลังขยาย 50 เท่า มีข้อกำหนดในการตรวจสอบคือเสี้ยนทองแดงสูงและกว้างออกจากขาของงานได้ไม่เกิน 50 ไมครอน ผลการทดลองในตารางที่ 1 ค่าที่วัดได้อยู่ในข้อกำหนด

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบเสี้ยนทองแดง

รูปเสี้ยนทองแดงวัดค่าแกน X	ค่าที่วัดได้ (ไมครอน)	รูปเสี้ยนทองแดงวัดค่าแกน Y	ค่าที่วัดได้ (ไมครอน)
	27		18
	28		16
	24		18

2. ผลการทดลองปัญหาความลึกของร่องตัดไม้ได้ตามมาตรฐาน ตรวจสอบโดยใช้กล้องกำลังขยาย 50 เท่า และวัดค่าความลึกจำนวน 45 ตำแหน่งในทุกจุดและวัดในด้าน X และ Y ในภาพที่ 7 ข้อกำหนดความลึกของร่องตัดคือ 130 ± 15 ไมครอน ผลการตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นพบว่าค่าที่วัดได้อยู่ในข้อกำหนดระหว่าง 115 ถึง 145 ไมครอน และในตารางที่ 2 แสดงข้อมูลการวัดค่าชิ้นงานจำนวน 1 แผ่นที่เป็นไปตามข้อกำหนด



1										2										3										4										5									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	07	08	2	44	23	22	3			10	07	08	11	44	23	22	12			19	07	08	20	44	23	22	21			28	07	08	29	44	23	22	30			37	07	08	38	44	23	22	39		
8	07	08	08	43	24	21	2			8	07	08	08	43	24	21	2			8	07	08	08	43	24	21	2			8	07	08	08	43	24	21	2			8	07	08	08	43	24	21	2		
7	08	09	04	47	42	25	25	3		7	08	09	04	47	42	25	25	3		7	08	09	04	47	42	25	25	3		7	08	09	04	47	42	25	25	3		7	08	09	04	47	42	25	25	3	
6	08	09	04	47	42	25	25	3		6	08	09	04	47	42	25	25	3		6	08	09	04	47	42	25	25	3		6	08	09	04	47	42	25	25	3		6	08	09	04	47	42	25	25	3	
5	08	09	04	47	42	25	25	3		5	08	09	04	47	42	25	25	3		5	08	09	04	47	42	25	25	3		5	08	09	04	47	42	25	25	3		5	08	09	04	47	42	25	25	3	
4	08	09	04	47	42	25	25	3		4	08	09	04	47	42	25	25	3		4	08	09	04	47	42	25	25	3		4	08	09	04	47	42	25	25	3		4	08	09	04	47	42	25	25	3	
3	08	09	04	47	42	25	25	3		3	08	09	04	47	42	25	25	3		3	08	09	04	47	42	25	25	3		3	08	09	04	47	42	25	25	3		3	08	09	04	47	42	25	25	3	
2	08	09	04	47	42	25	25	3		2	08	09	04	47	42	25	25	3		2	08	09	04	47	42	25	25	3		2	08	09	04	47	42	25	25	3		2	08	09	04	47	42	25	25	3	
1	08	09	04	47	42	25	25	3		1	08	09	04	47	42	25	25	3		1	08	09	04	47	42	25	25	3		1	08	09	04	47	42	25	25	3		1	08	09	04	47	42	25	25	3	

ภาพที่ 7 ตำแหน่งการวัดความลึกของร่อง

ตารางที่ 2 ผลการวัดความลึกร่องในแต่ละรุ่น

จำนวน	ขนาด 4x4 มิลลิเมตร		ขนาด 5x5 มิลลิเมตร		ขนาด 5x6 มิลลิเมตร	
	ด้าน X	ด้าน Y	ด้าน X	ด้าน Y	ด้าน X	ด้าน Y
1	144.9	142.2	136.7	132.7	135.3	121.8
2	139.2	131.6	141.6	129.3	141.9	118.3
3	138.5	131.0	138.8	127.3	136.0	118.2
4	144.0	132.6	139.9	132.5	126.4	117.5
5	144.0	133.9	139.5	127.5	126.0	117.0
6	142.5	130.6	140.2	127.2	125.7	116.6
7	120.9	124.9	128.5	124.2	119.0	119.5
8	120.5	121.9	125.5	126.9	115.9	115.5
9	116.4	122.8	129.5	126.9	115.7	115.2
10	132.5	126.6	129.4	130.1	132.1	117.8
11	134.5	127.9	131.7	127.5	136.8	119.8
12	135.1	134.0	130.3	133.0	131.3	121.2
13	128.8	132.2	137.6	128.7	126.3	121.5
14	125.1	139.1	138.6	127.5	120.6	120.4
15	126.4	136.0	137.6	134.5	119.4	127.8
16	116.7	122.6	125.3	126.5	116.3	120.2
17	130.2	123.0	129.8	133.8	141.0	117.7
18	121.2	130.5	130.7	132.2	115.2	119.3
19	127.9	132.7	129.8	132.1	131.2	116.8
20	142.2	141.4	129.0	137.3	136.5	129.5
21	137.4	122.9	130.4	132.0	138.9	126.8
22	134.2	136.3	135.8	137.3	125.8	120.9
23	136.6	142.1	135.8	140.5	123.8	128.7
24	139.1	127.3	132.7	133.3	124.2	127.9
25	122.7	127.3	128.0	133.1	118.2	117.5
26	120.7	135.9	127.9	140.7	115.7	119.2
27	119.5	120.0	129.2	124.3	115.4	118.0
28	127.3	125.7	122.5	134.2	132.9	138.4
29	141.3	129.5	128.4	127.2	136.9	130.5
30	140.3	130.5	130.4	129.5	140.1	126.3
31	128.6	124.9	137.1	135.2	128.6	127.3
32	126.5	129.3	135.5	127.4	124.8	129.5
33	129.7	130.6	139.2	133.4	129.3	125.4
34	122.3	117.2	127.0	128.7	116.9	122.2

35	140.0	122.0	127.7	125.8	116.8	130.7
36	122.3	128.9	129.3	133.6	120.4	121.2
37	144.5	140.4	126.2	128.8	120.6	125.4
38	137.6	144.2	127.5	138.6	117.2	136.6
39	131.0	127.2	129.7	132.6	117.9	139.8
40	130.8	138.4	140.5	134.9	116.1	128.3
41	126.7	144.2	126.6	132.7	136.9	139.5
42	125.7	136.2	133.4	136.1	130.2	134.2
43	117.6	127.8	138.4	130.0	143.9	119.2
44	120.1	135.9	140.0	137.2	120.3	128.4
45	120.1	131.7	125.0	134.6	115.7	131.4
ค่าต่ำสุด	116.4	117.2	122.5	124.2	115.2	115.2
ค่าสูงสุด	144.9	144.2	141.6	140.7	143.9	139.8
ข้อกำหนด	130±15 ไมครอน					

วิจารณ์ผล

จากการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการตามแนวคิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและหลักการของซิกส์ซิกม่า ทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพ ผลิตชิ้นงานเป็นไปตามข้อกำหนด ลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปารเมศและภาณุ (2550) ได้นำแนวคิดนี้ไปการประยุกต์เพื่อลดของเสียจากการพันสิรองพื้นในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิการาคาแพง พบว่าสามารถลดความผันแปรของกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีรพงษ์ (2553) สามารถลดของเสียในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรชนิดอ่อนจาก 1,154 DPPM ลดลงเหลือ 314 DPPM และจักริน (2550) ปรับปรุงกระบวนการชุบโลหะทำให้สามารถลดปริมาณของเสียจาก 193 DPPM ลดลงเหลือ 40 DPPM มณีรัตน์ และวิษณุตร์ (2564) ลดปัญหาของเสียจากการใช้งานเครื่องซักผ้าจากข้อร้องเรียนของลูกค้า 2 ปัญหาหลักคือ Hall effect sensor และ Reed switch จึงมีการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ทำให้ข้อร้องเรียนของลูกค้าลดลง จะเห็นได้ว่าผลจากการนำทฤษฎีคุณภาพต่างๆมาประยุกต์ในการปรับปรุงการงานสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนางานได้

สรุปผล

การศึกษานี้เป็นการปรับปรุงเครื่องจักรในกระบวนการตัด โดยการนำปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิตของลูกค้าหรือผู้ใช้งานหลังจากใช้เครื่องไประยะหนึ่ง เป็นการติดตามหลังการขายและการฟังเสียงจากลูกค้าซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ได้ผลจากการใช้งานจริงมาปรับปรุงเครื่องจักรทำให้ลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้นและเป็นการพัฒนาเพื่อตอบสนองการต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์สถานที่และข้อมูลในการศึกษาจากบริษัท อินด์สตรีอินโนลิ้งค์ (ประเทศไทย) บริษัท ADT Dicing Technologies (ประเทศอิสราเอล) และบริษัท ยูเทค ประเทศไทย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาที่เกี่ยวกับด้านการพัฒนาเครื่องจักร
และปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

- จักริน ยิ้มย่อง 2555. การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยใช้หลักการซิกส์ ซิกม่ากรณีศึกษา
บริษัท เล็นตัส เทคโนโลยีส์ (ไทย) จำกัด. การค้นคว้าอิสระ ปริญญามหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลธัญบุรี.
- ณัฐพันธ์ เขจรนันท์ และคณะ 2548. คู่มือปฏิบัติ ซิกส์ ซิกม่า เพื่อสร้างความเป็นเลิศในองค์การ
บริษัท เอ็กซ์เปอร์เนท จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร.
- ธีรพงษ์ บุญสมปอง. 2553. การลดปัญหาทวมสโตนคอมโพเน้นท์โดยใช้แนวทางซิกส์ ซิกม่ากรณีศึกษากระบวนการ
ประกอบแผงวงจะชนิดอ่อน. การค้นคว้าอิสระ ปริญญามหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ธัญบุรี.
- ปารเมศ ชูติมาและภาณุ ชุตเจือจัน. 2550. การประยุกต์ซิกส์ ซิกม่าเพื่อลดของเสียจากการพันสีรองพื้นใน
กระบวนการผลิตกล่องนาฬิกากระดาษ. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มณีรัตน์ อินทประเสริฐและวิชญ์ตรี งามสะอาด 2564. การปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วน
วัตถุดิบและการตรวจสอบขั้นสุดท้ายในการผลิตเครื่องซักผ้าเพื่อลดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 1(2): 1-11.
- ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. การควบคุมคุณภาพ Quality Control. ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน). กรุงเทพมหานคร.

การศึกษาและออกแบบระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์สำหรับอาคารสำนักงาน
บนฐานความเข้มแสงอาทิตย์
Study and design of curtain control system for office building
based on sunlight intensity

ปิยะวัฒน์ ศรีแจ่ม¹ ภัทรพล กาฬภักดี¹ และองอาจ ทับบุรี^{1*}

Piyawat Srijam¹ Pattarapon Karapakdee¹ and Ong-art Tubburee^{1*}

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

¹Valaya Alongkorn Rajabhat University Under The Royal Patronage Pathum Thani province, Khlong Luang District, Pathum Thani, 13180

*Corresponding author E-mail: ongart.tub@vru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์สำหรับอาคารสำนักงานบนฐานข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ ที่เริ่มการศึกษาและเก็บข้อมูลค่าความเข้มจากแสงอาทิตย์ที่ส่องมายังหน้าต่างของห้องซึ่งส่งผลต่ออุณหภูมิภายในห้อง โดยใช้ห้อง 9306 อาคาร 9 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี เป็นสถานที่ติดตั้งใช้งานและทดสอบ ระบบควบคุมที่นำเสนอประกอบด้วยเซนเซอร์วัดความเข้มแสงและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิทำหน้าที่ตรวจวัดความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิที่เกิดขึ้นส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน ทำหน้าที่ประมวลผลและเปรียบเทียบความเข้มแสงอาทิตย์ที่วัดได้กับค่าปรับตั้งเพื่อควบคุมให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหมุนเปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ามอเตอร์จะหมุนเพื่อปิดม่านบังแสงอาทิตย์ทุกครั้งหากความเข้มแสงที่วัดได้เกินกว่าค่าปรับตั้ง และมอเตอร์จะหมุนเพื่อเปิดม่านบังแสงอาทิตย์ทุกครั้งหากความเข้มแสงที่วัดได้ต่ำกว่าปรับตั้ง ซึ่งคิดเป็นความแม่นยำร้อยละ 100

คำสำคัญ: อาดูยโน ม่าน ความเข้มแสงอาทิตย์ เซนเซอร์วัดความเข้มแสง

Abstract

This paper aims to design a curtain control system for office buildings based on sunlight intensity. A methodology was studying and collecting data on the intensity of sunlight shining through the windows, which affects the room temperature. For implementation, room 9306, Building 9 of Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage Pathum Thani province was used. The proposed system consists of a light intensity sensor and a temperature sensor that measures the sunlight intensity and temperature, data was sent to an Arduino microcontroller to process and compare a measured sunlight intensity with a setting value to control the DC motor to open/close a curtain. The experimental results show that a motor rotated to close the curtain when the measured light intensity exceeds the setting value. On the other hand, a motor rotated to open a curtain when the measured light intensity was lower than the setting value, with an accuracy by 100%.

Keywords: Arduino, curtain, sunlight intensity, light intensity sensor

บทนำ

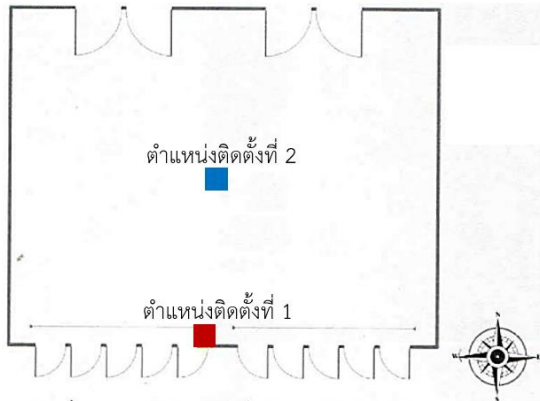
พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ปัจจุบันเราใช้พลังงานฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปี ในขณะที่ประเทศของเราไม่มีแหล่งน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน และแหล่งน้ำที่เพียงพอต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้งานทั่วประเทศ ทำให้ในแต่ละปีรัฐต้องสูญเสียงบประมาณมหาศาลในการนำเข้าพลังงานขั้นต้น เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้งานในประเทศ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2559) ดังนั้นทุกคนควรตระหนักและให้ความสำคัญในการอนุรักษ์พลังงาน จากผลการศึกษาพบว่าเครื่องปรับอากาศเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากเพื่อใช้ปรับอุณหภูมิภายในห้อง โดยมีหลักการคือนำความร้อนภายในห้องออกไปภายนอกห้อง ทั้งนี้หากภายในห้องมีอุณหภูมิที่สูงมาก เครื่องปรับอากาศก็จะทำงานโดยใช้ระยะเวลามากขึ้นเพื่อทำให้อุณหภูมิห้องลดต่ำลงตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจุบันอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ถูกออกแบบให้ใช้กระจกเป็นส่วนประกอบของหน้าต่างเพื่อความสวยงามและใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ (อวิรุทธ์ ศรีสุภาพรณ, 2557) และส่วนใหญ่อาคารสำนักงานมีการใช้เครื่องปรับอากาศ จึงจำเป็นต้องหาวิธีลดความร้อนภายในห้องอันเนื่องมาจากความเข้มแสงอาทิตย์โดยใช้การติดฟิล์มกรองแสง ซึ่งการติดฟิล์มกรองแสงเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอในการลดความร้อนภายในห้อง ในบางสถานที่จึงต้องมีการใช้ม่านบังแสงอาทิตย์ร่วมด้วย อย่างไรก็ตามการใช้ม่านบังแสงอาทิตย์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการใช้มนุษย์เป็นผู้ควบคุมการเปิดและปิดม่านบังแสงอาทิตย์นั้นไม่ได้ผลเท่าที่ควร เนื่องจากการใช้ระดับความรู้สึกและการรับรู้เกี่ยวกับอุณหภูมิและความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามาภายในห้องของมนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกันออกไป ส่งผลให้ปัจจุบันมีการประดิษฐ์และค้นคว้าวิธีการควบคุมการเปิด/ปิดม่านโดยใช้การควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นเป็นจำนวนมาก (สุรชาติ ปัญญา และคณะ, 2565; Yang & Pan, 2020)

ดังนั้นกลุ่มของข้าพเจ้า จึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาและออกแบบระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์สำหรับอาคารสำนักงานที่สอดคล้องกับความเข้มแสงอาทิตย์ เพื่อใช้ในการศึกษาและเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการช่วยอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ด้วยการนำมอเตอร์กระแสตรง (Direct current motor) มาใช้เป็นตัวต้นกำลังในการเปิดและปิดม่านบังแสงอาทิตย์ ซึ่งมีระบบควบคุมการทำงานของมอเตอร์ดังกล่าวที่ใช้ค่าความเข้มแสงอาทิตย์มาเป็นตัวกำหนดให้มอเตอร์ทำงานเพื่อเปิดหรือปิดม่านบังแสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและออกแบบระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์สำหรับอาคารสำนักงานบนฐานความเข้มแสงอาทิตย์
2. เพื่อสร้างระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์สำหรับอาคารสำนักงานบนฐานความเข้มแสงอาทิตย์
3. เพื่อทดสอบสมรรถนะของระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์สำหรับอาคารสำนักงานบนฐานความเข้มแสงอาทิตย์

วิธีการดำเนินการวิจัย



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ลักษณะของห้อง 9306 ที่ใช้ดำเนินการวิจัย (ก) แบบแปลนของห้อง (ข) ภาพถ่ายภายในห้อง

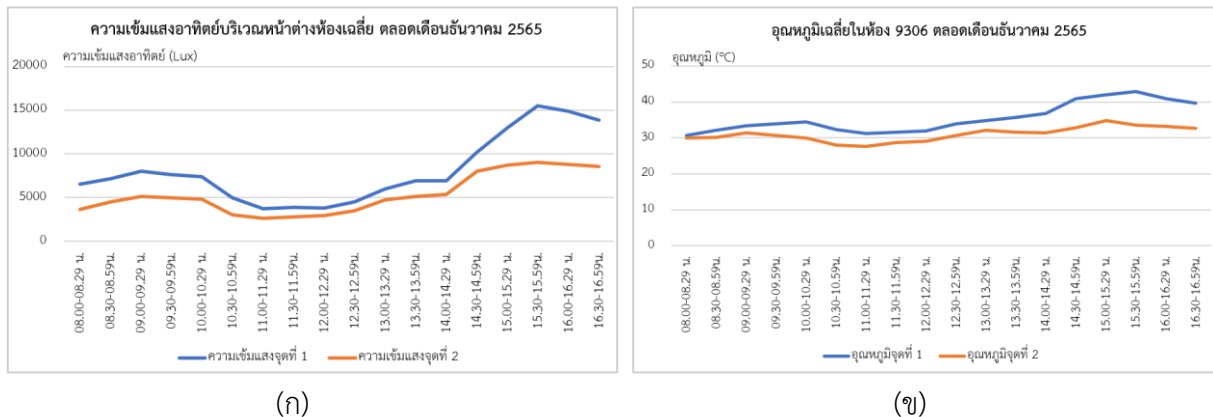


ภาพที่ 2 อุปกรณ์วัดและบันทึกข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิที่ออกแบบสร้างขึ้นใช้งาน

1. การศึกษาและเก็บข้อมูลสำคัญในพื้นที่ต้นแบบ

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในห้องมีสาเหตุมาจากหลากหลายปัจจัย อาทิ ความเข้มของแสงอาทิตย์ในพื้นที่ ทิศทางของรังสีแสงอาทิตย์ที่กระทบกับผนังและหน้าต่างของห้อง การถ่ายเทอากาศในพื้นที่ และวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างและตกแต่งอาคารนั้นๆ ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิภายในห้องและในอาคารต่างๆ มีความแตกต่างกันออกไป ด้วยสาเหตุดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงต้องกำหนดพื้นที่ที่จะใช้ดำเนินการวิจัยให้ชัดเจน เพื่อศึกษาและเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในห้องที่เป็นผลมาจากรังสีแสงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามาภายในที่ดังกล่าว โดยได้เลือกใช้ห้อง 9306 อาคาร 9 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้าของสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โดยมีลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยมที่มีผนังทั้งสี่ด้านก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก และมีผนังด้านหนึ่งที่มีหน้าต่างเป็นกระจกใสตลอดทั้งด้านหันไปทางทิศใต้ ดังภาพที่ 1

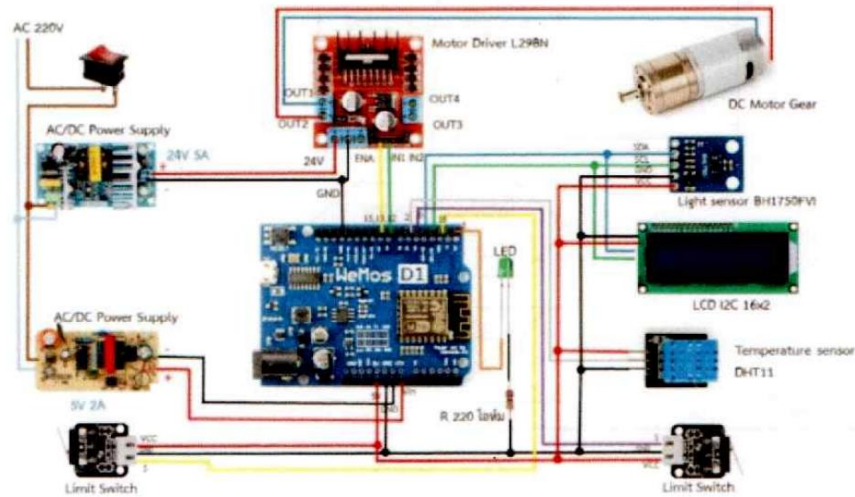
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2567



ภาพที่ 3 ข้อมูลที่บันทึกได้จากอุปกรณ์วัดและบันทึกข้อมูลที่ติดตั้งภายในห้อง 9306 ตลอดเดือนธันวาคม 2565
(ก) ความเข้มแสงอาทิตย์บริเวณหน้าต่างห้องเฉลี่ย (ข) อุณหภูมิภายในห้องเฉลี่ย

การได้มาซึ่งข้อมูลความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังบริเวณหน้าต่างและอุณหภูมิภายในห้อง 9306 ในช่วงเวลาต่างๆ ของแต่ละวัน ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์วัดและบันทึกข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิจำนวน 2 ชุดเพื่อติดตั้งวัดและเก็บข้อมูลภายในห้องตามโต๊ะแกรมการติดตั้งที่ปรากฏในภาพที่ 1(ก) โดยการใช้เซนเซอร์วัดความเข้มแสง รุ่น BH1750 FVI ซึ่งมีความสามารถวัดค่าความเข้มแสงได้ตั้งแต่ 1-65536 ลักซ์ และเลือกใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ รุ่น DHT11 ที่สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0-50 องศาเซลเซียส เพื่อวัดและส่งข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิในพื้นที่ติดตั้งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์อาδυโน รุ่น ESP8266 ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่วัดได้ให้แสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี รุ่น 1602 พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที เริ่มตั้งแต่เวลา 08.00 น. จนถึง 16.59 น. เก็บไว้ในกูเกิลสเปรดชีต ดังแสดงลักษณะอุปกรณ์ในภาพที่ 2

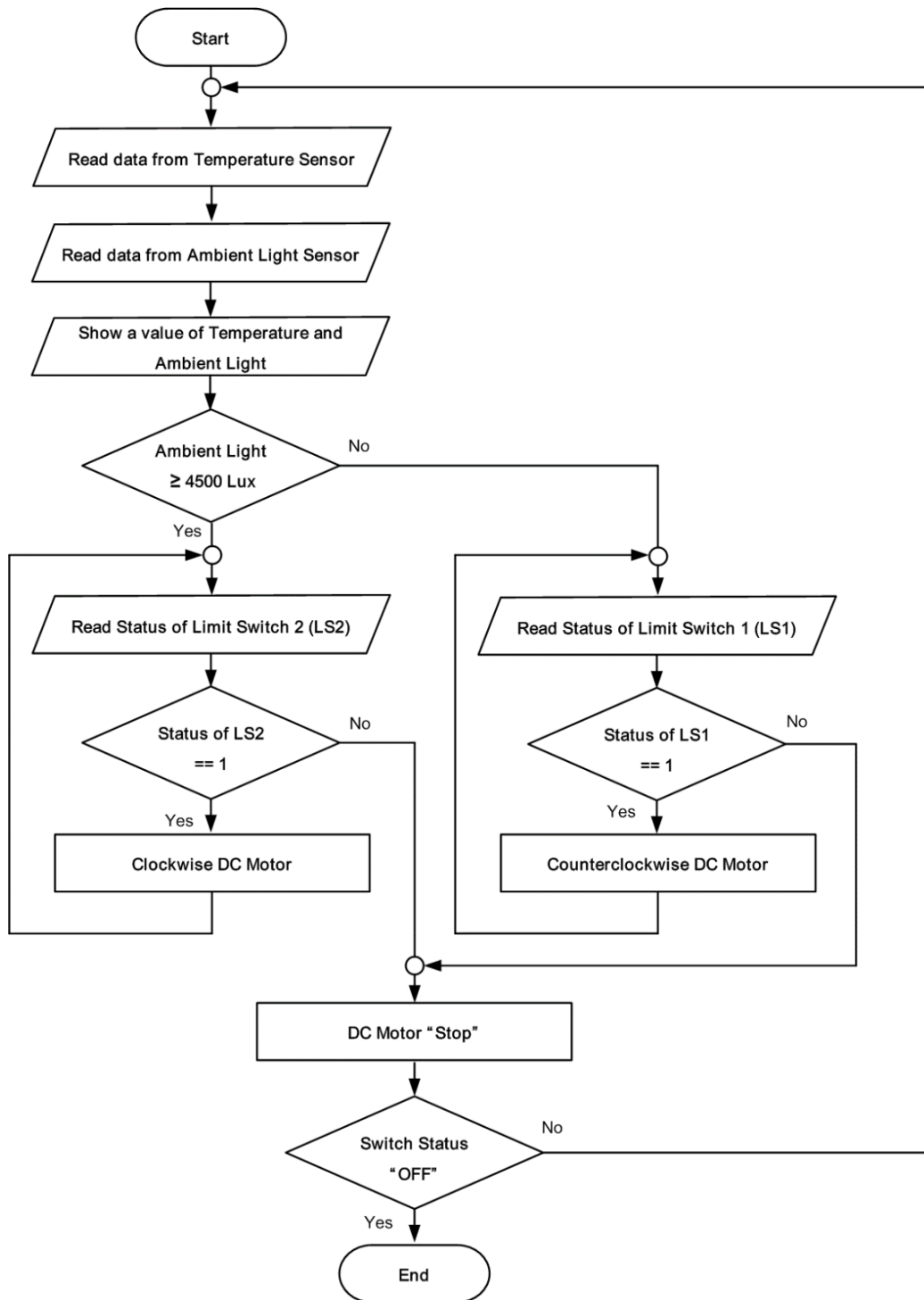
ข้อมูลที่แสดงในภาพที่ 3(ก) แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเข้มแสงที่วัดได้จากจุดที่ 1 (ติดตั้งบริเวณหน้าต่าง) มีค่าแตกต่างกันไปตามช่วงเวลาของวันโดยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 08.00-10.30 น. โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6492.67-8030.65 ลักซ์ จากนั้นจะมีค่าลดลงอยู่ระหว่าง 3745.55-6950.27 ลักซ์ ในช่วงเวลา 10.30-14.29 น. และจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอีกหลังจากเวลา 14.30 น. โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 15532.83 ลักซ์ สาเหตุของการเพิ่มขึ้นของความเข้มแสงในช่วงเช้าและช่วงบ่ายมีที่มาจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงตามวงโคจรในช่วงเวลาดังกล่าวทำให้แสงอาทิตย์ส่องมากระทบกับหน้าต่างและเซนเซอร์โดยตรง ขณะที่ในช่วงเวลา 10.30-14.29 น. นั้น แสงอาทิตย์จะถูกบังด้วยกันสาดของอาคารที่ติดตั้งไว้ทำให้ไม่สามารถส่องมากระทบกับหน้าต่างและเซนเซอร์ได้ส่งผลให้ความเข้มแสงที่ตรวจวัดได้มีค่าลดลง ทั้งนี้ผลจากการที่แสงอาทิตย์ส่องมากระทบกับหน้าต่างโดยตรงทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องที่วัดได้จากจุดที่ 2 (ติดตั้งบริเวณกลางห้อง) มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงเวลา 08.00-10.30 น. และ 14.30-15.30 น. โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 34.74 องศาเซลเซียส ขณะที่ในช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์ถูกบังด้วยกันสาดของอาคารจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องมีค่าต่ำกว่าในสองช่วงเวลาก่อนหน้า ดังแสดงในภาพที่ 3(ข)



ภาพที่ 4 ไดอะแกรมระบบควบคุมการทำงานที่นำเสนอ

2. การออกแบบระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์สำหรับอาคารสำนักงาน

การออกแบบและสร้างระบบควบคุมการเปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์ของห้อง 9306 ที่สอดคล้องกับความเข้มแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน รุ่น ESP8266 เป็นตัวประมวลผลและสั่งการทำงานของระบบ เนื่องจากเป็นบอร์ดที่มีขาพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตซึ่งสามารถใช้งานกับเซนเซอร์ได้ทั้งแบบดิจิตอล (Digital) และแอนาล็อก (Analog) และยังสามารถเชื่อมต่อเพื่อขับอุปกรณ์เอาต์พุตให้ทำงานได้ อีกทั้งยังสามารถเชื่อมต่อสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi) ได้ ในส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ เลือกใช้เซนเซอร์วัดความเข้มแสง รุ่น BH1750 FVI เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโนด้วยการสื่อสารอนุกรมแบบ Inter-Integrated Circuit หรือนิยมเรียกย่อๆ ว่าแบบ I²C โดยสายสัญญาณจำนวน 2 เส้น ได้แก่ สายรับ-ส่งข้อมูล (Serial data; SDA) และสายสัญญาณนาฬิกา (Serial clock; SCL) ทำให้สายสัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ลดน้อยลง และเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 88 วัตต์ 24 โวลต์ ที่ต่อรวมอยู่กับชุดเกียร์ 100 รอบ/นาที ให้แรงบิดสูงสุด 1.2 นิวตัน เป็นต้นกำลังสำหรับการเปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์ในห้อง 9306 ทำงานร่วมกับลิมิตสวิตช์ (Limit switch) จำนวน 2 ตัว ต่อเป็นวงจรแบบแอคทีฟโลว์ (Active low) กับไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโนทำหน้าที่ตรวจสอบผลการเปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์ และสั่งให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำงาน หรือหยุดทำงาน โดยรับสัญญาณควบคุมการทำงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโนผ่านโมดูลขับมอเตอร์ รุ่น LN298 ที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 2 แอมป์ที่ระดับแรงดัน 7-35 โวลต์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มการตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ รุ่น DHT11 เพื่อตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ณ จุดติดตั้งระบบควบคุมการเปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์แจ้งให้ผู้ใช้งานได้ทราบผ่านหน้าจอแอลซีดี (Liquid crystal display; LCD) ขนาด 2 บรรทัด 16 ตัวอักษรดังภาพที่ 4

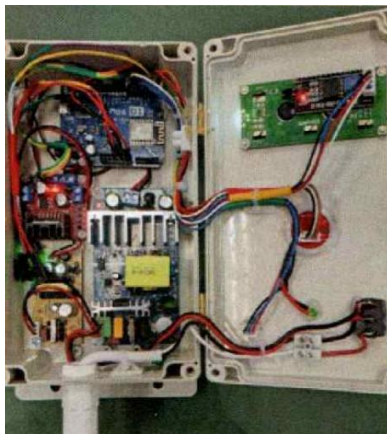


ภาพที่ 5 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการทำงานที่นำเสนอ

3. การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบควบคุมการเปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์ที่นำเสนอ ดังภาพที่ 5 เริ่มต้นจากการอ่านค่าที่ส่งมาจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและเซนเซอร์วัดความเข้มแสงเพื่อนำมาแสดงผลบนหน้าจอแอลซีดีแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบ สำหรับการควบคุมการเปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์จะใช้ค่าความเข้มแสงที่อ่านได้มาตรวจสอบว่ามีค่าเกินกว่า 4,500 ลักซ์หรือไม่ ทั้งนี้หากความเข้มแสงมีค่าสูงกว่า 4,500 ลักซ์ ซึ่ง

หมายความว่าเมื่อมีแสงอาทิตย์ส่องมายังหน้าต่างโดยตรงตามที่ได้ศึกษาและบันทึกข้อมูลไว้ในหัวข้อที่ 1 ตัวประมวลผลจะตรวจสอบสถานะของลิมิตสวิตช์ตัวที่ 2 (Limit switch 2; LS2) ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณส่วนปลายของรางมันบังแสงอาทิตย์ว่ามีสถานะเท่ากับ 1 หรือไม่ โดยหากพบว่าสถานะเป็น 1 (หมายถึงมันบังแสงอาทิตย์ยังไม่ถูกเลื่อนไปบังแสงอาทิตย์จนสุดรางมันและชนกับลิมิตสวิตช์ตัวที่ 2) ระบบจะสั่งให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (Clockwise) เพื่อเลื่อนมันบังแสงอาทิตย์จนสุดรางมันและชนกับลิมิตสวิตช์ตัวที่ 2 ส่งผลให้สถานะของลิมิตสวิตช์ตัวที่ 2 กลายเป็น 0 แล้วจึงหยุดการทำงาน แต่ในกรณีค่าความเข้มแสงต่ำกว่า 4,500 ลักซ์ ตัวประมวลผลจะตรวจสอบสถานะของลิมิตสวิตช์ตัวที่ 1 (Limit switch 1; LS1) ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณจุดเริ่มต้นของรางมันบังแสงอาทิตย์ว่ามีสถานะเท่ากับ 1 หรือไม่ โดยหากพบว่าสถานะเป็น 1 (หมายถึงมันบังแสงอาทิตย์ยังไม่ถูกเปิดออกจนปลายมันเลื่อนมาชนลิมิตสวิตช์ตัวที่ 1) ระบบจะสั่งให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (Counterclockwise) เพื่อเลื่อนเปิดมันบังแสงอาทิตย์จนส่วนปลายของมันชนกับลิมิตสวิตช์ตัวที่ 1 ส่งผลให้สถานะของลิมิตสวิตช์ตัวที่ 1 กลายเป็น 0 แล้วจึงหยุดการทำงาน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 อุปกรณ์ต้นแบบและการติดตั้งใช้งานในห้อง 9306 (ก) ภาพถ่ายภายในกล่องควบคุมที่นำเสนองาน
(ข) การติดตั้งกล่องควบคุมที่นำเสนองานในห้อง 9306

4. การสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ

ภายหลังจากการออกแบบระบบควบคุมมันบังแสงอาทิตย์และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานลงในไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโนเรียบรอยแล้ว ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์ในระบบควบคุมทั้งหมดติดตั้งและต่อวงจรการทำงานตามไดอะแกรมในภาพที่ 5 ลงในกล่องวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำจากพีวีซีขนาด 12x20 เซนติเมตร โดยมีสวิตช์เปิด/ปิดการทำงาน เช่น เซอร์วอตอุณหภูมิ เซอร์วอตความเข้มแสง และหน้าจอแอลซีดีติดตั้งอยู่ด้านหน้ากล่องดังแสดงในภาพที่ 6(ก) สำหรับการติดตั้งใช้งานจริงในห้อง 9306 เริ่มต้นด้วยการรื้อถอนรางมันชุดเดิมออกและติดตั้งรางมันแบบตัวเอ็มที่มีร่องตรงกลางพร้อมกับติดตั้งกล่องเฟืองสำหรับใส่สายพานดึงมันให้เปิด/ปิดได้ พร้อมทั้งติดตั้งกล่องระบบควบคุมไว้บนผนังใกล้กับหน้าต่างของห้อง ดังแสดงในภาพที่ 6(ข)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการเปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์เมื่อความเข้มแสงเกิดการเปลี่ยนแปลง

ครั้งที่	ความเข้มแสง (Lux)	ทิศทางการหมุนของมอเตอร์	ผลการทำงานของม่าน	ความแม่นยำในการทำงาน (%)
การทดสอบโดยการให้แสงที่มีความเข้มสูงกว่า 4,500 ลักซ์				
1	5,000	ตามเข็มนาฬิกา	เลื่อนปิด	100
2	5,100	ตามเข็มนาฬิกา	เลื่อนปิด	
3	4,890	ตามเข็มนาฬิกา	เลื่อนปิด	
4	4,654	ตามเข็มนาฬิกา	เลื่อนปิด	
5	4,555	ตามเข็มนาฬิกา	เลื่อนปิด	
การทดสอบโดยการให้แสงที่มีความเข้มต่ำกว่า 4,500 ลักซ์				
6	4,460	ทวนเข็มนาฬิกา	เลื่อนเปิด	100
7	4,325	ทวนเข็มนาฬิกา	เลื่อนเปิด	
8	4,260	ทวนเข็มนาฬิกา	เลื่อนเปิด	
9	4,175	ทวนเข็มนาฬิกา	เลื่อนเปิด	
10	4,000	ทวนเข็มนาฬิกา	เลื่อนเปิด	

ผลการวิจัย

การทดสอบการทำงานของระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์ที่สอดคล้องกับความเข้มแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งใช้งานในห้อง 9306 โดยการให้แสงจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent lamp) หรือหลอดเผาไส้ซึ่งต่อรับพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบปรับค่าได้ เพื่อเพิ่ม/ลดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้หลอดเผาไส้จนทำให้ได้ความสว่างที่มีความแตกต่างกันไปสำหรับสองไปยังกล่องระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์ที่นำเสนอ จากนั้นจึงบันทึกค่าความเข้มแสงที่อ่านได้จากหน้าจอแอลซีดีและสังเกตผลการทำงานของมอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่กับรางม่านและการเปิด/ปิดของม่านจำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ผลการทดสอบในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการทดสอบให้แสงที่มีความเข้มแสงเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 4555 – 5100 ลักซ์ จำนวน 5 ครั้ง ขณะที่ม่านบังแสงอาทิตย์เปิดอยู่จะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเพื่อเลื่อนปิดม่านบังแสงอาทิตย์ได้ทุกครั้ง คิดเป็นความแม่นยำในการทำงานร้อยละ 100 ในทางกลับกันเมื่อทดสอบให้แสงที่มีความเข้มแสงเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 4,000 – 4,460 ลักซ์ อีกจำนวน 5 ครั้ง ขณะที่ม่านบังแสงอาทิตย์ปิดอยู่จะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเพื่อเลื่อนเปิดม่านบังแสงอาทิตย์ออกได้ทุกครั้ง คิดเป็นความแม่นยำในการทำงานร้อยละ 100 เช่นเดียวกัน

วิจารณ์ผล

ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์ที่ออกแบบและสร้างเป็นต้นแบบขึ้นใช้งานในห้อง 9306 แสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้เปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์ที่ใช้เซนเซอร์วัดความเข้มแสงเป็นข้อมูลส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโยโนใช้ประมวลผล สามารถเปิด/ปิดม่านบังแสงอาทิตย์ได้จริงตามระดับความเข้มแสงที่ศึกษาและกำหนดค่าไว้ในโปรแกรม สอดคล้องกับผลงานของ Yi-bo Wang และคณะ (Yi-bo, W., et al., 2015) ที่ได้ศึกษาและออกแบบระบบควบคุมม่านบังแสงอาทิตย์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโยโน นอกจากนี้จากการศึกษาข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิของห้อง 9306 ที่ได้บันทึกไว้ในหัวข้อที่ 1 ของวิธีการดำเนินการวิจัยยังสามารถพยากรณ์ได้ว่าการทำงานของระบบควบคุมการเปิด/

Yi-bo, W., Yu-feng, Z., Hong-yi, L. & Bei-bei, J. 2015. Design for intelligent control system of curtain based on Arduino. pp. 1344–1348. In: 2nd International Conference on Electrical, Computer Engineering and Electronics (ICECEE 2015) 29-31 May 2015. Jinan: China.

ชื่อเรื่อง เครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Automatic coin sorting machine controlled by a microcontroller

นายณัฐกร ฐาปนางกูกร¹ และนางสาวอมรรัตน์ ไม้คำมี¹

Nattthakon Thapanangkunkorn^{1*} and Amonrat Maikhammi¹

¹วิทยาลัยเชียงราย ที่อยู่ 199 ตำบลป่าอ้อดอนชัย อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000

¹Chiang Rai College 199 Pa O Don Chai Subdistrict Mueang Chiang Rai District Chiang Rai Province 57000

*Corresponding author E-mail: amonrat101942@icloud.com

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับคัดแยกเหรียญและนับจำนวนเหรียญ รวมทั้งคำนวณค่าเงินที่นับได้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน เครื่องนี้ถูกออกแบบให้ใช้ได้กับเหรียญกษาปณ์ไทยชนิดราคา 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท โดยมีมอเตอร์เซอร์โวขับเคลื่อนจานหมุนพาเหรียญไปยังช่องแยกเหรียญไปยังช่องแยกเหรียญแต่ละชนิดราคา แต่ละเหรียญเคลื่อนที่ผ่านรางลำเลียงตามชนิดของราคาโดยมีตัวรับรู้ซึ่งใช้ตัวชี้เลเซอร์เป็นตัวส่งและใช้แอลดีอาร์เป็นตัวรับคอยตรวจจับการเคลื่อนตัดผ่านของแต่ละเหรียญ ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจากตัวรับรู้เพื่อบันทึกจำนวนและคำนวณค่าเงินและแสดงค่าบนแอปพลิเคชัน โดยหลังจากเครื่องแยกเหรียญเสร็จแล้วผู้ใช้สามารถกดสวิตช์เพื่อเลือกดูจำนวนเหรียญและค่าเงินที่นับได้ทั้งที่เป็นจำนวนรวมและที่เป็นแต่ละชนิด

คำสำคัญ : ไมโครคอนโทรลเลอร์, เลเซอร์, แอลดีอาร์

Abstract

This thesis presents the design and construction of a device for sorting coins, counting the number of coins, and calculating the value of the counted currency using a microcontroller to control the operation. This machine is designed to be used with Thai coins of 1 baht, 2 baht, 5 baht and 10 baht, with a servo motor driving the rotating plate to take the coins to the coin separator slot to separate the coins of each price type Each coin moves through the conveyor rail according to its price type, with sensors using a laser pointer as transmitter and LDR as receiver detecting each coin's movement. The microcontroller receives values from the sensors to count and calculate the currency and display the values on the application. After the machine is finished separating coins, the user can press the switch to select the number of coins and currencies counted, both in total and in individual types.

บทนำ

การใช้จ่ายเงินในชีวิตประจำวันมีการใช้จ่ายทั้งธนบัตรและเหรียญ ซึ่งในปัจจุบันยังคงนิยมใช้เหรียญกันอยู่เพราะเหรียญมีความถี่ของค่าเงินมากกว่าความถี่ของเงินธนบัตร ทำให้สามารถใช้จ่ายและทอนได้ตามความต้องการของราคาสินค้าที่ถูกกำหนดไว้ นอกจากนี้เหรียญยังมีความคงทนและมีอายุการใช้งานมากกว่าธนบัตร ดังนั้นเมื่อมีการใช้เหรียญเป็นจำนวนมาก ทำให้จำเป็นต้องมีการคัดแยกและนับเหรียญ ซึ่งเป็นปัญหาในการตรวจสอบจำนวนเงิน โดยเฉพาะเหรียญที่รวมกันอยู่เป็นจำนวนมากทำให้ต้องเสียเวลาในการคัดแยก จึงมีการคิด

สิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อความรวดเร็วและประหยัดเวลาในการคัดแยกและนับเหรียญขึ้น เพื่อช่วยลดภาระและความยุ่งยากของสถานประกอบการที่มีเงินหมุนเวียนจำนวนมากได้ โดยทั่วไปการจำแนกชนิดราคาและนับจำนวนเหรียญนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น การใช้คนการใช้เครื่อง ซึ่งการใช้คนนั้นอาจเกิดความผิดพลาดในการนับเหรียญในจำนวนมาก ๆ รวมไปถึงความล่าช้าและเสียเวลาในการทำงานอื่น ๆ ได้ ส่วนการใช้เครื่องจำแนกนั้นมีหลักการคัดแยกเหรียญหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการใช้น้ำหนักของเหรียญแต่ละชนิด ซึ่งมีน้ำหนักแตกต่างกัน และการใช้ขนาดของเหรียญแต่ละชนิดมีเส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาไม่เท่ากัน โดยเครื่องที่กล่าวมาข้างต้นมีความแม่นยำ สะดวกและรวดเร็วกว่าการนับโดยใช้คน อีกทั้งยังหลีกเลี่ยงการใช้สัมผัสเหรียญที่สกปรก โดยเครื่องทั่วไปที่มีขายตามท้องตลาดนั้น มีราคาสูงเหมาะสำหรับสถานประกอบการรายใหญ่ และธนาคารทั่วไป บางเครื่องอาจต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ

ปัจจุบันเทคโนโลยีที่เรียกว่า IoT หรือ Internet of Things (อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง) หมายถึง วัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งของเครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตอื่น ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยมีการฝังตัวของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ซึ่งวัตถุดิบของเหล่านี้ สามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ อีกทั้ง สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกล ผ่านโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อเข้ากับสมาร์ทโฟนและ IoT สามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทุกอย่างที่ถูกออกแบบมาให้เชื่อมโยงกันได้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อที่จะสามารถสื่อสารกันได้ ซึ่งมีหลายหน่วยงานได้นำ IoT ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างรายได้ โอกาส และความความสะดวกสบายยิ่งขึ้นในอุตสาหกรรมและ โครงการ ต่าง ๆ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

การใช้จ่ายเงินในชีวิตประจำวันมีการใช้จ่ายทั้งธนบัตรและเหรียญ ซึ่งในปัจจุบันยังคงนิยมใช้เหรียญกันอยู่เพราะเหรียญมีความถี่ของค่าเงินมากกว่าความถี่ของเงินธนบัตร ทำให้สามารถใช้จ่ายและถอนได้ตามความต้องการของราคาสินค้าที่ถูกกำหนดไว้ นอกจากนี้เหรียญยังมีความคงทนและมีอายุการใช้งานมากกว่าธนบัตร ดังนั้นเมื่อมีการใช้เหรียญเป็นจำนวนมาก ทำให้จำเป็นต้องมีการคัดแยกและนับเหรียญ ซึ่งเป็นปัญหาในการตรวจสอบจำนวนเงิน โดยเฉพาะเหรียญที่รวมกันอยู่เป็นจำนวนมากทำให้ต้องเสียเวลาในการคัดแยก จึงมีการคิดสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อความรวดเร็วและประหยัดเวลาในการคัดแยกและนับเหรียญขึ้น เพื่อช่วยลดภาระและความยุ่งยากของสถานประกอบการที่มีเงินหมุนเวียนจำนวนมากได้ โดยทั่วไปการจำแนกชนิดราคาและนับจำนวนเหรียญนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น การใช้คนการใช้เครื่อง ซึ่งการใช้คนนั้นอาจเกิดความผิดพลาดในการนับเหรียญในจำนวนมาก ๆ รวมไปถึงความล่าช้าและเสียเวลาในการทำงานอื่น ๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติ
- 1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

- 1.3.1.1 ใช้แยกเหรียญ 1, 2, 5, 10 บาท เท่านั้น
- 1.3.1.2 สามารถบรรจุเหรียญที่เสร็จสิ้นจากกระบวนการแยกเหรียญแต่ละชนิดได้ไม่เกิน 30 เหรียญ
- 1.3.1.3 สามารถบอกค่าจำนวนทั้งหมดที่หยอดลงในเครื่องได้

1.3.1.4 สามารถแจ้งมูลค่าจำนวนเงินทั้งหมดผ่านแอปพลิเคชันได้

1.3.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

- วิทยาลัยเชิงรอย

1.3.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

- ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2566

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีความสามารถในการประมวลผลและตัดสินใจต่าง ๆ สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรรีเลย์ทรานซิสเตอร์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี เหมาะกับการนำไปใช้ในงานควบคุมต่าง ๆ

Photoelectric sensor หมายถึง เซ็นเซอร์ที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุ มีการตอบสนองตอบอย่างรวดเร็ว ระยะเวลาการตรวจจับไกล และ ที่สำคัญไม่ว่าวัตถุใดๆ Photoelectric Sensor ก็จะสามารถตรวจจับได้เหมาะสม สำหรับการใช้งานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับและไม่มีการสัมผัสกับตัววัตถุ

1.5 ประโยชน์ที่ได้จากโครงการ

1.5.1 สามารถจำแนกเงินเหรียญชนิด 1,2,5 และ 10 บาทได้

1.5.2 สามารถลดเวลาในการจำแนกเงินเหรียญได้

1.5.3 ได้รู้มูลค่าของเหรียญที่ใส่ลงในเครื่องนับ

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์คืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน ใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนชุดคำสั่ง และ Upload ชุดคำสั่งเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้โดยตรง โดยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย ดังนี้

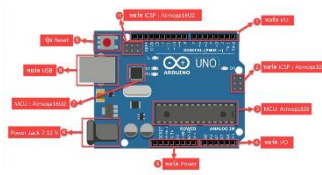
Arduino ESP8266 (NodeMCU) ทางผู้พัฒนาตั้งใจจะออก NodeMCU ให้เป็น platform ที่ออกแบบทุกอย่างเป็น Node การทำงานย่อยๆ และ ใช้ภาษา Lua ในการเขียนโปรแกรม แต่ด้วย platform ที่สะดวกในการใช้งาน กลุ่มนักพัฒนาของ ESP8266 จึงนำ NodeMCU (ESP8266) บรรจุในเป็นบอร์ดหนึ่งของ ARDUINO IDE (ESP8266) ด้วย และได้มีการพัฒนาต่อให้สามารถเขียนในภาษา C++ หลังจากทีบอร์ด NodeMCU (ESP8266) นี้มีการพัฒนาบน ARDUINO IDE เรียบร้อยแล้ว หากเป็นผู้ที่นิยมใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ก่อนจะนิยมใช้เป็นภาษา C/C++ ซึ่งภาษานี้สามารถใช้งานได้หลายอย่างกว่า Lua



ภาพที่ 2.1 NodeMCU Devkit V1.0

2.2 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 คำว่า Uno เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งแปลว่าหนึ่ง เป็นบอร์ด Arduino รุ่นแรกที่ผลิตออกมา มีขนาดประมาณ 68.6×53.4 mm. เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆ ที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง และส่วนใหญ่ โพรเจกต์และ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดีอีกอย่างคือกรณีที่ MCU เสียผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย Arduino Uno R3 มี MCU ที่เป็น Package DIP



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบของ Arduino Uno R3

2.3 Proximity Sensor

พรีอกซิมีตี้เซนเซอร์ (Proximity Sensor) หรือ พรีอกซิมีตี้สวิตช์ (Proximity Switch) คือ เซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถทำงานโดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงานหรือวัตถุภายนอก โดยลักษณะของการทำงานอาจจะส่งหรือรับพลังงานรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ สนามแม่เหล็กสนามไฟฟ้า แสง เสียง และ สัญญาณลม ส่วนการนำเซนเซอร์ประเภทนี้ไปใช้งานนั้น ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจจับ ตำแหน่ง ระดับ ขนาด และรูปร่าง ซึ่งโดยปกติแล้วจะนำมาใช้แทนลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) เนื่องจากสาเหตุของอายุการใช้งานและความเร็วในการตรวจจวัตถุเป้าหมาย ทำได้ดีกว่าอุปกรณ์ประเภทสวิตช์ซึ่งอาศัยหน้าสัมผัสทางกล

2.4 จอแสดงผลแอลซีดี

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ แอลซีดี Display จอ Liquid Crystal Display (แอลซีดี) เป็นจอแสดงผลภาพแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานกันกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ แอลซีดี มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักษร เรียกว่า Character แอลซีดี ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นภาพภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic แอลซีดี นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีภาพแบบและภาพร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น



ภาพที่ 2.3 ลักษณะการใช้งาน แอลซีดี

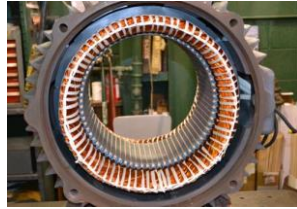
2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือให้ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟ เป็นต้นในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จัก อุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ

2.5.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

2.5.1.1 ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย

1) เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่น ๆ ให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นภาพทรงกระบอก ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือแกนขั้วแม่เหล็กและขดลวด



ภาพที่ 2.4 สเตเตอร์

2.6 แอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 2.5 แอปพลิเคชันไลน์

ไลน์ (Line) หมายถึง แอปพลิเคชัน สำหรับการสนทนาบนอุปกรณ์ การสื่อสารภาพแบบ ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ และ แท็บเล็ต (Tablet) ผู้ใช้สามารถสื่อสารด้วยการพิมพ์ข้อความ จากอุปกรณ์ การสื่อสาร จากอีกเครื่องหนึ่งไปสู่อีกเครื่องหนึ่ง ซึ่งไลน์ (Line) ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถหลากหลายเพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลายๆ ด้านจุดเด่นที่ทำให้ ไลน์ (Line) แตกต่างกับแอปพลิเคชันสำหรับการสนทนา ภาพแบบอื่นๆคือภาพแบบของ “สติ๊กเกอร์” (Sticker) ที่แสดงอารมณ์และความรู้สึกของผู้ใช้ที่หลากหลายเช่น สติ๊กเกอร์แสดงความรู้สึกขั้นพื้นฐาน สติ๊กเกอร์ตามเทศกาลและวันสำคัญสติ๊กเกอร์ของตราสินค้าต่าง ๆ สติ๊กเกอร์ การ์ตูนที่มีชื่อเสียง สนทนาด้วยเสียงสามารถโทรคุยผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (FREE VOICE CALLS) ส่งข้อความ แบบวิดีโอและเสียง (SEND VIDEOS & VOICE MESSAGE) ปรับแต่งภาพวอลเปเปอร์ (CUSTOMIZABLE WALLPAPER)สนทนาแบบกลุ่ม (GROUP CHAT) สามารถใช้กระดานโพสต์ข้อความ (Timeline) ในการแบ่งปัน

ข้อความ ภาพภาพ วิดีโอ และสติ๊กเกอร์ เพื่อแลกเปลี่ยนเรื่องราวต่างๆ กับเพื่อน เกมหลากหลายประเภท และสามารถเชิญเพื่อนใน Line มาร่วมสนุกด้วยกัน (LINE GAME) ที่มีส่วนตัวฉบับพกพาผลิตเพลินกับซีรีส์และคลิปพิเศษ (LINE TV) ร้านขายสินค้าออนไลน์ในราคาพิเศษ เช่น เครื่องสำอางเสื้อผ้าแฟชั่น แกดเจ็ต ที่พก ของแต่งบ้าน และอื่นๆ อีกมากมาย (LINE SHOP) อย่างไรก็ตามไลน์(LINE) ยังคงเป็นแอปพลิเคชันใหม่ในอุตสาหกรรมสมาร์ทโฟนที่เพิ่งเปิดให้บริการตั้งแต่ปี 2554 เป็นต้นมาถึงแม้ว่าจะมีจำนวนสมาชิกสูงและเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ศุภศิลป์ กุลจิตต์เจี๊วงค์,2556)

2.7 อะคริลิก

อะคริลิก เป็นพลาสติกที่มีความทนทาน และได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย ซึ่งอะคริลิกก็มักจะมีหลายชื่อด้วยกัน โดยชื่อเรียกที่ได้ยินบ่อยที่สุด ก็คือ อะคริลิกพลาสติก กระจกอะคริลิกหรือแผ่นอะคริลิก เป็นต้น สำหรับคุณสมบัติของอะคริลิก ก็คือ เป็นวัสดุที่มีความทนทานแข็งแรง สามารถทนต่อแรงกระแทกได้ดีกว่ากระจก ทั้งมีความหนาตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร-100 มิลลิเมตร ขึ้นไป จึงสามารถนำมาใช้งานได้หลากหลาย ตัวอย่างชิ้นงานจากอะคริลิก เช่น กรอบรูป ป้ายโฆษณาและชั้นวางโชว์ เป็นต้น

อะคริลิกพลาสติก ถูกเรียกว่าเป็นพลาสติกหลายชื่อ นั่นก็เพราะมีชื่อทางการค้าหลายชื่อด้วยกัน ทั้งมีคุณสมบัติที่โดดเด่นในเรื่องของความโปร่งใส ขึ้นรูปง่าย และมีความหนาแน่นต่ำ จึงสามารถนำมาใช้งานได้อย่างแพร่หลายและได้รับความนิยมมากที่สุด โดยชิ้นงานจากอะคริลิก พลาสติกที่มีการนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนใหญ่ ก็คือ ป้ายโฆษณา กระจกใสบนเครื่องบินและกระจกตู้ปลา เป็นต้น นอกจากนี้ก็ยังนิยมนำมาใช้แทนแก้วในการผลิตชิ้นงานหลายๆ อย่างด้วย ส่วนชื่อทางการค้าของอะคริลิกพลาสติกนั้น ส่วนมากก็จะเป็น Plexiglas, Lucite, Perspex ฯลฯ



ภาพที่ 2.6 แผ่นอะคริลิก

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฤทธิ์ณรงค์ บัวทอง (2560) ทำการศึกษาหัวข้อกระปุกออมสินแยกเหรียญอัตโนมัติ เพื่อนำมาใช้เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บออมเงินเหรียญ โดยกระปุกออมสินแยกเหรียญ อัตโนมัตินี้ สามารถนับและแยกเหรียญชนิดราคา 1 บาท 5 บาท และ 10 บาท ตามลำดับ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการในการประมวลผลและควบคุมการทำงาน โดยจะแสดงยอดเงินของเหรียญแต่ละชนิดและจำนวนเหรียญแต่ละชนิด

บุญญพัฒน์ หนักเพ็ชร และคณะ (2564) ทำการศึกษาหัวข้อ โครงการเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ในการคัดแยกเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ10 บาท เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับพ่อค้า แม่ค้า หรือบุคคลที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการแลก เงินหรือการนับเงินเหรียญที่มีมากมาย ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติเมื่อดำเนินการทดลอง ซ้ำกัน 10 ครั้ง พบว่าเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติสามารถแยกและนับเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ10 บาท ได้อย่างถูกต้องทั้ง 10 ครั้งจากการทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติจำนวน 5 คน พบว่าผู้ใช้งาน ส่วน

ใหญ่เห็นว่า โครงการเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติในด้านออกแบบมีผลการประเมินในระดับดีการใช้วัสดุผลิตเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติมีผลการประเมินในระดับดีและประสิทธิภาพของเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติมีผลการประเมินในระดับดี

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทดสอบการจำแนกเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท
2. ทดสอบการนับจำนวนเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท
3. ทดสอบการแสดงผลมูลค่าทั้งหมดของเหรียญผ่านแอปพลิเคชันไลน์
4. ทดสอบการใช้งานของปุ่มรีเซ็ตค่าของเหรียญ

4.1.1 ทดสอบการจำแนกเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท

4.1.1.1 จุดประสงค์เพื่อต้องการทราบว่า เมื่อมีการทดลองใส่เหรียญลงไปในช่องใส่เหรียญ จะมีการทำงานตรงตามเงื่อนไขหรือไม่

4.1.1.2 อุปกรณ์การทดลอง

- 1) เครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) เหรียญกษาปณ์

4.1.1.3 วิธีการทดลอง

- 1) เตรียมเหรียญกษาปณ์แต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ
- 2) เปิดสวิตช์
- 3) เทเหรียญกษาปณ์ลงในช่องใส่เหรียญ
- 4) เมื่อเครื่องแยกเหรียญเสร็จแล้ว บันทึกจำนวนเหรียญที่ลงตรงกับลินซ์สำหรับแยกเหรียญ
- 5) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง

ตารางที่ 4.1 การจำแนกเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท

เหรียญ (บาท)	ครั้งที่ 1 (อย่างละ 5 เหรียญ)		ครั้งที่ 2 (อย่างละ 10 เหรียญ)		ครั้งที่ 3 (อย่างละ 15 เหรียญ)	
	ลงช่อง	ไม่ลงช่อง	ลงช่อง	ไม่ลงช่อง	ลงช่อง	ไม่ลงช่อง
1	ผ่าน 4 เหรียญ	ไม่ผ่าน 1 เหรียญ	ผ่าน 7 เหรียญ	ไม่ผ่าน 3 เหรียญ	ผ่าน 10 เหรียญ	ไม่ผ่าน 5 เหรียญ
2	ผ่าน 3 เหรียญ	ไม่ผ่าน 2 เหรียญ	ผ่าน 8 เหรียญ	ไม่ผ่าน 2 เหรียญ	ผ่าน 12 เหรียญ	ไม่ผ่าน 3 เหรียญ
5	ผ่าน 3 เหรียญ	ไม่ผ่าน 2 เหรียญ	ผ่าน 9 เหรียญ	ไม่ผ่าน 1 เหรียญ	ผ่าน 9 เหรียญ	ไม่ผ่าน 6 เหรียญ
10	ผ่าน 5 เหรียญ	ไม่ผ่าน 0 เหรียญ	ผ่าน 10 เหรียญ	ไม่ผ่าน 0 เหรียญ	ผ่าน 15 เหรียญ	ไม่ผ่าน 0 เหรียญ

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ตารางบันทึกผลการทดลอง การจำแนกเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยนำเหรียญกษาปณ์ทั้งหมด ใส่ลงช่องใส่เหรียญ เมื่อแยกเหรียญเสร็จแล้ว พบว่ามีความผิดพลาดเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.2 การนับจำนวนเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท

ทดลอง ครั้งที่	มูลค่าจำนวนเหรียญในลิ้นชัก (ค่าจริง)				มูลค่าจำนวนเหรียญที่แสดงบนจอ LCD				เปอร์เซ็นต์ ความ ผิดพลาด
	1	2	5	10	1	2	5	10	
1	10	20	50	100	10	20	50	100	0
2	10	20	50	100	10	20	50	100	0
3	10	20	50	100	10	20	50	100	0
4	10	20	50	100	10	20	50	100	0
5	10	20	50	100	10	20	50	100	0
6	10	20	50	100	10	20	50	100	0
7	10	20	50	100	10	20	50	100	0
8	10	20	50	100	10	20	50	100	0
9	10	20	50	100	10	20	50	100	0
10	10	20	50	100	10	20	50	100	0
เฉลี่ย									0

จากตารางที่ 4.2 พบว่านับเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมเป็นเงินทั้งหมด 180 บาท โดย ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่า มูลค่าของเหรียญในลิ้นชัก กับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD มีค่าตรงกัน

ตารางที่ 4.3 มูลค่าจำนวนของเหรียญผ่านแอปพลิเคชัน

ทดลอง ครั้งที่	มูลค่าจำนวนเหรียญในลิ้นชัก (ค่าจริง)				มูลค่าจำนวนเหรียญที่แสดงบนจอ LCD				ส่งมูลค่าผ่าน แอปพลิเคชัน ไลน์
	1	2	5	10	1	2	5	10	
1	10	20	50	100	10	20	50	100	180
2	10	20	50	100	10	20	50	100	180
3	10	20	50	100	10	20	50	100	180
4	10	20	50	100	10	20	50	100	180
5	10	20	50	100	10	20	50	100	180
6	10	20	50	100	10	20	50	100	180
7	10	20	50	100	10	20	50	100	180
8	10	20	50	100	10	20	50	100	180
9	10	20	50	100	10	20	50	100	180
10	10	20	50	100	10	20	50	100	180

จากตารางที่ 4.3 พบว่านับเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมเป็นเงินทั้งหมด 180 บาท โดย ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่า มูลค่าของเหรียญในลิ้นชัก กับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD และมูลค่าที่ส่งผ่านแอปพลิเคชันมีค่าตรงกัน

ตารางที่ 4.4 ผลการทำงานของปั๊มรีเซตค่า

ชนิดเหรียญ	จำนวน	กวดปั๊มผลรีเซตค่า
1 บาท	3 เหรียญ	0
2 บาท	1 เหรียญ	0
5 บาท	7 เหรียญ	0
10 บาท	1 เหรียญ	0
รวมทั้งหมด 50 บาท		0

จากตามรางที่ 4.4 เมื่อทดลองกวดปั๊มรีเซตค่าของเหรียญ พบว่าสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ค่าของเหรียญแต่ละชนิด เมื่อถูกรีเซตแล้วจะเป็นศูนย์ จึงทำให้ผลรวมของค่าเงินทั้งหมดลดลงเหลือ 0 ตามไปด้วย

สรุปผล

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งใช้ Photo Sensor โดยควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หลักการทำงานของเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติ

เมื่อใส่เหรียญลงช่องใส่เหรียญไปแล้วมอเตอร์จะควบคุมให้หมุนเหรียญให้ลงช่องของเหรียญนั้น ๆ แต่ละช่องจะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับอยู่ เมื่อตรวจจับได้แล้วส่งข้อมูลไปแสดงผลที่จอ LCD จะแสดงผลออกมาว่ามีมูลค่าเงินทั้งหมดเท่าไรและจำนวนเหรียญแต่ละประเภทมีทั้งหมดกี่เหรียญ เครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นนี้จะช่วยให้ผู้ใช้งานสะดวกสบายมากขึ้น

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทดลองเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ดังนี้

5.1.1 พบว่า จากตารางบันทึกผลการทดลอง การจำแนกเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยนำเหรียญทุกชนิดทั้งหมดใส่ลงช่องใส่เหรียญ เมื่อแยกเหรียญเสร็จแล้ว พบว่ามีความผิดพลาดเพียงเล็กน้อย

5.1.2 การนับจำนวนเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมเป็นเงินทั้งหมด 180 บาท โดยทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่า มูลค่าของเหรียญในลิ้นชักกับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD มีค่าตรงกัน

5.1.3 การนับเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมเป็นเงินทั้งหมด 180 บาท โดยทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่า มูลค่าของเหรียญในลิ้นชักกับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD และมูลค่าที่ส่งผ่านแอปพลิเคชันไลน์มีค่าตรงกัน

5.1.4 เมื่อทดลองกดปุ่มรีเซ็ตค่าของเหรียญ พบว่าสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ค่าของเหรียญแต่ละชนิด เมื่อถูกรีเซ็ตแล้วจะเป็นศูนย์ จึงทำให้ผลรวมของค่าเงินทั้งหมดลดลงเหลือ 0 ตามไปด้วย

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

5.2.1 เมื่อมีจำนวนเหรียญที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการติดขัดและหลุดออกจากช่องแยกเหรียญได้

5.2.2 Photoelectric sensor ที่ใช้ตอบสนองต่อเหรียญช้า

5.2.3 Arduino ESP8266 ที่ใช้ยังมีการติดขัดเรื่องการนับเหรียญ

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

5.3.1 ปรับช่องเก็บเหรียญให้ใหญ่ขึ้น

5.3.2 พัฒนาและค้นหาเซ็นเซอร์ที่มีการตอบสนองต่อวัตถุกว่า Photoelectric sensor

5.3.3 ปรับใช้บอร์ดที่มีความสะดวกและดีกว่า Arduino ESP8266

เอกสารอ้างอิง

การวัดและเครื่องมือวัด ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (นวกัทธา และ ทวีพล , 2555), [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2566. เข้าถึงได้จาก :www.foodnetworksolution.com

(ศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, ผศ.ดร.นวกัทธา หนูนาคน)

การใช้งาน Character LCD Display กับ Arduino (ตอนที่ 1 – รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Parallel), [ออนไลน์].

สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2566. เข้าถึงได้จาก :

<https://blog.thaieasyelec.com/how-to-use-character-lcd-display-arduino-ch1-parallel/>

แนวคิดเกี่ยวกับแอปพลิเคชันไลน์ (Line). [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2566. เข้าถึงได้จาก
: <http://ethesisarchive.library>.

บริษัท ไทยเจริญเทค จำกัด. อะคริลิกกับ คุณสมบัติเด่น และการนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างเหมาะสม. สืบค้นวันที่
25 กันยายน 2566. จาก : <https://www.chi.co.th/article/article-861/>

รู้จักกับ Arduino ESP8266 (NodeMCU), [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2566 เข้าถึงได้จาก :
<http://www.ayarafun.com/2015/08/introduction-arduino-esp8266-nodemcu/>

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor), [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 25 กันยายน

2566. เข้าถึงได้จาก : <https://sites.google.com/site/higamersmasoth/report-page/motor>

วิโรจน์ กิตติวรปรีดา. ไมโครคอนโทรลเลอร์. (ออนไลน์). สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2566.

จาก : <http://www.rtc.ac.th/vcharkarn/280661.pdf>

The Invention.ทำความรู้จัก : บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO UNO R3 คืออะไร ใช้งาน
อะไรได้บ้าง[ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2566 เข้าถึงได้

จาก : <https://www.ai-corporation.net/2021/11/19/arduino-uno-r3/>

การออกแบบและจัดสร้างทุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วย
ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์

Design and development of Real-time Water Quality Monitoring Buoy
using Microcontroller and Energy from Solar Cells

ประเมษฐ์ เพ็งจันทร์¹ ณัฐพงษ์ เสาร์แก้ว¹ และกันยารัตน์ เอกเอี่ยม^{1*}

Porramest Pengjan¹, Natthaphong Saokaew¹ ana Kanyarat Ek-iam^{1*}

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

¹Valaya Alongkorn Rajabhat University Under The Royal Patronage Pathum Thani province,
Khlong Luang District, Pathum Thani, 13180

*Corresponding author E-mail: kanyarat@vru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและจัดสร้างทุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับตรวจวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่ตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ตลอดจนรายงานผลการตรวจวัดและแจ้งเตือนให้แก่เกษตรกรได้ทราบก่อนที่จะนำน้ำไปใช้เพื่อการเกษตรกรรม สำหรับระบบควบคุมที่นำเสนอจะใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาด 12 Ah ที่ต่อรวมอยู่กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 20 W จ่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน เซนเซอร์วัดค่าพีเอชของน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ เพื่อทำหน้าที่ตรวจวัดและประมวลผลคุณภาพน้ำไปแสดงผลผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE และหากค่าพีเอชหรือค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่อ่านได้มีค่าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด ระบบจะส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์เพื่อให้เกษตรกรทราบ ผลการทดสอบใช้งานจริงแสดงให้เห็นว่า ทุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำที่นำเสนอสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีความผิดพลาดของการวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำไม่เกินร้อยละ 0.29 และ 0.47 ตามลำดับ อีกทั้งยังสามารถแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ให้เกษตรกรได้ทราบหากค่าพีเอชของน้ำไม่ได้อยู่ในช่วง 6.5–8.4 pH และค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้เกินกว่า 2,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$

คำสำคัญ: ทุ่น ค่าพีเอช ค่าการนำไฟฟ้า ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซลล์แสงอาทิตย์

Abstract

This paper aims to design and develop a real-time water quality monitoring buoy using a microcontroller and energy from solar cells. Measuring the pH and conductivity of water in natural water sources in Rahaeng subdistrict, Lat Lum Kaeo district, Pathum Thani province, and reporting measurement values and notifying farmers before using water for agriculture. The proposed system uses electricity from a 12 Ah battery connected with a 20 W solar panel supply to an Arduino microcontroller, pH sensor, and conductivity sensor, used to measure and process water quality and sends information to display via the NETPIE. In the case of the pH value or conductivity value of the water not within the specified range, the notification was sent to the LINE. The experimental results show that a proposed water quality monitoring buoy could operate continuously. The error in measuring the pH and conductivity of water was not more

than 0.29% and 0.47%, respectively. Moreover, a proposed buoy could also notify farmers in the LINE, when the pH value was not within the range of 6.5–8.4 pH and a conductivity value exceeded 2,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Keywords: Buoy, pH value, conductivity value, microcontroller, solar cells

บทนำ

น้ำจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญ และเป็นปัจจัยที่มีความจำเป็นพื้นฐานต่อการดำรงชีวิต การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เมื่อคำนึงถึงความต้องการใช้น้ำของภาคส่วนต่างๆ ที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันซึ่งสวนทางกับปริมาณน้ำกักเก็บที่ในแต่ละปีมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ, 2565) โดยมีสาเหตุหลักมาจากความแปรปรวนของสภาพอากาศจากสภาวะโลกร้อน (Global warming) อีกทั้งน้ำที่ได้รับการปล่อยออกมาหรือขังอยู่ในหนองน้ำและลำคลองบางแห่งในปัจจุบันอาจไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยทันที สาเหตุเพราะมักจะมีการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกและสารมลพิษ โดยเป็นผลมาจากน้ำเสียที่ถูกทิ้งมาจากอาคารบ้านเรือนต่างๆ น้ำที่ปนเปื้อนสารเคมีและยากำจัดศัตรูพืชซึ่งถูกปล่อยออกมาจากพื้นที่เกษตรกรรม และที่สำคัญคือน้ำที่ผ่านการใช้งานจากภาคอุตสาหกรรมซึ่งถูกปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยไม่ผ่านการบำบัดให้มีคุณภาพดีขึ้นก่อน (จันทนา ปัญญาวราภรณ์ และคณะ, 2564) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเน่าเสียและการปนเปื้อนสารเคมี ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและเกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อม การเกิดน้ำเสียจากการใช้น้ำสำหรับกระบวนการใช้ประโยชน์ต่างๆ แล้ว ซึ่งทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ

การทำเกษตรกรรมเป็นอาชีพที่สำคัญอย่างยิ่งของคนไทยมายาวนาน โดยถือเป็นรากฐานทางสังคมและวิถีชีวิตของคนไทยมาตั้งแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบัน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการประกอบอาชีพเกษตรกรรมเพื่อผลิตพืชผลทางการเกษตรไม่ว่าจะเป็นข้าว พืช ผัก ผลไม้ รวมไปถึงเนื้อสัตว์ต่างๆ จึงถือเกษตรกรรมได้ว่าเป็นบันไดพื้นฐานสู่การพัฒนาในด้านอื่น ๆ จากความสำคัญดังกล่าวทำให้ประเทศไทยได้มีการดำเนินนโยบายด้านการพัฒนาการเกษตรเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารของประชากรในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา (กิตติศักดิ์ ทองมีทิพย์, 2564) และประเทศไทยยังได้ชื่อว่าเป็นประเทศที่สามารถผลิตอาหารได้มากเกินกว่าความต้องการในประเทศ จึงได้รับการขนานนามว่าเป็นอู่ข้าวของโลก (ผู้จัดการออนไลน์, 2554) สำหรับตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี นับว่าเป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโดยเกษตรกรในท้องถิ่นเป็นจำนวนมาก ซึ่งถือเป็นอาชีพดั้งเดิมของคนในพื้นที่นี้ โดยส่วนใหญ่จะนิยมปลูกข้าวแบบนาปรังซึ่งเป็นการปลูกข้าวนอกฤดูการไม่จำเป็นต้องรอเพื่อปลูกในช่วงฤดูฝนเหมือนในบางพื้นที่ สาเหตุเพราะลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดปทุมธานีเป็นที่ราบลุ่มคิดเป็นร้อยละ 89.65 จากพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด และมีแหล่งน้ำธรรมชาติผิวดินจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งไหลผ่านอำเภอเมืองและอำเภอสสามโคกรวมระยะทางถึง 30 กิโลเมตร นอกจากนี้ยังมีลำคลองธรรมชาติและคลองชลประทานรวมกันอีก 84 คลอง คิดเป็นความยาวประมาณ 1,062.4 กิโลเมตร (สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน, 2562) จึงทำให้น้ำเพียงพอต่อการปลูกข้าวได้ตลอดทั้งปี แต่ด้วยความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจของจังหวัดปทุมธานีในปัจจุบันส่งผลให้ในพื้นที่อำเภอลาดหลุมแก้วมีโรงงานอุตสาหกรรมและที่พักอาศัยเข้าไปก่อสร้างในพื้นที่เป็นจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ ผลที่ตามมาคือการปล่อยน้ำที่ปนเปื้อนสิ่งสกปรกและสารมลพิษลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่มากขึ้น จนทำให้น้ำมีลักษณะที่ไม่เหมาะสมต่อการนำไปเพาะปลูกข้าวของเกษตรกรเหมือนเช่นในอดีต โดยที่พบมากจะมีลักษณะเป็นน้ำที่มีความเค็มหรือน้ำกร่อย ซึ่งหากนำไปใช้แล้วจะทำให้เกิดสภาวะดินเค็มได้ ส่งผลให้ต้นข้าวที่ได้รับผลกระทบจากดินเค็มจะมีปลายใบ

สีขาว บางใบแห้งเป็นแถบๆ โดยจะเกิดกับใบแก่ก่อนแล้วจึงลามมาที่ใบอ่อน อีกทั้งยังทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตช้า ไม่ค่อยแตกกอ ซึ่งมักเกิดเป็นหย่อมๆ (งานศึกษาและพัฒนาปรับปรุงบำรุงดิน, 2555) ด้วยสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและจัดสร้างหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อทำหน้าที่ตรวจวัดและรายงานผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติให้แก่เกษตรกรได้ทราบก่อนที่จะนำน้ำไปใช้เพื่อการเกษตรกรรม

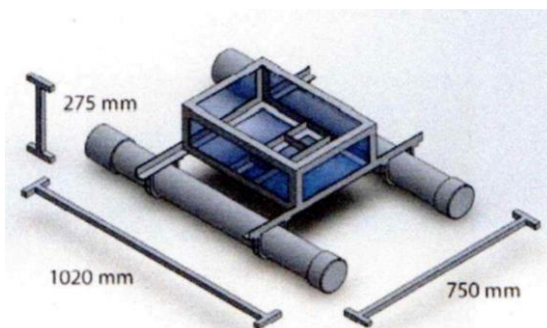
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและออกแบบหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์
2. เพื่อจัดสร้างหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์
3. เพื่อทดสอบการทำงานของหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นใช้งาน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบและสร้างหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำ

การออกแบบลักษณะของหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำ ด้วยการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และกล่องอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์บนโครงเหล็กที่เชื่อมต่ออยู่บนหุ่นลอยน้ำที่ทำจากท่อพีวีซี (PVC) จำนวน 2 หุ่น โดยออกแบบให้มีขนาดความกว้าง 750 มิลลิเมตร ความยาว 1020 มิลลิเมตร และสูง 275 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 1(ก) สำหรับการสร้างต้นแบบจะใช้เหล็กฉากหนา 3 มิลลิเมตร เชื่อมประกอบเข้าด้วยกันเป็นโครงเหล็กสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และมีหุ่นทรงกระบอกทั้งสองข้างที่ทำจากท่อพีวีซี ขนาด 4 นิ้ว ยาว 1 เมตร พร้อมฝาครอบพีวีซีแบบหุ้มมนทำหน้าที่ครอบปิดส่วนหัว-ท้ายของหุ่นเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลซึมเข้าไปภายในหุ่น และติดตั้งกล่องพลาสติกแบบป้องกันน้ำ รุ่น RCN03 RACER ขนาดกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร สำหรับบรรจุอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ รวมถึงตัวควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ (Control charger) และแบตเตอรี่ (Battery) เพื่อทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ต่อรับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่ด้านบนกล่องอุปกรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 1(ข)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ผลการออกแบบและสร้างหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำ (ก) การออกแบบโครงสร้างของหุ่น
(ข) หุ่นลอยน้ำที่สร้างขึ้นใช้งาน

2. การกำหนดขนาดแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

การคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ เริ่มจากการคำนวณหาขนาดแบตเตอรี่ให้มีขนาดเพียงพอและเหมาะสมต่อความต้องการพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ตลอดจนการคำนวณหาขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การกำหนดขนาดแบตเตอรี่

การคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่ สำหรับเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงที่มีแสงอาทิตย์ไว้ในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ จะพิจารณาจากความต้องการพลังงานไฟฟ้า (E_{demand}) ของอุปกรณ์ในระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 63 วัตต์ชั่วโมง (Wh) โดยสามารถนำมาใช้คำนวณหาขนาดแบตเตอรี่ ($BATT_{Ah}$) ดังสมการ

$$BATT_{Ah} = \frac{E_{demand}}{DoD \times V_{system}} \quad (1)$$

จากสมการ (1) แสดงให้เห็นว่า การกำหนดขนาดของแบตเตอรี่ที่มีหน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง (Ah) จะต้องระบุค่าความลึกของการคายประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ($Depth\ of\ discharge; DoD$) โดยในกรณีนี้ กำหนดให้มีค่าร้อยละ 60 ของความจุเต็มพิกัด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559) ประกอบกับการเลือกใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (V_{system}) 12 โวลต์ (V) ทำให้ทราบว่าจะต้องใช้แบตเตอรี่ขนาดไม่น้อยกว่า 8.75 แอมป์ชั่วโมง (Ah) ซึ่งการเลือกใช้แบตเตอรี่ควรมีขนาดใหญ่กว่าที่คำนวณเล็กน้อย แต่ไม่ควรใหญ่เกินไป เพราะอาจเกิดปัญหาการชาร์จไม่เต็ม และแบตเตอรี่เร็วกว่ากำหนด ทางผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบตเตอรี่ ขนาด 12 Ah

2.2 การกำหนดขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การคำนวณหาขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถทำได้จากการพิจารณาจากความต้องการพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำรายวัน หารด้วยจำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์สูงสุดในแต่ละวัน ($Peak\ sun\ hour; PSH$) ที่เหมาะสมกับตำแหน่งที่ติดตั้งแผง และประสิทธิภาพของการแปลงพลังงานกำลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ($\eta_{conv.}$) ดังนี้

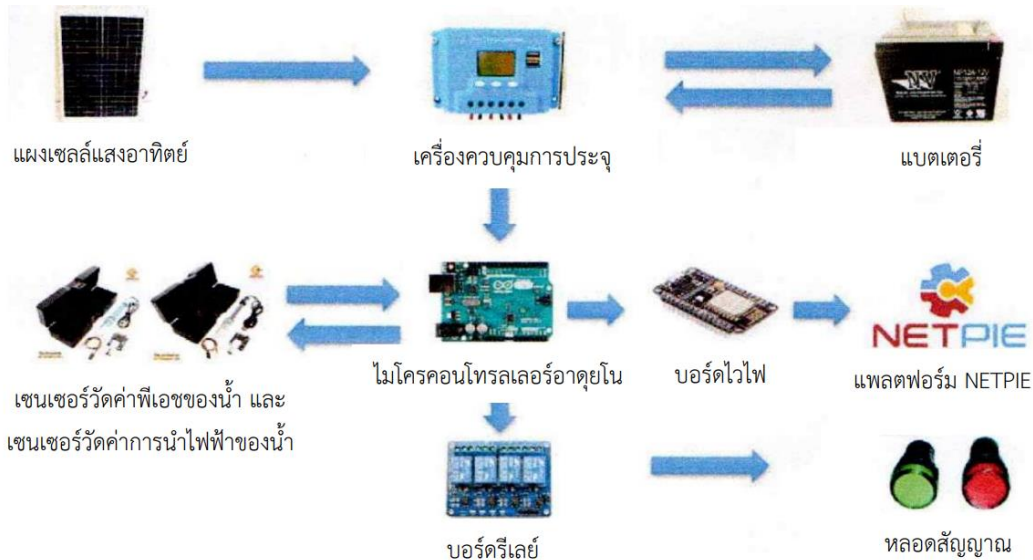
$$SIZE_{Solarcell} = \frac{E_{demand}}{PSH \times \eta_{conv.}} \quad (2)$$

จากสมการ (2) เมื่อแทนค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำรายวันเท่ากับ 63 Wh และกำหนดให้จำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์สูงสุดที่สามารถถอดประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ได้จนเต็มในแต่ละวันเท่ากับ 5 ชั่วโมง (h) และประสิทธิภาพของการแปลงพลังงานกำลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าร้อยละ 65 ทำให้ได้ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 19.38 Wh จึงเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 20 วัตต์สูงสุด (Wp) มาทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ อย่างไรก็ตามการนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาเก็บไว้ในแบตเตอรี่ควรออกแบบให้ใช้เครื่องควบคุมการประจุ ($Control\ charger$) มาทำหน้าที่ดังกล่าว เนื่องจากสามารถประจุพลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ได้มากที่สุด อีกทั้งยังช่วยยืดอายุการใช้งานของ

แบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้นด้วย โดยขนาดของเครื่องควบคุมการประจุ ($SIZE_{Charger}$) ควรมีขนาดกระแสไฟฟ้าในการประจุสูงกว่ากระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อีกร้อยละ 20 โดยเขียนเป็นสมการได้คือ

$$SIZE_{Charger} = \left(\frac{W_p}{V_p} \right) \times 1.20 \quad (3)$$

จากสมการ (3) เมื่อแทนค่ากำลังสูงสุดและแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V_p) ที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เท่ากับ $20 W_p$ และ $18 V_p$ ตามลำดับ ทำให้ทราบว่าจำเป็นต้องใช้เครื่องควบคุมการประจุขนาดไม่น้อยกว่า 1.33 A ดังนั้นจึงเลือกใช้เครื่องควบคุมการประจุขนาดเล็กที่สุดที่มีจำหน่ายคือ 10 A 12 V มาทำหน้าที่ประจุพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลงสู่แบตเตอรี่

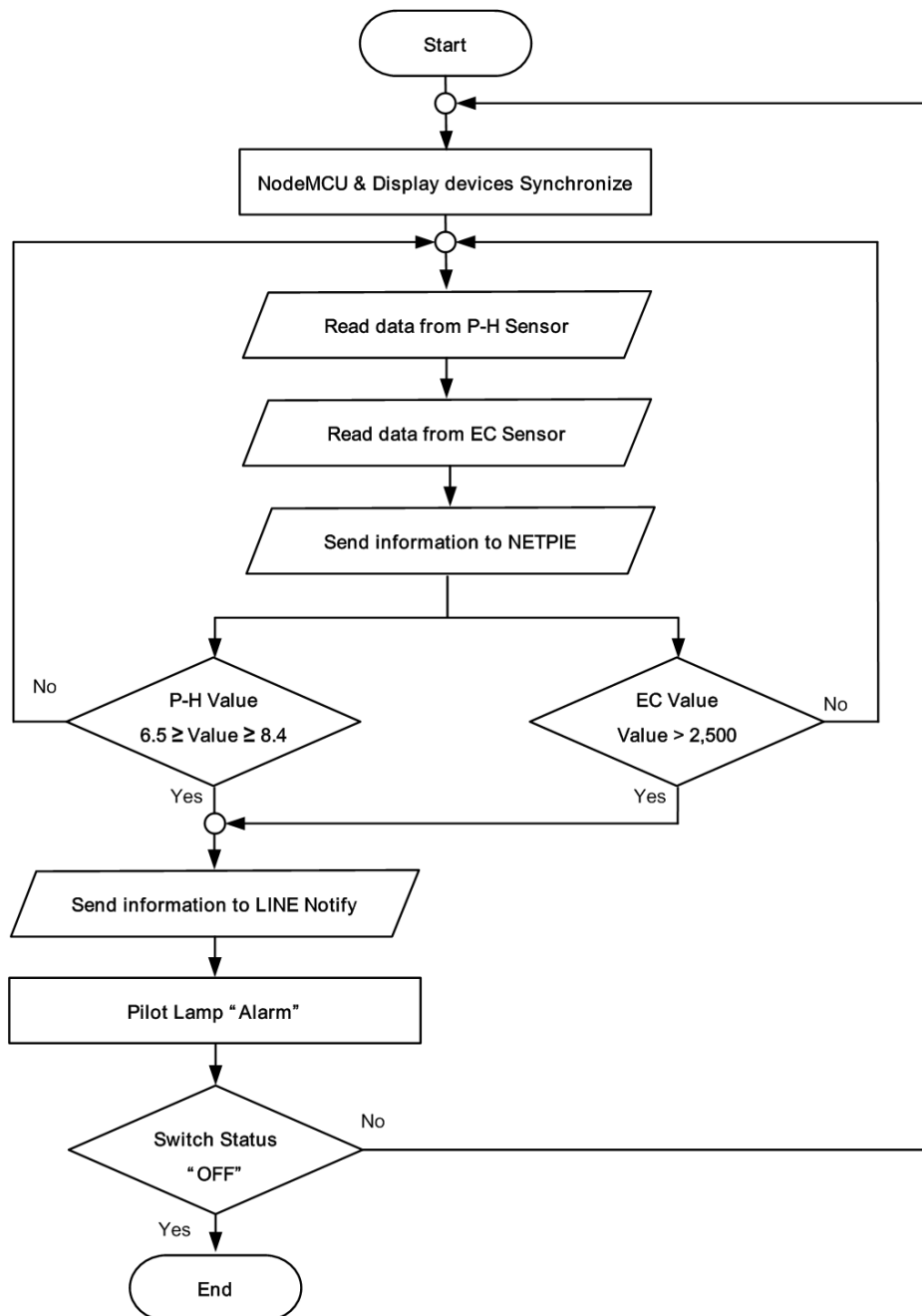


ภาพที่ 2 ไดอะแกรมระบบควบคุมการทำงานที่นำเสนอ

3. การออกแบบระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริง

การออกแบบระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 เริ่มต้นจากการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน รุ่น UNO R3 กับคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE (Network Platform for Internet of Everything) ที่พัฒนาขึ้นโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ และระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line Notify) ผ่านบอร์ดไวไฟ (WiFi) รุ่น NodeMCU ESP8266 ที่ได้รับความนิยมนำไปใช้พัฒนาในงานอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things; IoT) จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโนจะอ่านค่าพีเอช (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ของน้ำจากเซนเซอร์วัดค่าพีเอชของน้ำ (pH sensor) รุ่น ENV-40-pH ที่สามารถวัดค่าพีเอชได้ในช่วง 0–14 pH ที่มีความแม่นยำ ± 0.1 pH และเซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ รุ่น ENV-40-EC-K1.0 ที่สามารถวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำได้ในช่วง 1,000 – 20,000 $\mu S/cm$ ตามลำดับ ค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่อ่านได้จะถูกส่งไปแสดงผลผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE เพื่อรายงานให้ผู้ใช้งานระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงได้ทราบ ในส่วนของการแจ้งเตือนให้เกษตรกรได้ทราบเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำที่อาจไม่เหมาะสมต่อการสูบน้ำขึ้นไปที่ข้าวหรือพืชชนิดอื่น ๆ ทำได้โดยการนำค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่อ่านได้มาประมวลผลเปรียบเทียบกับค่าที่เหมาะสม

สำหรับการนำไปใช้ในการเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตร โดยค่าพีเอชควรอยู่ระหว่าง 6.5 – 8.4 pH (ณัฐสิมา โทจันทร์ และคณะ, 2560) และค่าการนำไฟฟ้าควรมีค่าไม่เกิน 2,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (สุทรธรรณ ฝาผาง, 2564) ทั้งนี้หากพบว่าค่าพีเอชหรือค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่อ่านได้มีค่าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด ระบบจะส่งข้อมูลผ่านบอร์ดไวไฟไปยังแอปพลิเคชันไลน์เพื่อแจ้งเตือนให้เกษตรกรที่เข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มได้ทราบ พร้อมกับแสดงสัญญาณไฟสีแดงที่ติดตั้งอยู่บริเวณท่อนเพื่อแจ้งให้เกษตรกรที่อยู่ในบริเวณดังกล่าวได้ทราบ แต่หากค่าพีเอชหรือค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่อ่านได้มีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนด ระบบจะไม่มีแจ้งเตือนข้อมูลใด ๆ ไปยังแอปพลิเคชันไลน์ แต่ก็ยังคงวนรอบเพื่อตรวจวัดค่าพีเอชหรือค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและแสดงข้อมูลผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE ต่อไปเรื่อย ๆ



ภาพที่ 3 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการทำงานที่นำเสนอ

ผลการวิจัย

การทดสอบเพื่อยืนยันความเป็นไปได้ของหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ออกแบบและสร้างขึ้น โดยการทดสอบความถูกต้องของการวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำภายในห้องปฏิบัติการ และจากการทดสอบใช้งานจริงในแหล่งน้ำธรรมชาติดังภาพที่ 4(ก) และ 4(ข) ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 การทดสอบวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (ก) การทดสอบวัดค่าในห้องปฏิบัติการ
(ข) การทดสอบวัดค่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ

การทดสอบวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำภายในห้องปฏิบัติการ ทำได้โดยการนำส่วนตรวจวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของหุ่นตรวจวัดจุ่มลงในน้ำที่ได้รับการปรับค่าพีเอชให้มีค่า 6.86 pH และการนำไฟฟ้าของน้ำเท่ากับ 351.00 จากนั้นบันทึกค่าที่วัดได้เปรียบเทียบกับค่าจริงซึ่งวัดได้จากปากกาทดสอบคุณภาพน้ำ (Pen type water quality tester) รุ่น EZ-9909SP ด้วยการทดสอบซ้ำจำนวน 5 ครั้ง โดยเว้นระยะระยะเวลาสำหรับการทดสอบซ้ำในแต่ละครั้งนาน 60 นาที ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่า การทดสอบวัดค่าพีเอชของน้ำที่วัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 6.82–6.89 pH คิดเป็นความผิดพลาดสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 0.41 ขณะที่การทดสอบวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่วัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 354.00–360.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ คิดเป็นความผิดพลาดสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 1.88

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในห้องปฏิบัติการ

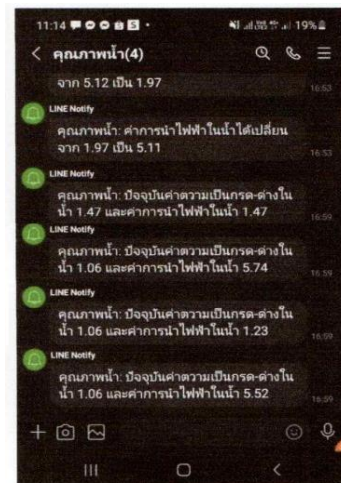
ครั้งที่	ค่าพีเอชของน้ำ			ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ		
	ค่าจริง (pH)	ค่าที่วัดได้ (pH)	ความผิดพลาด (%)	ค่าจริง ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ค่าที่วัดได้ ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ความผิดพลาด (%)
1	6.86	6.89	0.44	351.00	354.00	0.85
2	6.86	6.85	0.15	351.00	360.00	2.56
3	6.86	6.83	0.44	351.00	359.00	2.28
4	6.86	6.89	0.44	351.00	355.00	1.14
5	6.86	6.82	0.58	351.00	360.00	2.56
เฉลี่ย	6.86	6.86	0.41	351.00	357.60	1.88

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ

วันที่	ค่าพีเอชของน้ำ			ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ		
	ค่าจริง (pH)	ค่าที่วัดได้ (pH)	ความผิดพลาด (%)	ค่าจริง ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ค่าที่วัดได้ ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ความผิดพลาด (%)
1	7.05	7.07	0.28	525.00	527.00	0.38
2	7.39	7.40	0.14	497.00	495.00	0.40
3	7.84	7.81	0.38	559.00	563.00	0.72
4	7.8	7.83	0.38	604.00	600.00	0.66
5	7.26	7.24	0.28	584.00	585.00	0.17
เฉลี่ย	7.468	7.47	0.29	553.80	554.00	0.47



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 การแสดงค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และการแจ้งเตือน (ก) ตัวอย่างการแสดงผลผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE (ข) ตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

การทดสอบวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ทำได้โดยการนำหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นไปลอยในคลองธรรมชาติในตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี เพื่อเก็บข้อมูลค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่วัดได้เป็นระยะเวลา 5 วัน ระหว่างวันที่ 13–17 มีนาคม 2566 ที่อ่านได้จากคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE มาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่วัดได้จากปากกาทดสอบคุณภาพน้ำ รุ่น EZ-9909SP ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 2 โดยพบว่าค่าพีเอชของน้ำที่วัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 7.07–7.83 pH คิดเป็นความผิดพลาดสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 0.29 ขณะที่การทดสอบวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่วัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 497.00–604.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ คิดเป็นความผิดพลาดสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 0.47 ทั้งนี้สามารถแสดงตัวอย่างการแสดงผลวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของวันที่ 14 มีนาคม 2566 ผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE ดังภาพที่ 5 (ก) สำหรับการทดสอบการแจ้งเตือนคุณภาพของน้ำไปยังแอปพลิเคชันไลน์ ทำได้โดยการนำหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำที่นำเสนอลอยใน

แหล่งน้ำที่มีน้ำเน่าเสีย ส่งผลให้เกิดการแจ้งเตือนข้อมูลค่าพีเอชที่สูงกว่า 8.40 pH และค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่า 2,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ดังแสดงในภาพที่ 5(ข)

วิจารณ์ผล

ผลการทดสอบนำหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นไปลอยในคลองธรรมชาติในตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี เพื่อเก็บข้อมูลค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่วัดได้เป็นระยะเวลา 5 วัน แสดงให้เห็นว่าระบบตรวจวัดและแสดงผลคุณภาพน้ำสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับผลงานของวิศวะ สื่อสุวรรณ และคณะ (วิศวะ สื่อสุวรรณ และคณะ, 2565) ที่ได้พัฒนาโมดูลตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงแบบเครือข่ายสำหรับบ่อเลี้ยงกุ้งโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโนต่อใช้งานร่วมกับเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ และไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU เพื่อติดต่อสื่อสารผ่านระบบคราวด์ และจากข้อมูลคุณภาพของน้ำที่วัดได้ตลอดระยะเวลา 5 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากปากกาทดสอบคุณภาพน้ำ พบว่าค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้มีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 0.29 และ 0.47 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลงานของ จันทนา ปัญญาวราภรณ์ และคณะ (จันทนา ปัญญาวราภรณ์ และคณะ, 2564) ที่ได้ออกแบบระบบติดตามและประเมินคุณภาพน้ำบนพื้นฐาน IoT ที่ได้ผลการทดสอบใช้งานซึ่งมีความผิดพลาดน้อยกว่าร้อยละ 1.00

สรุปผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและจัดสร้างหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับตรวจวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่ตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ตลอดจนรายงานผลการตรวจวัดและแจ้งเตือนให้แก่เกษตรกรได้ทราบก่อนที่จะนำไปใช้เพื่อการเกษตรกรรม สำหรับระบบควบคุมที่นำเสนอจะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 20 W ทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 Ah สำหรับเป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน รุ่น UNO R3 เป็นตัวประมวลผลค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ตรวจวัดได้จากเซนเซอร์วัดค่าพีเอชและเซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จะถูกส่งผ่านบอร์ดไวไฟส่งไปแสดงผลผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE ทั้งนี้หากค่าพีเอชหรือค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่อ่านได้มีค่าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด ระบบจะส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์เพื่อให้เกษตรกรทราบ ผลการทดสอบใช้งานจริงแสดงให้เห็นว่าหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำที่นำเสนอสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีความผิดพลาดของการวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำไม่เกินร้อยละ 0.29 และ 0.47 ตามลำดับ อีกทั้งยังสามารถแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ให้เกษตรกรได้ทราบหากค่าพีเอชของน้ำไม่ได้อยู่ในช่วง 6.5–8.4 pH และค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้เกินกว่า 2,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ที่สนับสนุนวัสดุ-อุปกรณ์ในการออกแบบและจัดสร้างระบบที่นำเสนอ รวมถึงการสนับสนุนเครื่องมือวัดและทดสอบ อีกทั้งยังขอขอบคุณองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและเกษตรกรตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ที่อนุญาตและให้ความร่วมมือในการนำหุ่นตรวจวัดคุณภาพน้ำที่นำเสนอไปทดสอบใช้งานจริงในแหล่งน้ำธรรมชาติ

เอกสารอ้างอิง

- กิติศักดิ์ ทองมีทิพย์ .2564. พัฒนาการเกษตรกรรมของประเทศไทย: ในมิติด้านการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิตศาสตร์วารสารพัฒน์ .. 4(1): 132–162.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2559. คู่มือฝึกอบรมภาคปฏิบัติด้านพลังงานทดแทน พลังงานแสงอาทิตย์ (ส่วนทฤษฎี). (พิมพ์ครั้งที่ 2). กระทรวงพลังงาน, กรุงเทพฯ.
- งานศึกษาและพัฒนาปรับปรุงบำรุงดิน. 2555. คู่มือการจัดการดินเค็มเพื่อปลูกข้าว. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, กรุงเทพฯ.
- จันทนา ปัญญาวราภรณ์, อีระพัฒน์ หายเคราะห์, ณัฐพล นิจชิน และ สวิชญ์ กิจพานิชยเจริญ. 2564. ระบบติดตามและประเมินคุณภาพน้ำบนพื้นฐาน IoT. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม: เทปสตรี I-TECH. 16(2): 87–96.
- ณัฐสิมา โทชน์, ชุติมาศ บุญไทย อิวาย, และอัจฉราพร สมภาร. 2560. การใช้น้ำเสียชุมชนเพื่อการเพาะปลูกข้าวเจ้าพันธุ์ กข 31 (ปทุมธานี 80). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 35(3): 58–68.
- ผู้จัดการออนไลน์. 2554. ความพร้อมของไทยในการเป็นอยู่ข้าวอยู่น้ำโลก. แหล่งข้อมูล: <https://mgronline.com/live/detail/9540000021645>. ค้นเมื่อ 8 มกราคม 2566.
- วิศวะ สื่อสุวรรณ, พงษ์ดนัย จิตตวิสุทธิกุล, และบุญธง วสุรีย์. 2565. การพัฒนาโมดูลตรวจวัดคุณภาพน้ำในเวลาจริงแบบเครือข่าย. วารสารงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์โดยสมาคม ECTI. 2(2): 7–13.
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ. 2565. รายงานสถานการณ์น้ำประเทศไทย ปี 2565. แหล่งข้อมูล: <https://www.thaiwater.net/uploads/contents/current/YearlyReport2022/summary.html>. ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2566.
- สุทธรรศน์ เผ่าผาง. 2564. ค่า EC และ pH สำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิคส์. แหล่งข้อมูล: <https://www.neonics.co.th/agricultural/ec-and-ph-hydroponics.html>. ค้นเมื่อ 8 มกราคม 2566.
- สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน. 2562. รายงานแผนแม่บทการพัฒนาลุ่มน้ำระดับจังหวัดปทุมธานี. สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

การศึกษาอุณหภูมิยังผลและขนาดของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 The study the effective temperature and size of the open cluster M25

ภัทรภรณ์ อินใจ¹ เกศณีย์ สุทธิ¹ อาทิตย์ หุ้เต็ม² และวิระภรณ์ ไหมทอง^{3*}
Pattarporn Injai¹ Ketsanee Suthu¹ Artit Hutem² and Wiraporn Maithong^{3*}

¹ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 67000

³ ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

¹ Faculty of Education Chiang Mai Rajabhat University Chiang Mai 50300

² Division of Science Education Faculty of Science and Technology Phetchabun Rajabhat University 67000

³ Department of Physics and General Science Faculty of Science and Technology

Chiang Mai Rajabhat University Chiang Mai 50300

*Corresponding author E-mail: wiraporn_mai@cmru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาอุณหภูมิยังผลและขนาดของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 ในครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายด้วยกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง Takahashi TOA พร้อมด้วยซีซีดี ด้วยการส่งถ่ายภาพผ่านเว็บไซต์ iTelescope.net แล้ววิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิยังผล พบว่าค่าอุณหภูมิยังผลของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 มีค่าระหว่าง 4,274 ถึง 13,615 เคลวิน และคำนวณหาค่าขนาดของดาวฤกษ์ พบว่า รัศมีของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 มีขนาดอยู่ระหว่าง 0.72 ถึง 4.43 เท่าของดวงอาทิตย์

คำสำคัญ: M25 , กระจุกดาวเปิด , ขนาดของดาวฤกษ์ , อุณหภูมิยังผลของดาวฤกษ์

Abstract

The study of the effective temperature and size of the open cluster M25 in this research was observed by the Takahashi TOA refracting telescope with CCD via the website. iTelescope.net. The effective temperature of stars was analyzed. The result show that the effective temperature of the stars in the open cluster M25 is between 4,274 K and 13,615 K. The dimension of the star are between 0.72 and 4.43 times of the Solar radius.

Keywords: M25, Open cluster, stellar radius, effective temperature

บทนำ

กระจุกดาว คือกลุ่มของดาวฤกษ์ ที่อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วงซึ่งกันและกัน สามารถจำแนกประเภทของกระจุกดาวได้เป็น กระจุกดาวเปิด และกระจุกดาวทรงกลม ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่ในกระจุกดาวทรงกลม มีอายุมากกว่า และมีความหนาแน่นมากกว่า ทำให้มีแรงโน้มถ่วงมากกว่ากระจุกดาวเปิด

กระจุกดาวเปิด (Open Cluster) เป็นกลุ่มของดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วงต่อกันแบบหลวมๆ มีความหนาแน่นของดาวฤกษ์เบาบาง น้อยกว่ากระจุกดาวทรงกลมมาก อาจมีจำนวนของดาวฤกษ์ตั้งแต่ 100 - 1,000 ดวง ซึ่งกระจุกดาวเปิดมีโอกาสที่จะถูกแรงดึงดูดจากกระจุกดาวอื่น หรือกลุ่มเมฆที่มันโคจรไปใกล้ ทำให้เสียสมาชิกของกระจุกดาวเปิดไปบ้าง กระบวนการในการเกิดกระจุกดาวเปิดนั้นใช้เวลาสั้นมากเมื่อเทียบกับอายุของกระจุกดาวเปิด จึงประมาณว่าดาวฤกษ์ทุกดวงในกระจุกดาวเปิดมีอายุเท่า ๆ กัน และ

เนื่องจากดาวฤกษ์ทุกดวงเกิดจากเนบิวลาก่อนเดียวกัน ดาวฤกษ์ทุกดวงในกระจุกดาวเปิดนั้น จึงมีลักษณะทางเคมีที่คล้ายกันด้วย กระจุกดาวเปิดจึงเป็นวัตถุท้องฟ้าที่สำคัญ ในการศึกษาวิวัฒนาการของดวงดาว เพราะการศึกษาผลกระทบต่อดาวแปรอันละเอียดอ่อนต่าง ๆ ของคุณลักษณะของดวงดาว จะทำได้ง่ายกว่าการศึกษาดาวฤกษ์เดี่ยว ๆ

กระจุกดาวเปิด M25 ที่อยู่ในกลุ่มดาวคนยิงธนู มีค่าแมกนิจูดปรากฏ 4.6 มีขนาดเชิงมุมประมาณ 32 ลิปดา ในงานนี้จึงทำการวิเคราะห์กระจุกดาวเปิด M25 โดยเน้นศึกษาอุณหภูมิยังผล และขนาดของดาวฤกษ์ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเฉพาะดาวแต่ละดวงต่อไปในอนาคต

วิธีการ

การศึกษาทางกายภาพกระจุกดาวเปิด M18 โดยใช้วิธีการถ่ายภาพผ่านเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์อัตโนมัติ iTelescope และใช้กล้องหักเหแสง Takahashi TOA จากระบบ iTelescope คือ กล้อง T5 และเมื่อนำภาพกระจุกดาวเปิด M18 ที่ถ่ายภาพโดยใช้ Filter B และ Filter V ของระบบ UBV ซึ่งกรองแสงในช่วงความยาวคลื่น 430 และ 525 นาโนเมตรตามลำดับ แล้ววิเคราะห์ความเข้มแสงและฟลักซ์ของแสงดาว ด้วยโปรแกรม AstrolmageJ โดยสืบค้นค่าแมกนิจูดของดาวอ้างอิงจากฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Aladin แล้วคำนวณหาแมกนิจูดปรากฏของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M18 ได้จากสมการ

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log \left(\frac{F_1}{F_2} \right) \quad (1)$$

เมื่อ m_1, m_2 คือ แมกนิจูดปรากฏของดาวดวงที่ 1 และดวงที่ 2
 F_1, F_2 คือ ฟลักซ์ของดาวดวงที่ 1 และดวงที่ 2

ทั้งนี้ฟลักซ์ที่ใช้คำนวณในสมการที่ (1) นี้ เป็นค่าที่วัดได้จากโปรแกรม AstrolmageJ ส่วนค่าแมกนิจูดนั้นในงานนี้กำหนดให้ดาวดวงที่ 1 เป็นค่าแมกนิจูดของดาวฤกษ์ที่ต้องการวิเคราะห์ ส่วนดาวดวงที่ 2 เป็นค่าที่ได้จากฐานข้อมูล Aladin

จากนั้นนำค่าแมกนิจูดปรากฏที่ได้มาสร้างแผนภาพเฮิร์ตซ์prung - รัสเซลล์ โดยให้แกน x เป็น ค่าดัชนีสี (B-V) และแกน y เป็นค่าแมกนิจูดใน Filter V แล้วนำเปรียบเทียบกับแผนภาพเฮิร์ตซ์prung - รัสเซลล์มาตรฐาน เพื่อคำนวณหาค่าระยะทางของกระจุกดาวเปิด M18 โดยที่การคำนวณหาค่าระยะทางของกระจุกดาวเปิด M18 สามารถหาได้จากสมการ

$$d = 10^{\left(\frac{\mu + 5}{5}\right)} \quad (2)$$

เมื่อ d คือ ระยะทางของดาวฤกษ์ โดยมีหน่วยเป็นพาร์เซก
 μ คือ มอดุลัสระยะทาง

จากนั้นสามารถหาค่ากำลังส่องสว่างของดาวส่วนกำลังส่องสว่างของดวงอาทิตย์ และอุณหภูมิพื้นผิวของดวงอาทิตย์ส่วนอุณหภูมิพื้นผิวของดาวฤกษ์ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังส่องสว่างกับระยะทางของดาว สามารถหาได้จากสมการ

$$m - m_{\text{sun}} = -2.5 \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) \left(\frac{d_{\text{sun}}}{d} \right)^2 \right] \quad (3)$$

เมื่อ	m	คือ ค่าแมกนิจูดปรากฏของดาวฤกษ์
	m_{sun}	คือ ค่าแมกนิจูดปรากฏของดวงอาทิตย์ (ประมาณ -26.5)
	d	คือ ระยะทางของดาวฤกษ์
	d_{sun}	คือ ระยะทางของดวงอาทิตย์

และการหาค่าอุณหภูมิยังผลสามารถทำได้โดยการหาค่าดัชนีสีดาวฤกษ์ ซึ่งเป็นผลต่างของแมกนิจูดของดาวในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินกับสีที่ตามองเห็นตามความสัมพันธ์ ดังสมการ

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = (9.52307 \times 10^{-5}) + (1.32488 \times 10^{-4})(B - V) \quad (4)$$

เมื่อ	T_{eff}	คือ อุณหภูมิยังผล หน่วย เคลวิน (K)
	$B - V$	คือ ดัชนีสีของดาวฤกษ์

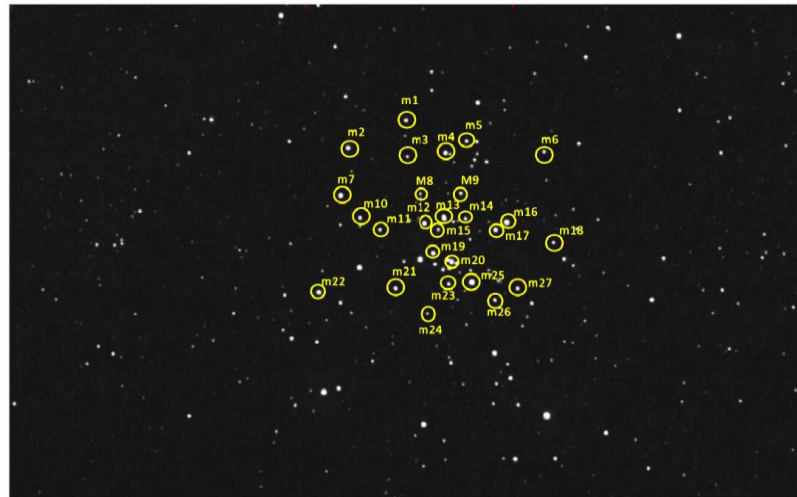
การหาขนาดหรือรัศมีของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M18 สามารถหาได้จากสมการ [4]

$$\frac{R}{R_{\text{sun}}} = \left(\frac{T_{\text{sun}}}{T} \right)^2 \sqrt{\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right)} \quad (5)$$

เมื่อ	R	คือ ค่าแมกนิจูดปรากฏของดาวฤกษ์
	R_{sun}	คือ ค่าแมกนิจูดปรากฏของดวงอาทิตย์ (ประมาณ -26.5)
	T	คือ อุณหภูมิยังผลของดาวฤกษ์
	T_{sun}	คือ อุณหภูมิยังผลของดวงอาทิตย์
	L	คือ กำลังส่องสว่างของดาวฤกษ์
	L_{sun}	คือ กำลังส่องสว่างของดวงอาทิตย์

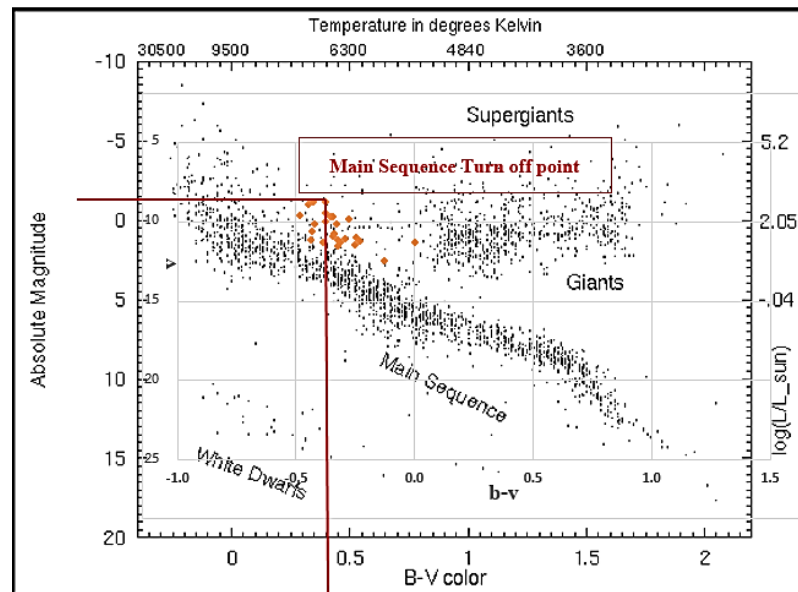
ผลการวิจัย

การศึกษาทางกายภาพกระจุกดาวเปิด M25 ในครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายผ่านเว็บไซต์ iTelescope.net โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง Takahashi TOA พร้อมด้วยซีซีดี ด้วย Filter B และ Filter V ของระบบ UBV Johnson และนำภาพกระจุกดาวเปิด M25 จากทั้ง 2 Filter มากำหนดตำแหน่งดาวฤกษ์เพื่อทำการวิเคราะห์ความเข้มแสงด้วยโปรแกรม AstroimageJ จำนวน 27 ดวง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ดาวฤกษ์ที่ใช้ในการศึกษา

คำนวณหาค่าแมกนิจูดปรากฏของดาวแต่ละดวง ตามสมการที่ (1) แล้วนำมาสร้างแผนภาพเฮิร์ตซ์ปรุง-รัสเซลล์ โดยให้แกนนอนเป็น ค่าดัชนีสี (B-V) และแกนตั้งเป็นค่าแมกนิจูดใน Filter V แล้วเปรียบเทียบกับแถบลำดับหลักของแผนภาพเฮิร์ตซ์ปรุง-รัสเซลล์มาตรฐานเพื่อหาค่าแมกนิจูดสัมบูรณ์ (Absolute Magnitude) ได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเทียบแถบลำดับหลักของกระจุกดาวเปิด M25 กับแผนภาพเฮิร์ตซ์ปรุง-รัสเซลล์ มาตรฐาน

จากรูปที่ 2 แผนภาพเฮิร์ตซ์ปรุง-รัสเซลล์ ของกระจุกดาวเปิด M25 เมื่อวิเคราะห์ในแกนนอน จะได้ค่า B-V ของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 จำนวน 27 ดวง มีค่าอุณหภูมิยังผลของดาวฤกษ์อยู่ระหว่าง 10,419 ถึง 32,130 เคลวิน เมื่อพิจารณาเทียบลำดับหลักของกระจุกดาวเปิด M25 กับลำดับหลักของแผนภาพเฮิร์ตซ์ปรุง-รัสเซลล์มาตรฐาน เพื่อหาค่าแมกนิจูดสัมบูรณ์ (Absolute Magnitude) ได้เท่ากับ - 0.7 และค่าแมกนิจูดปรากฏ (Apparent Magnitude) เท่ากับ 8.8 แล้วนำมาคำนวณหาระยะทางจากสมการที่ (2) ได้เท่ากับ 794 พาร์เซก (pc) หรือ 2,589 ปีแสง และจากรยะทางที่คำนวณได้นี้ สามารถนำไปคำนวณหาค่ากำลังส่องสว่างของดาว

ส่วนกำลังส่องสว่างของดวงอาทิตย์ได้จากสมการที่ (3) และอุณหภูมิพื้นผิวของดวงอาทิตย์ส่วนอุณหภูมิพื้นผิวของดาวฤกษ์ได้จากสมการที่ (4) แล้วนำไปคำนวณหาขนาดของดาวตามสมการที่ (5) ได้ค่ารัศมีของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.72 ถึง 4.43 เท่าของดวงอาทิตย์

สรุปผล

การศึกษาทางกายภาพกระจุกดาวเปิด M25 โดยใช้วิธีการส่งถ่ายภาพผ่านเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์อัตโนมัติ iTelescope ในงานนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง Takahashi TOA พร้อมด้วย Filter B และ Filter V ของระบบ UBV Johnson เมื่อวิเคราะห์ความเข้มแสงแล้วคำนวณหาอุณหภูมิยังผลของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 พบว่ามีค่าระหว่าง 10,419 ถึง 32,130 เคลวิน และดาวฤกษ์มีขนาดประมาณ 0.72 ถึง 4.43 เท่าของดวงอาทิตย์

เอกสารอ้างอิง

- ดำรงศักดิ์ มณีพงษ์สวัสดิ์.(2532). *ดาราศาสตร์ฟิสิกส์*. กรุงเทพฯ: บริษัทรุ่งศิลป์การพิมพ์.
- บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550). *ดาราศาสตร์ฟิสิกส์*. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ.
- รณกฤต รัตนมาลา และวันธนา ศิลปะวิลาวัณย์. (2556). *การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M67*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (2557). *กระจุกดาวเปิด M25*. เข้าถึงได้จาก https://www.pw.ac.th/emedial/media/science/lesa/messier_object/html/catalog/m025.html
- ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (ม.ป.ป.). *รัศมีของดาว*. เข้าถึงได้จาก: <http://www.lesa.biz/astromy/star-properties/stellar-radius>

ระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ Automatic Seedling Planting System

ณภัทรดนัย รฐาภักคฺนิริชิต^{1*} และเชิดพงษ์ ดีเลิศไพบูลย์¹

Napatdanai Rathapaknithichot^{1*} and Chirdpong Deelertpaiboon¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือวัดและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนน
ประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

¹Faculty of Engineering Department of Instrumentation and Electronics Engineering King Mongkut's University of
Technology North Bangkok 1518 Pracharat 1 Road, Wong Sawang Subdistrict Bang Sue District, Bangkok 10800

*Corresponding author E-mail: Napatdanai.NR94@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและสร้างระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ 2) ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ ส่วนประกอบหลักของระบบคือ เครื่องมือขุดหลุมปลูกและเครื่องมือหยิบและย้ายต้นกล้า ใช้ถาดปลูกขนาด 39x50x11 ซม. (กว้างxยาวxสูง) และถาดเพาะขนาด 28x54x4 ซม. (กว้างxยาวxสูง) มี 105 หลุม แบ่งเป็น 7 แถว แถวละ 15 หลุม การทดลองแบ่งเป็น 3 การทดลอง ได้แก่ 1) การทดลองเวลาในการขุดหลุมปลูกจำนวน 15 หลุมในแต่ละแถว ผลการทดลองพบว่า ระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติใช้เวลาในการขุดหลุมปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 5.29 นาทีเท่า ๆ กันในแต่ละแถว 2) การทดลองเวลาในการทำงานในแต่ละแถวของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ ผลการทดลองพบว่า เวลาเฉลี่ยในการทำงานของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติในแต่ละแถวเท่ากับ 30.5, 31.46, 32.43, 33.4, 34.37, 35.34 และ 36.31 นาทีตามลำดับ 3) การทดลองการย้ายต้นกล้าดาวเรืองในแต่ละแถวของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ ผลการทดลองพบว่า สามารถย้ายปลูกต้นกล้าดาวเรืองได้ 104 ต้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ย้ายได้เฉลี่ยเท่ากับ 99.05 % ต้นกล้าที่เกิดการไถลของกริปเปอร์จำนวน 9 ต้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การไถลเฉลี่ยเท่ากับ 8.57 % และไม่มีต้นกล้าเสียหายหลังการย้ายปลูก

คำสำคัญ: ระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ, การย้ายต้นกล้า

Abstract

The objectives of this research are to 1) Design and build an automatic seedling planting system. 2) Test the performance of the automatic seedling planting system. The main components of the system are planting hole digging tool and seedling picking and transplanting tool. Use a planting tray size 39x50x11 cm. (width x length x height) and a seedling tray size 28x54x4 cm. (width x length x height) with 105 holes, divided into 7 rows, 15 holes per row. The experiment is divided into 3 experiments: 1) Experiment with the time of digging 15 planting holes in each row. The results of the experiment found that the automatic seedling planting system took an average of 5.29 minutes to dig planting holes, evenly in each row. 2) Experiment on the operating time of each row of the automatic seedling planting system. The results of the experiment found that the average operating time of the automatic seedling planting system in each row was 30.5, 31.46, 32.43, 33.4, 34.37, 35.34, and 36.31 minutes, respectively. 3) The experiment of transplanting marigold seedlings in each row of the automatic seedling planting

system. The results of the experiment found that a total of 104 marigold seedlings were able to be transplanted, with an average percentage transferred of 99.05%. There were 9 seedlings that experienced gripper slip, with an average percentage of slip of 8.57%, and no seedlings were damaged after transplanting.

Keywords: automatic seedling planting system, seedling transplanting

บทนำ

การปลูกพืชมีหลากหลายวิธี ซึ่งวิธีหนึ่งที่น่าสนใจคือ การปลูกโดยการเพาะเมล็ดในสภาพเพาะหรืออุปกรณ์เพาะแบบอื่น ๆ แล้วจึงย้ายกล้าลงปลูก การปลูกด้วยวิธีนี้มีข้อดีคือ ทำให้ต้นกล้าแข็งแรงและมีอัตราการรอดตายสูง เนื่องจากดูแลได้ง่ายและทั่วถึง จึงไม่มีแมลงและศัตรูพืชมารบกวนมากนัก อีกทั้งยังสามารถคัดเลือกต้นกล้าต้นที่สมบูรณ์ย้ายลงปลูกได้อีกด้วย ขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของการปลูกโดยการเพาะเมล็ดคือ การย้ายกล้า ซึ่งถือเป็นขั้นตอนที่ละเอียดอ่อนและต้องใช้ความพิถีพิถันมาก เพราะขณะที่ต้นกล้ากำลังเจริญเติบโต ต้นกล้าจะมีความอ่อนไหวต่อเชื้อโรคอย่างมาก

จากการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับโรคที่มักพบในต้นกล้าพบว่า โรคส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย เช่น โรคเน่าคอดิน โรคใบจุด โรคราน้ำค้าง โรคราสนิม เป็นต้น ซึ่งสาเหตุของการเกิดโรคมียุหลายสาเหตุ เช่น ลมหรือน้ำพัดพาติดไปกับเมล็ดพันธุ์ แมลงหรือสัตว์บางชนิดพาไป เชื้อโรคติดไปกับเครื่องมือหรือวัสดุการเกษตร หรือมนุษย์ก็เป็นพาหะนำเชื้อโรคไปเอง โดยการสัมผัสหรือทำงานคลุกคลีกับต้นกล้า เป็นต้น

ปัจจุบันเทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ เริ่มเข้ามามีบทบาทด้านการเกษตรมากขึ้น เห็นได้จากแนวคิดที่สำคัญ ได้แก่ เกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) หรือ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ซึ่งแนวคิดเหล่านี้ หมายถึง การนำเทคโนโลยีและการจัดการข้อมูลมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรทางการเกษตรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ซึ่งเป็นการทำเกษตรแบบสมัยใหม่ที่แตกต่างจากการทำเกษตรแบบดั้งเดิม โดยมุ่งเน้นไปที่การสร้างระบบที่สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ (Automation System) ด้วยเหตุนี้ จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ (Automatic Seedling Planting System) เพื่อเพิ่มทางเลือกในการย้ายต้นกล้าและลดการทำงานของมนุษย์ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการนำเชื้อโรคมายังต้นกล้า โดยนำโครงสร้างและการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นของหุ่นยนต์คาร์ทีเซียน (Cartesian Robot) มาเป็นต้นแบบ โดยออกแบบการทำงานเป็น 2 ระบบร่วมกันคือ ระบบชุดหลุมสำหรับปลูกต้นกล้า โดยนำมอเตอร์กระแสตรงความเร็วรอบต่ำประกอบกับชุดดอกสว่าน ทำให้สามารถชุดหลุมที่มีขนาดเท่า ๆ กันได้ในแต่ละหลุม และระบบหยิบและย้ายต้นกล้า โดยนำมือจับแขนกลหรือกริปเปอร์ มาติดแผ่นเทปที่ส่วนปลายของมือจับ ควบคุมกลไกของมือจับด้วยเซอร์โวมอเตอร์ ทำให้สามารถหยิบและย้ายต้นกล้าด้วยแรงที่เท่า ๆ กันได้ในแต่ละต้น การทำงานของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติทั้งระบบจะควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ

วัสดุและวิธีการ

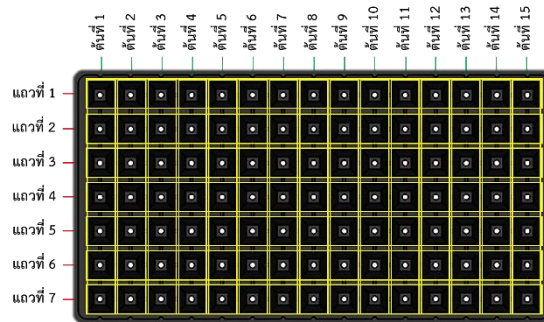
งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและสร้างระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ โดยวิธีการดำเนินงานวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนที่ 1 เป็นการออกแบบลำดับขั้นตอนการวิจัย และส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบและสร้างระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ การออกแบบและติดตั้งชุดควบคุม และการเขียนโปรแกรมควบคุม

1. เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ภาตปลูกต้นกล้าขนาด 39x50x11 ซม. (กว้างxยาวxสูง) และภาตเพาะต้นกล้าขนาด 28x54x4 ซม. (กว้างxยาวxสูง) มี 105 หลุม แบ่งเป็น 7 แถว แถวละ 15 หลุม โดยกำหนดลำดับของหลุมปลูกและการแบ่งแถวและลำดับของต้นกล้าดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2

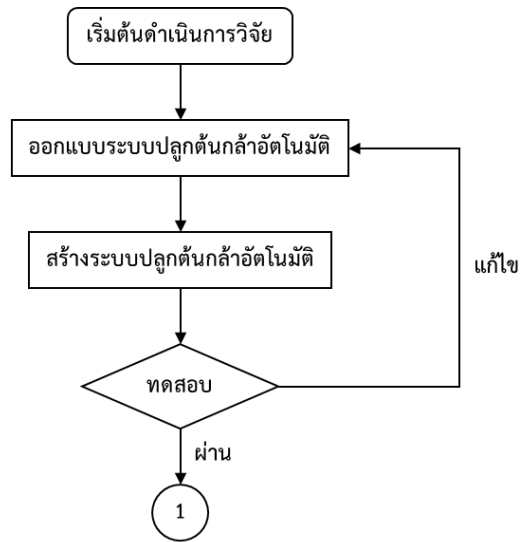


ภาพที่ 1 ลำดับของหลุมปลูกต้นกล้าในภาตปลูก

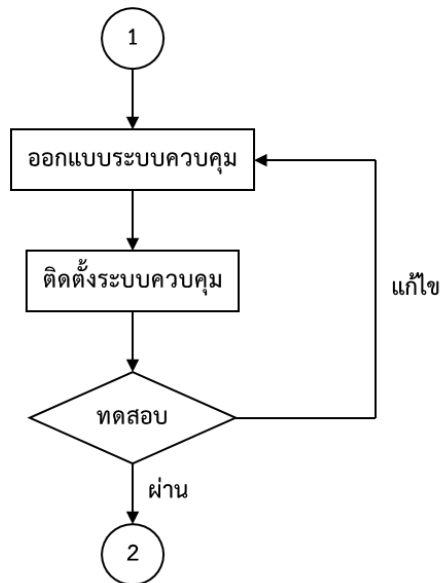


ภาพที่ 2 การแบ่งแถวและลำดับของต้นกล้าในภาตเพาะ

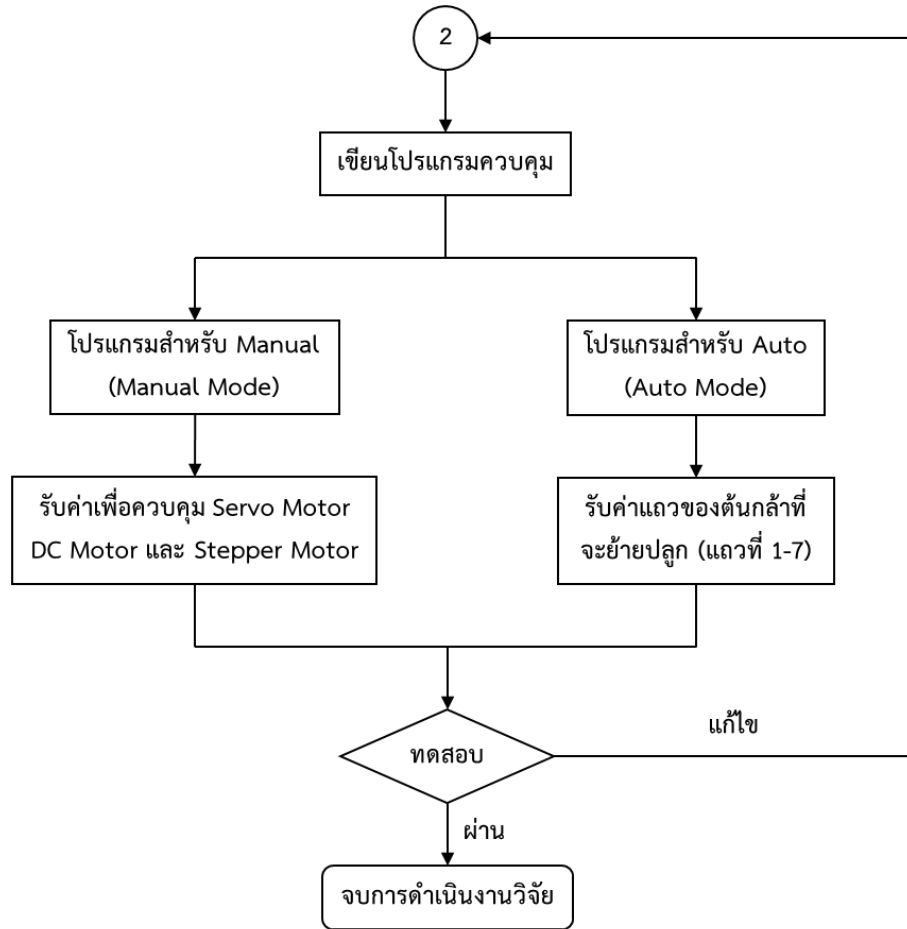
2. ขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 3 แผนผังแสดงขั้นตอนการออกแบบและสร้างระบบปลุกต้นกล้าอัตโนมัติ



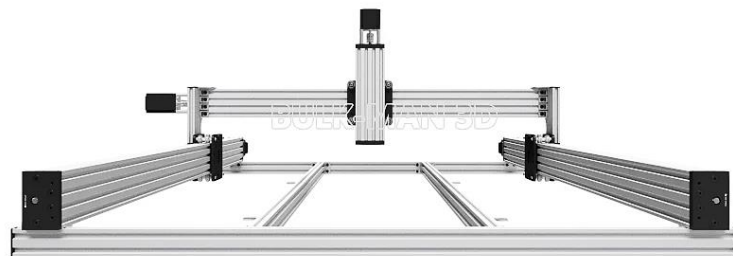
ภาพที่ 4 แผนผังแสดงขั้นตอนการออกแบบและติดตั้งระบบควบคุม



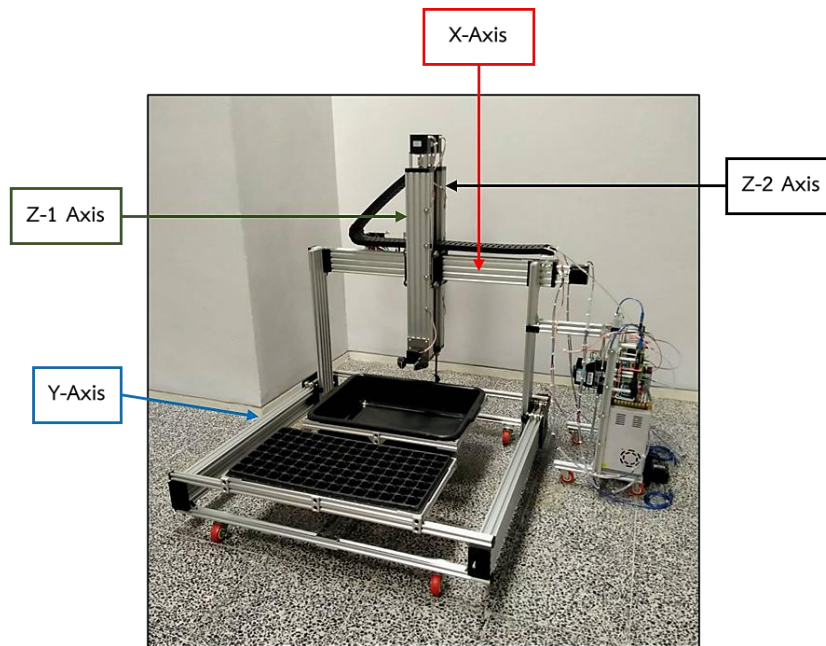
ภาพที่ 5 แผนผังแสดงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมควบคุม

3. ขั้นตอนการออกแบบและสร้าง

3.1 การออกแบบโครงสร้าง

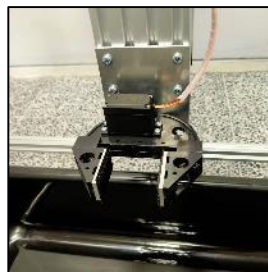


ภาพที่ 6 โครงสร้างของ Lead CNC ที่ใช้เป็นต้นแบบในการออกแบบระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ



ภาพที่ 7 การประกอบโครงสร้างของระบบปลุกต้นกล้าอัตโนมัติ

โครงสร้างของระบบปลุกต้นกล้าอัตโนมัติที่ออกแบบมีขนาด 85x87.5x50 ซม. (กว้างxยาวxสูง) เคลื่อนที่ได้ 4 แกนคือ แกน X แกน Y แกน Z-1 และแกน Z-2 ดังภาพที่ 7 โดยแกน Z-1 จะติดตั้งเครื่องมือสำหรับหยิบและย้ายต้นกล้าและแกน Z-2 จะติดตั้งเครื่องมือสำหรับชุดหลุมปลูกดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9

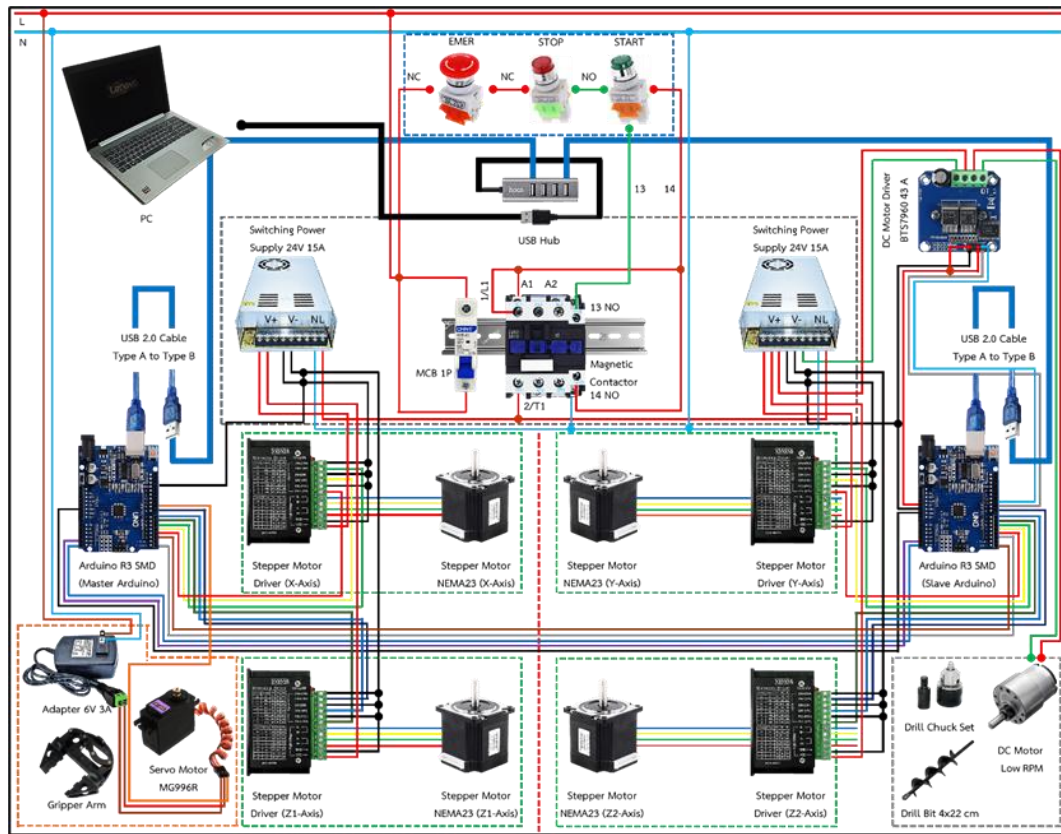


ภาพที่ 8 เครื่องมือสำหรับหยิบและย้ายต้นกล้า



ภาพที่ 9 เครื่องมือสำหรับชุดหลุมปลุกต้นกล้า

3.2 การออกแบบและติดตั้งระบบควบคุม



ภาพที่ 10 การเชื่อมต่อวงจรทั้งหมดของระบบควบคุม

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลอง ได้แก่ 1) การทดลองเวลาในการชุดหลุมปลูกจำนวน 15 หลุม ในแต่ละแถว 2) การทดลองเวลาในการทำงานในแต่ละแถวของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ 3) การทดลองการย้ายต้นกล้าดาวเรืองจำนวน 105 ต้น ซึ่งผลการทดลองเป็นดังนี้

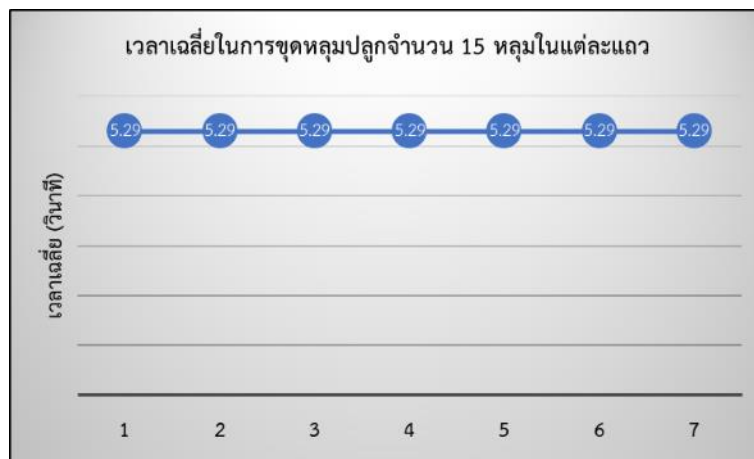
การทดลองที่ 1 การทดลองเวลาในการชุดหลุมปลูกจำนวน 15 หลุมในแต่ละแถว

วิธีการทดลอง

- 1.1 ตรวจสอบตำแหน่ง Home ของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ
- 1.2 สั่งงานโปรแกรมแบบ Auto ให้ระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติเริ่มทำงานในแถวที่ 1
- 1.3 จับเวลาเมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนและทำการชุดหลุมที่ 1 - 15 และหยุดจับเวลาเมื่อมอเตอร์หยุดหมุน
- 1.4 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1.1 - 1.3 จนครบทั้ง 7 แถว
- 1.5 บันทึกเวลาที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 1.1 ผลการจับเวลาในการขุดหลุมปลูกจำนวน 15 หลุมในแต่ละแถว

แถวที่	เวลาในการขุดหลุมปลูก (นาที)			เวลาเฉลี่ย (นาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	5.29	5.29	5.29	5.29
2	5.29	5.29	5.28	5.29
3	5.29	5.29	5.29	5.29
4	5.29	5.28	5.29	5.29
5	5.29	5.29	5.29	5.29
6	5.29	5.28	5.29	5.29
7	5.29	5.28	5.29	5.29
			เฉลี่ยรวม (นาที)	5.29



ภาพที่ 11 กราฟเส้นแสดงเวลาเฉลี่ยในการขุดหลุมปลูกจำนวน 15 หลุมในแต่ละแถว



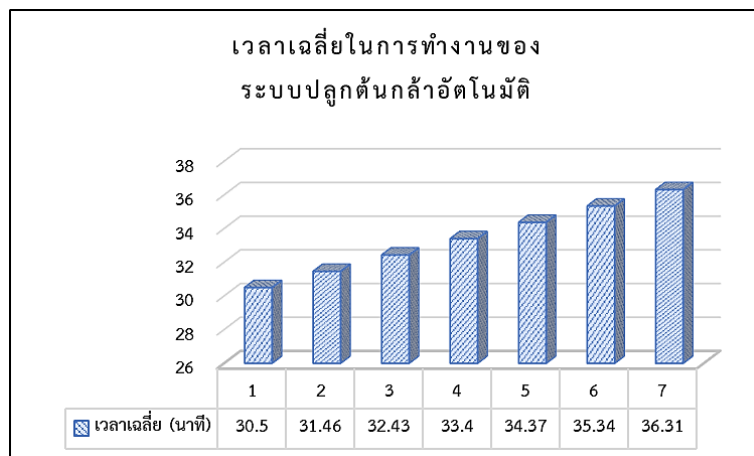
ภาพที่ 12 หลุมปลูกจำนวน 15 หลุมในถาดปลูกที่ขุดด้วยชุดดอกสว่าน

การทดลองที่ 2 การทดลองเวลาในการทำงานของระบบปลุกต้นกล้าอัตโนมัติในแต่ละแถว วิธีการทดลอง

- 2.1 ตรวจสอบตำแหน่ง Home ของระบบปลุกต้นกล้าอัตโนมัติ
- 2.2 สั่งงานโปรแกรมแบบ Auto ให้ระบบปลุกต้นกล้าอัตโนมัติเริ่มทำงานในแถวที่ 1
- 2.3 จับเวลาตั้งแต่ระบบเริ่มทำงานจนจบการทำงาน (กลับมาที่ตำแหน่ง Home)
- 2.4 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2.1 – 2.3 จนครบทั้ง 7 แถว
- 2.5 บันทึกเวลาที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 2.1 ผลการจับเวลาในการทำงานของระบบปลุกต้นกล้าอัตโนมัติในแต่ละแถว

แถวที่	เวลาในการทำงาน (นาที)			เวลาเฉลี่ย (นาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	30.49	30.48	30.53	30.5
2	31.46	31.46	31.46	31.46
3	32.43	32.43	32.43	32.43
4	33.4	33.4	33.4	33.4
5	34.37	34.37	34.37	34.37
6	35.34	35.34	35.34	35.34
7	36.31	36.31	36.31	36.31
			เฉลี่ยรวม (นาที)	33.4



ภาพที่ 13 แผนภูมิแท่งแสดงเวลาเฉลี่ยในการทำงานของระบบปลุกต้นกล้าอัตโนมัติในแต่ละแถว



ภาพที่ 14 การย้ายต้นกล้าลงปลูกในถาดปลูก

การทดลองที่ 3 ผลการทดลองการย้ายปลูกต้นกล้าดาวเรืองจำนวน 105 ต้น
วิธีการทดลอง

- 3.1 ซีดตำแหน่งการจับของกริปเปอร์บนต้นกล้าแถวที่ 1 (เพื่อตรวจสอบการไถล)
- 3.2 ตรวจสอบตำแหน่ง Home ของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ
- 3.2 สั่งงานโปรแกรมแบบ Auto ให้ระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติเริ่มทำงานในแถวที่ 1
- 3.4 ตรวจสอบและวัดระยะการไถลของกริปเปอร์บนต้นกล้าแถวที่ 1 (ถ้ามี)
- 3.5 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3.1 – 3.4 จนครบทั้ง 7 แถว
- 3.6 บันทึกผลที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง



ภาพที่ 15 ต้นกล้าดาวเรืองจำนวน 105 ต้นที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 16 การขีดตำแหน่งการจับของกริปเปอร์บนต้นกล้าดาวเรือง

ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองการย้ายปลูกต้นกล้าในแต่ละแถว

แถวที่	ต้นกล้า ที่หยิบได้	% ที่หยิบได้	การไถล	% การไถล	ต้นกล้า เสียหาย	% เสียหาย
1	15	100	2	13.33	0	0
2	14	93.33	0	0	0	0
3	15	100	0	0	0	0
4	15	100	3	20	0	0
5	15	100	2	13.33	0	0
6	15	100	2	13.33	0	0
7	15	100	0	0	0	0
รวม	104	99.05	9	8.57	0	0



ภาพที่ 17 ต้นกล้าดาวเรืองหลังจากย้ายลงถาดปลูก



ภาพที่ 18 ตัวอย่างต้นกล้าที่เกิดการไหลของกริปเปอร์

วิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยพบว่า ระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติใช้เวลาในการขุดหลุมปลูกเท่ากับ 5.29 นาทีเท่า ๆ กันในแต่ละแถว เวลาในการทำงานทั้งหมดของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติในแต่ละแถวเท่ากับ 30.5, 31.46, 32.43, 33.4, 34.37, 35.34 และ 36.31 นาทีตามลำดับ สามารถย้ายปลูกต้นกล้าดาวเรืองได้ 104 ต้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ย้ายได้เฉลี่ยเท่ากับ 99.05 % ต้นกล้าที่เกิดการไหลของกริปเปอร์จำนวน 9 ต้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การไหลเฉลี่ยเท่ากับ 8.57 % และสามารถย้ายปลูกต้นกล้าดาวเรืองได้โดยไม่มีต้นกล้าเสียหายหลังการย้ายปลูก

สรุปผล

ระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติใช้เวลาในการขุดหลุมปลูกได้เท่า ๆ กันในแต่ละแถว ใช้เวลาการทำงานในแถวที่ 1 เท่ากับ 30.5 นาที และแถวที่ 7 เท่ากับ 36.31 นาที ซึ่งน้อยที่สุดและมากที่สุดตามลำดับ ในส่วนของต้นกล้าที่ไม่สามารถย้ายปลูกได้หรือเกิดการไหลของกริปเปอร์ สาเหตุหลักมาจากตุ่มดินที่ใช้เพาะต้นกล้าติดอยู่กับหลุมเพาะค่อนข้างแน่น ทำให้แรงในการหยิบของกริปเปอร์ไม่พอที่จะยกต้นกล้าขึ้นมาได้

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยนี้คือ ควรเลือกกริปเปอร์ที่สามารถปรับแรงในการหยิบได้ เช่น กริปเปอร์ไฟฟ้าหรือกริปเปอร์นิวเมติกส์ มาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือหยิบต้นกล้า เพื่อให้สามารถหยิบต้นกล้าที่มีตุ่มดินติดแน่นกับหลุมเพาะขึ้นมาได้ หรือออกแบบอุปกรณ์เสริมติดกับปลายของกริปเปอร์ เพื่อให้สามารถหยิบต้นกล้าได้ครั้งละหลายๆ ต้น เพื่อลดเวลาในการทำงานของระบบปลูกต้นกล้าอัตโนมัติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชิดพงษ์ ดีเลิศไพบุลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือวัดและอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ใช้สถานที่ในการทำการวิจัยและทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ประภาส พุ่มพวง . 2561.การเขียนและการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม ARDUINO. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ

วโรตม ตูจันดา . 2559.การวิเคราะห์และควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์ โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

- นรรรัตน์ วัฒนมงคล . 2561.การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย. สำนักพิมพ์ โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ
- สุนทร ดอนชัย . 2565.การออกแบบระบบไฟฟ้า. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ
- ศักรินทร์ โสันทะ . 2553.เครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ
- กฤษณ์ อินทรนนท์ . 2565.ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า. สำนักพิมพ์ คอร์ฟังก์ชั่น.
- สุวัฒน์ แซ่ตัน . 2558.เทคนิคและการออกแบบสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย. สำนักพิมพ์ หุ่นไขไก่, กรุงเทพฯ
- พรจิต ประทุมสุวรรณ . 2548.พื้นฐานหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ. สำนักพิมพ์ เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพฯ
- ดอนสัน ปงผาบ . 2563.ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ
- เอกชัย มะการ . 2545.รู้จักและเข้าใจ CHIPS SUPPORT แบบ I2C BUS. สำนักพิมพ์ บริษัท อีทีที จำกัด, กรุงเทพฯ
- อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช . 2563.รู้ทันโรคพืช คู่มือดูแลสุขภาพต้นไม้ด้วยตัวเอง. สำนักพิมพ์ บ้านและสวน, กรุงเทพฯ
- บุญธรรม ภัทรจารกุล . 2565.หุ่นยนต์อุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ
- อำนาจ ทองผาสุข และวิทยา ประยงค์พันธุ์ .การควบคุมมอเตอร์.
- อภิชาติ ศรีสอาด และพัชรี สำโรงเย็น .คู่มือการเพาะปลูกดาวเรืองเพื่อพ่อ. สำนักพิมพ์ นาคา, สมุทรสาคร
- ประจัน พลังสันติกุล . 2553.C Programming for Arduino พื้นฐานภาษา C สำหรับ Arduino. สำนักพิมพ์ แอพซอฟต์แวร์ จำกัด, กรุงเทพฯ
- ทศพล บ้านคลองสี . 2565.Practical Microcontroller Programming with ARDUINO. สำนักพิมพ์ ไอดีซีพรีเมียร์ จำกัด, นนทบุรี

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นกระดูกที่ขึ้นรูปจากเครื่องพิมพ์สามมิติ Mechanical Test of 3D Printing Bone Part

กฤตชัย ประจักษ์คำ¹ ณัฐพล จันทร์พานิชย์^{1*} และสุจินต์ วันชาติ¹

Kittanai Pajamkai¹, Nattapon Chantarapanich^{1*} and Sujin Wanchat¹

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขต ศรีราชา 199 หมู่ 6 ถนน สุขุมวิท ต.ทุ่งขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20230

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University Sriracha Campus 199, Moo 6, Sukhumvit Road, Thung Sukla, Sriracha, Chonburi 20230

*Corresponding author E-mail: nattapon@eng.src.ku.ac.th,

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการแพทย์และเทคโนโลยีในการรักษาเป็นส่วนสำคัญต่อสุขภาพและการใช้ชีวิตในปัจจุบัน เช่น เพิ่มความสะดวกในการดูแลรักษา อีกทั้งความแม่นยำในการวินิจฉัยโรค และการผลิตยาชนิดใหม่ เพื่อดำรงชีพผ่านชุมชน แต่ก็ตามมาซึ่งค่าใช้จ่ายที่สูงและหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นวิศวกรรมทางการแพทย์ในปัจจุบันได้เข้ามามีส่วนร่วมในการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆมากขึ้น เช่น การลดต้นทุนในการผลิตและการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งวิศวกรรมกับแพทย์ได้มีส่วนร่วมในการออกแบบเครื่องมือทางการแพทย์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์นั้นๆมากขึ้น ทั้งในเรื่องการออกแบบชิ้นงาน วัสดุ และลักษณะในการใช้งาน บางครั้งการแพทย์จำเป็นต้องใช้ชิ้นงานจำลองและวัสดุที่ใกล้เคียงในการวิเคราะห์หาสาเหตุการบาดเจ็บของคนไข้ เช่น คนไข้ที่กระดูกหัก จำเป็นต้องได้รับการวิเคราะห์ในการเสริมโลหะตามหรือใส่เฝือก การหาตำแหน่งที่จะตามเหล็กและใช้โลหะชนิดใด ด้วยปริมาณเท่าไรจึงจะสามารถรับแรงตามลักษณะการใช้งานของคนไข้ได้อย่างเหมาะสม การจำลองการแตกหักของกระดูกโดยที่ไม่ต้องผ่าตัดก่อนเพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งที่สำคัญต่างๆและมีความละเอียดมากกว่าการ X-ray โดยใช้โมเดลจำลองในการวิเคราะห์ทั้งในคอมพิวเตอร์และชิ้นงานตัวอย่างกระดูกของคนไข้รายนั้น

การขึ้นรูปชิ้นงานแบบสามมิติมีผลในวินิจฉัยของแพทย์ในปัจจุบัน ในการสร้างกระดูกเทียม สำหรับผู้ป่วยเพื่อทดแทน หรือเป็นการใช้กระดูกมาเพื่อฝึกการผ่าตัดก่อนเข้าผ่าตัดจริง ดังนั้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้ ซึ่งจะสามารถผลิตชิ้นงานกระดูกที่สร้างขึ้นจากการขึ้นรูปแบบสามมิติและศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงานที่ขึ้นรูปจากการขึ้นรูปสามมิติ

คำสำคัญ : กระดูก, คุณสมบัติเชิงกล, กระดูกโคนขา, วัสดุคอมโพสิต

Abstract

Medical technology and treatment technology are very important to today's health and life, such as improving the convenience of nursing, the accuracy of diagnosing diseases and producing new drugs to maintain human species, but they all bring high and inevitable costs. Therefore, today's medical engineering has increasingly participated in the innovation of new technologies, such as reducing production costs and improving product quality, in which engineers and doctors have participated in the design of medical instruments in order to achieve higher efficiency in the design, materials and use characteristics of workpieces. Sometimes, doctors need to use simulated specimens and close materials to analyze the causes of patients' injuries, such as patients with fractures, which need to be analyzed in metal supplements or found in films X-ray.

Three-dimensional molding of workpieces has an impact on the diagnosis of doctors today. in creating artificial bone for patients to replace or is it using bones to practice surgery before actually -operating. Therefore, this is the origin of this research. It will be able to produce garlic specimens created by 3D molding and study the mechanical properties of the 3D molded specimens.

Keywords : Bone, Mechanical Properties, Femur, Material Composite

บทนำ

การขึ้นรูปแบบเติมเนื้อวัสดุ (Additive Manufacturing; AM) สามารถจำแนกได้เป็นสองประเภทตามกระบวนการผลิต คือ การผลิตแบบใช้เลเซอร์และแบบไม่ใช้เลเซอร์ ซึ่งการผลิตแบบใช้เลเซอร์นั้นจะใช้ประโยชน์จากกำลังของเลเซอร์เพื่อให้วัสดุหลอมละลายติดกันหรือทำให้วัสดุเกิดการคงรูปแข็งตัวเป็นรูปทรงของชิ้นงานตามทีออกแบบไว้ ซึ่งเทคโนโลยีการผลิตแบบใช้เลเซอร์นี้ ได้แก่ Selective Laser Sintering (SLS), Selective Laser Melting (SLM) และ Stereolithography Apparatus (SLA) (Chantarapanich et al., 2013) สำหรับการขึ้นรูปแบบ SLM นั้นมักนิยมใช้วัสดุ Chromium, Stainless steel, Titanium และ Gold เป็นวัสดุในการขึ้นรูป (Kruth et al., 2007), (Thijs et al., 2010), (Yap et al., 2015) ส่วนการขึ้นรูปแบบ SLA นิยมใช้กับวัสดุพอลิเมอร์ Polymethyl Methacrylate (PMMA) และแบบ SLS นิยมใช้กับวัสดุไนลอน เป็นต้น

สำหรับกระบวนการผลิตแบบไม่ใช้เลเซอร์ในการขึ้นรูป ได้แก่ Laminated Object Manufacturing (LOM), Powder-based Additive Manufacturing และ Fused Deposition Modeling (FDM) โดย LOM จะใช้วัสดุจำพวกเทอร์โมพลาสติก เช่น PVC ในส่วน Powder-based Additive Manufacturing จะใช้วัสดุจำพวกผงพลาสติกและผงยิปซัม (Chaitat et al., 2021) ในปัจจุบัน FDM ได้รับความนิยมนำมาใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม (Junk et al., 2010), (Mick et al., 2013), (Mieloszyk et al., 2019) เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีความประหยัดและง่ายต่อการใช้งานและการบำรุงรักษา สามารถที่จะขึ้นรูปวัสดุได้หลากหลายประเภท เช่น โลหะ, เซรามิก, พอลิเมอร์และวัสดุคอมโพสิต แต่มักนิยมใช้วัสดุ Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), Polylactic Acid (PLA) และ Polyethylene Terephthalate (PET) (Frazier, 2014) (Huang et al., 2012) (Sood et al., 2012) (Ning et al., 2015) นอกจากนี้เทคโนโลยี FDM ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อช่วยลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต (Pandžić et al., 2019)

การพิมพ์สามมิติ Three-Dimensional Printing (3DP) คือ กระบวนการสร้างวัตถุสามมิติโดยการเติมเนื้อวัสดุเข้าไปทีละชั้นเพื่อทำให้เกิดเป็นรูปทรงของชิ้นงาน ซึ่งถือเป็นหนึ่งในวิธีการขึ้นรูปแบบเติมเนื้อวัสดุ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงานต้นแบบอย่างรวดเร็ว Rapid Prototype (RP) และสามารถสร้างชิ้นงานโดยไม่ใช่แม่พิมพ์ (Lu et al., 2020) จะแตกต่างกับเทคโนโลยีการขึ้นรูปโดยการเอาชิ้นเนื้อวัสดุออกซึ่ง (Subtractive Manufacturing; SM) ที่เป็นการผลิตชิ้นงานโดยวิธีการกัด กลึง เจาะ เช่น เครื่อง CNC (Computer Numerical Control) ที่ทำงานโดยใช้หัวกัดหรือดอกสว่านเพื่อสกัดเนื้อวัสดุออกจากบล็อกโลหะ แต่จะมีข้อจำกัดในการขึ้นรูปชิ้นงานในบริเวณที่หัวกัดไม่สามารถเข้าถึงได้ (Undercut) มีการสูญเสียเนื้อวัสดุเยอะกว่าและมีต้นทุนต่อชิ้นงานที่สูงกว่าการพิมพ์สามมิติ (Priarone & Ingarao, 2017)

ปัจจุบันการพิมพ์สามมิติถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การผลิตชิ้นส่วนเทอร์โมฟอร์มของยานยนต์ต้นแบบที่มีการปรับเปลี่ยนการออกแบบหลายครั้ง ได้เปลี่ยนการสร้างแม่พิมพ์ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่อง CNC มาเป็นการขึ้นรูปแม่พิมพ์โดยการพิมพ์สามมิติเพื่อลดความซับซ้อนในการผลิตและประหยัดต้นทุนในการสร้าง

(Junk et al., 2010) ในด้านอุตสาหกรรมการบินมีการสร้างชิ้นงานจำลองจุดต่อระหว่างตัวเครื่องและปีกเครื่องบินโดยการพิมพ์สามมิติ เพื่อนำมาทดสอบการรับแรงกระทำเพื่อช่วยในการเลือกชิ้นส่วนที่ดีที่สุดในการออกแบบ (Mieloszyk et al., 2019)

นอกเหนือจากงานด้านอุตสาหกรรมแล้ว FDM ยังถูกใช้ในด้านทางการแพทย์อย่างแพร่หลาย เช่น การสร้างกระดูกเทียมเพื่อใช้ในการวางแผนการผ่าตัดและช่วยลดระยะเวลาในการผ่าตัดของแพทย์ (Lee et al., 2018) (Harynska et al., 2020) การผลิตโครงสร้างมดลูกเทียมและแกนวัสดุฝังใต้ผิวหนัง (Genina et al., 2016) การสร้างตัวอย่างกระดูกเทียมส่วนขมับ (Temporal Bone) เพื่อลดการใช้กระดูกจากซากศพ (Cadaveric) (Mick et al., 2013) ในด้านทันตกรรม เช่น การขึ้นรูปฟันเทียมเพื่อทดแทนการผลิตฟันเทียมแบบเดิมที่มีราคาแพงกว่า ช่วยลดความคลาดเคลื่อนและระยะเวลาในการพิมพ์ฟันเทียม (Arun et al., 2021) และการสร้างกระดูกเทียมในการออกแบบรากฟันเทียม (Ricci et al., 2010) เป็นต้น

ในทางการแพทย์ก่อนที่จะสามารถใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการรักษาผู้ป่วยได้นั้น จะต้องได้รับการทวนสอบ (Verification) ว่าการใช้เครื่องมือแพทย์รักษาจะไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยและมีประสิทธิภาพในการรักษาที่ดี ตามระบบการจัดการคุณภาพอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ (ISO 13485) โดยกระบวนการการทดสอบ (Validation) สามารถทำได้สองวิธี 1. การทดลองภายนอกร่างกาย (*In vitro*) ซึ่งเป็นเทคนิคในการทดสอบทางกล (Mechanical Test) หรือ การทดสอบทางชีววิทยาที่กำหนดสภาพแวดล้อมที่คล้ายกับภายในร่างกาย 2. การทดลองโดยการจำลองในคอมพิวเตอร์ (*In silico*) ซึ่งเป็นวิธีเชิงตัวเลข (Numerical Method) ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดสถานะแวดล้อมให้คล้ายกับภายในร่างกาย ซึ่งแบ่งได้สองแบบ คือ Finite Element Analysis (FEA) เป็นการจำลองสถานะภายในร่างกายจำพวกของแข็ง เช่น กระดูก เป็นต้น และ Computational Fluid Dynamics (CFD) เป็นการจำลองสถานะภายในร่างกายจำพวกของแข็ง เช่น โลหิต เป็นต้น สำหรับการทวนสอบเป็นการทดลองภายในร่างกาย (*In vivo*) ไม่ว่าจะเป็นผู้ป่วย สิ่งมีชีวิตหรือ สัตว์ทดลอง สามารถเรียกทั้งหมดที่กล่าวมาว่าเป็นการทดสอบเชิงคลินิก (Bandarra et al., 2020) (Benfenati et al., 2010)

สำหรับการออกแบบเครื่องมือแพทย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางออร์โธปิดิกส์ (Orthopedics) ซึ่งจำเป็นต้องใช้กระดูกของมนุษย์มาจำลองรอยแตกและใช้อุปกรณ์ตามกระดูก (Fixation) ติดเข้าไปและนำมาทดสอบเชิงกลเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างของกระดูกกับอุปกรณ์สามารถรับแรงกระทำได้มากน้อยเพียงไร แต่ยังมีข้อจำกัดในการจัดหากระดูกจากซากศพ (Hochman et al., 2015) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกระดูกมนุษย์จากผู้บริจาคร่างกายจะมีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการในการทดสอบ จึงได้เกิดการนำกระดูกเทียม (Composite Bone) (SAWBONE, Pacific Research Laboratories) เพื่อใช้ทดแทนกระดูกมนุษย์ โดยกระดูกเทียมจะต้องมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับกระดูกมนุษย์ด้วย ในปัจจุบันถึงแม้ว่าผู้ทดสอบจะสามารถเลือกใช้กระดูกเทียมทำการทดสอบแทนกระดูกมนุษย์เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาความขาดแคลนจำนวนชิ้นงานทดสอบได้ แต่ราคาต่อหน่วยของกระดูกเทียมที่มีราคาสูงและไม่สามารถปรับแต่งคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุให้สอดคล้องกับการศึกษาได้ ดังนั้นหากเราต้องการศึกษาเราจำเป็นต้องมีกระดูกเทียมทางเลือกในการลดค่าต้นทุนและเวลาในงานวิจัยที่สามารถควบคุมได้ โดยการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของกระดูกเทียมที่ถูกขึ้นรูปขึ้นงานจากการปริ้นสามมิติ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมชิ้นงานกระดูกเทียมสำหรับการทดสอบเชิงกล (Mechanical Test)

1. ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพ 3D Slicer

เนื่องจากงานวิจัยนี้จะใช้กระดูกต้นขา (Femur) ของผู้วิจัยในการทดลอง ไฟล์กระดูกจะเป็นไฟล์ภาพ DICOM ที่ได้จากการ Computerized Tomography (CT Scan) จากนั้นได้ทำการจัดการไฟล์ภาพบนซอฟต์แวร์

ประมวลผลภาพ 3D Slicer โดยทำการเลือกชิ้นส่วนที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบและเปลี่ยนจากไฟล์รูปภาพให้ออกมาอยู่ในรูปแบบชิ้นงานจำลองสามมิติ โดยบันทึกเป็นสกุลไฟล์ .STL

2. ซอฟต์แวร์การสร้างแบบจำลองสามมิติ VISI 2017 R2

การใช้ซอฟต์แวร์การสร้างแบบจำลองสามมิติ VISI 2017 R2 เพื่อการสร้างกระดูกชั้นในให้แบบจำลองสามมิติและเช็คความเรียบร้อยให้ละเอียดก่อนเตรียมนำไปใช้ในการพิมพ์สามมิติ

3. ซอฟต์แวร์สำหรับการเตรียมพารามิเตอร์ของการพิมพ์สามมิติ Ultimaker Cura

การใช้ซอฟต์แวร์สำหรับการกำหนดพารามิเตอร์ของชิ้นงานและเครื่องพิมพ์สามมิติเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามที่กำหนดไว้ โดยใช้คุณสมบัติเชิงกลและทิศทางการขึ้นรูปของ (Chaitat et al., 2021)

4. เครื่องพิมพ์สามมิติระบบหัวฉีด FDM

เมื่อได้ไฟล์ของชิ้นงานสามมิติจากการกำหนดพารามิเตอร์ของชิ้นงานและเครื่องพิมพ์แล้ว ดังนั้นจึงนำไฟล์ที่ได้นั้นมาพิมพ์ชิ้นงานสามมิติ

5. การเตรียมชิ้นงานกระดูกเทียมสำหรับทดสอบเชิงกล (4-Point Bending)

จัดเตรียมกระดูกเทียมที่ได้จากการพิมพ์สามมิติ เพื่อติดตั้งสเตรนเกจ (Strain Gauge)

6. ทดสอบ (4-Point Bending Test)

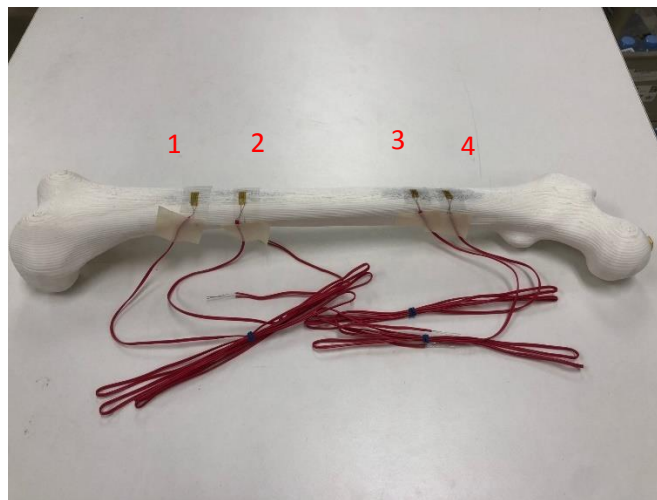
กระดูกเทียมจากการพิมพ์สามมิติที่ติดสเตรนเกจเรียบร้อยแล้ว นำมาเพื่อทดสอบ 4 Point Bending โดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal tensile machine) ในการทดสอบตามวิธีการมาตรฐาน ASTM D790-03 แบบ 4 จุด (Four-Point Bending) ("ASTM D790-03,")



ภาพที่ 1 การทดสอบ (Four-Point Bending)



ภาพที่ 2 การทดสอบ (Four-Point Bending)



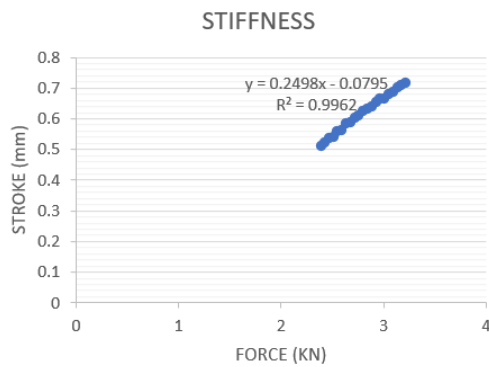
ภาพที่ 3 ติดตั้งเตรนเกจ

7. กำหนดเงื่อนไขและขอบเขตของการทดลอง

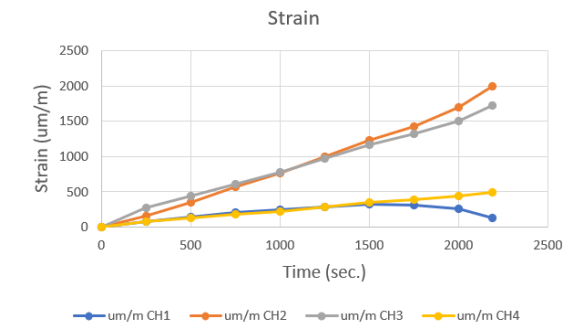
วิเคราะห์ผลการทดสอบ (Mechanical Test) จากการทดสอบกระดูกเทียมที่ขึ้นรูปจากเครื่องพิมพ์สามมิติ ระบบหัวฉีด Fused Deposition Modeling (FDM) วัสดุ PLA ขึ้นรูปแบบ FLAT (แกน X) เลือกใช้ที่ 70% (Infill) โดยคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ (Material Property) จะใช้จาก (Chaitat et al., 2021) ด้วยการทดสอบ 4-Point Bending โดยติดเตรนเกจที่กระดูกเทียมเพื่อวัดค่าความเครียด 4 จุด และค่าความชันจากเครื่อง UTM ว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นอย่างไร

ผลการวิจัย

กราฟความชัน (Stiffness) และ และกราฟความเครียด (Strain) ที่ได้จากการติดเตรนเกจและทดสอบ เครื่อง (UTM) โดยการขึ้นรูปสามมิติแบบ FLAT (แกน X) ในภาพที่ 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 การพลความชัน (Stiffness)



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความเครียดของสเตรนเกจที่ติดไว้บนชิ้นงานสามมิติ

วิจารณ์ผล

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ ค่าความชัน (Stiffness) เป็นข้อมูลที่ได้จากกราฟ ระยะที่เปลี่ยนไปของเครื่องกด UTM เทียบกับ Reaction Force ที่แสดงในเครื่องกด UTM และเลือกช่วงเวลาที่เส้นตรงนำมาคิดค่าความชัน (Stiffness) ของชิ้นงาน เพื่อสามารถนำไปใช้ในการทดสอบค่าความแม่นยำว่า ชิ้นงานสามมิติที่เลือกคุณสมบัติเชิงกลที่ ความหนาแน่น (Infill) 70% นั้นเที่ยงตรงขนาดไหน

ผลลัพธ์ที่ได้จากการติดสเตรนเกจ เพื่อวัดความเครียดของชิ้นงานนั้น (Strain) เพื่อศึกษาการสะสมภาวะความเครียดต่อแรงกระทำ ณ จุด ๆ นั้น จะเห็นได้ว่าค่าความเครียด ที่จุด 1 และ 4 จะมีค่าความเครียดน้อยกว่าจุดที่ 2 และ 3 ตามความสัมพันธ์ของ 4-Point Bending เพราะจุดที่ 2 และ 3 เป็นอยู่ใกล้จุดรับแรงอัดจากเครื่อง UTM

สรุปผล

พฤติกรรมของวัสดุเมื่อทดลองแล้วจะเห็นได้ว่า จุดไหนรับแรงอัด แรงดึง หรือมีความเครียดเกิดจากจุดไหนมากที่สุด เพื่อการศึกษาความสัมพันธ์ของวัสดุ และยังสามารถนำไปใช้ใน Reverse Engineering เพื่อตรวจสอบความแม่นยำในการทำ Finite Element Analysis (FEA) ของการนำเอาคุณสมบัติเชิงกลที่ได้จาก (Chaitat et al., 2021) ว่าคุณสมบัติเชิงกลที่ใช้ขึ้นชิ้นงานสามมิตินั้น มีความแม่นยำมากน้อยแค่ไหนจากการทดสอบครั้งนี้ เพื่อในอนาคตจะนำชิ้นงานกระดุกเทียมนี้สามารถทดแทนกระดุกจากซากศพมนุษย์เพื่อศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ ได้รับการสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- Arun, M., Sathishkumar, N., Nithesh Kumar, K., Ajai, S. S., & Aswin, S. (2021). Development of patient specific bio-polymer incisor teeth by 3D printing process: A case study. *Materials Today: Proceedings*, 39, 1303-1308. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.367>
- ASTM D790-03. In *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*: ASTM International.

- Bandarra, S., Mascarenhas, P., Luis, A. R., Catrau, M., Bekman, E., Ribeiro, A. C., Felix, S., Caldeira, J., & Barahona, I. (2020). In vitro and in silico evaluations of resin-based dental restorative material toxicity. *Clin Oral Investig*, 24(8), 2691-2700. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03131-4>
- Benfenati, E., Gini, G., Hoffmann, S., & Luttik, R. (2010). Comparing In Vivo, In Vitro and In Silico Methods and Integrated Strategies for Chemical Assessment: Problems and Prospects. *Alternatives to Laboratory Animals*, 38(2), 153-166. <https://doi.org/10.1177/026119291003800201>
- Chaitat, S., Chantarapanich, N., & Wanchat, S. (2021). Effects of the 3DP process parameters on mechanical properties of polylactic acid part used for medical purposes. *Rapid Prototyping Journal, ahead-of-print*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/rpj-01-2021-0014>
- Chantarapanich, N., Puttawibul, P., Sitthiseripratip, K., Sucharitpwatskul, S., & Chantaweroad, S. (2013). Study of the mechanical properties of photo-cured epoxy resin fabricated by stereolithography process. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 35, 91-98.
- Frazier, W. E. (2014). Metal Additive Manufacturing: A Review. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 23(6), 1917-1928. <https://doi.org/10.1007/s11665-014-0958-z>
- Genina, N., Hollander, J., Jukarainen, H., Makila, E., Salonen, J., & Sandler, N. (2016). Ethylene vinyl acetate (EVA) as a new drug carrier for 3D printed medical drug delivery devices. *Eur J Pharm Sci*, 90, 53-63. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2015.11.005>
- Harynska, A., Carayon, I., Kosmela, P., Szeliski, K., Łapiński, M., Pokrywczyńska, M., Kucińska-Lipka, J., & Janik, H. (2020). A comprehensive evaluation of flexible FDM/FFF 3D printing filament as a potential material in medical application. *European Polymer Journal*, 138, 109958. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2020.109958>
- Hochman, J. B., Rhodes, C., Wong, D., Kraut, J., Pisa, J., & Unger, B. (2015). Comparison of cadaveric and isomorphic three-dimensional printed models in temporal bone education. *Laryngoscope*, 125(10), 2353-2357. <https://doi.org/10.1002/lary.24919>
- Huang, S. H., Liu, P., Mokasdar, A., & Hou, L. (2012). Additive manufacturing and its societal impact: a literature review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 67(5-8), 1191-1203. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4558-5>
- Junk, S., Sämann-Sun, J., & Niederhofer, M. (2010). Application of 3D printing for the rapid tooling of thermoforming moulds. Proceedings of the 36th International MATADOR Conference,
- Kruth, J. P., Levy, G., Klocke, F., & Childs, T. H. C. (2007). Consolidation phenomena in laser and powder-bed based layered manufacturing. *CIRP Annals*, 56(2), 730-759. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2007.10.004>

- Lee, S., Kim, J. Y., Hong, J., Baek, S. H., & Kim, S. Y. (2018). CT-based Navigation System Using a Patient-Specific Instrument for Femoral Component Positioning: An Experimental in vitro Study with a Sawbone Model. *Yonsei Med J*, 59(6), 769-780.
<https://doi.org/10.3349/ymj.2018.59.6.769>
- Lu, Y., Mei, Z., Zhang, J., Gao, S., Yang, X., Dong, B., Yue, L., & Yu, H. (2020). Flexural strength and Weibull analysis of Y-TZP fabricated by stereolithographic additive manufacturing and subtractive manufacturing. *Journal of the European Ceramic Society*, 40(3), 826-834.
<https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2019.10.058>
- Mick, P. T., Arnoldner, C., Mainprize, J. G., Symons, S. P., & Chen, J. M. (2013). Face validity study of an artificial temporal bone for simulation surgery [Article]. *Otology and Neurotology*, 34(7), 1305-1310. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3182937af6>
- Mieloszyk, J., Tarnowski, A., Kowalik, M., Perz, R., & Rządowski, W. (2019). Preliminary design of 3D printed fittings for UAV. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 91(5), 756-760. <https://doi.org/10.1108/aeat-07-2018-0182>
- Ning, F., Cong, W., Qiu, J., Wei, J., & Wang, S. (2015). Additive manufacturing of carbon fiber reinforced thermoplastic composites using fused deposition modeling. *Composites Part B: Engineering*, 80, 369-378. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2015.06.013>
- Pandžić, A., Hodzic, D., & Milovanović, A. (2019). EFFECT OF INFILL TYPE AND DENSITY ON TENSILE PROPERTIES OF PLA MATERIAL FOR FDM PROCESS.
<https://doi.org/10.2507/30th.daaam.proceedings.074>
- Priarone, P. C., & Ingarao, G. (2017). Towards criteria for sustainable process selection: On the modelling of pure subtractive versus additive/subtractive integrated manufacturing approaches. *Journal of Cleaner Production*, 144, 57-68.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.165>
- Ricci, R. P., Morichelli, L., Quarta, L., Sassi, A., Porfili, A., Laudadio, M. T., Gargaro, A., & Santini, M. (2010). Long-term patient acceptance of and satisfaction with implanted device remote monitoring. *Europace*, 12(5), 674-679. <https://doi.org/10.1093/europace/euq046>
- Sood, A. K., Ohdar, R. K., & Mahapatra, S. S. (2012). Experimental investigation and empirical modelling of FDM process for compressive strength improvement. *Journal of Advanced Research*, 3(1), 81-90. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2011.05.001>
- Thijs, L., Verhaeghe, F., Craeghs, T., Humbeeck, J. V., & Kruth, J.-P. (2010). A study of the microstructural evolution during selective laser melting of Ti-6Al-4V. *Acta Materialia*, 58(9), 3303-3312. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2010.02.004>
- Yap, C. Y., Chua, C. K., Dong, Z. L., Liu, Z. H., Zhang, D. Q., Loh, L. E., & Sing, S. L. (2015). Review of selective laser melting: Materials and applications. *Applied Physics Reviews*, 2(4).
<https://doi.org/10.1063/1.4935926>

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุพันธ์ กงบังเกิด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร. จรรย์ธร บุญญานุภาพ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.รัชฌณิน จงจิตวิมล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รองศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี ศรีธาวีรัตน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ ศรีแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชจรี สิงห์พันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้ำฝน เบ้าทองคำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ ปานปราณีเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.พณณา ตั้งวรรณวิทย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
รองศาสตราจารย์ธรรมณชาติ วันแต่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดพิรุณ ศุภรากรสกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา ชูมณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์พันธ์ พรรณรัตน์ชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นรัตวี รัตนวัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อิสระ ตั้งสุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล จันทร์มา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูริย์ สอนทน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา วันชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เจษฎาพร ปาคำวัง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดวงจันทร์ สีหราช	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรัตน์ รัตนวัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กานันต์ ผึ้งบรรหาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
sci.pcru.ac.th

83 ม.11 ถ.สระบุรี-หล่มสัก ต.สะเดียง
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทร.056-717122