



PROCEEDINGS

PCRUSCI CONFERENCE 2023

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2566

PCRUSCI CONFERENCE 2023

วันศุกร์ ที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2566

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

คำนำ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566 ซึ่งจัดขึ้นใน วันศุกร์ที่ 10 มีนาคม 2566 ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เป็นการรวบรวมผลงานวิจัยที่นำเสนอในรูปแบบบรรยาย 110 ผลงาน มีผลงานที่ได้รับการคัดเลือกให้จัดทำรวมบทความฉบับสมบูรณ์ มีการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละด้าน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการฯ ฉบับนี้เป็นบทความฉบับสมบูรณ์ในกลุ่มด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสิ้น 99 ผลงาน

คณะกรรมการดำเนินงานฝ่ายประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัย ขอขอบคุณผู้บริหาร กองบรรณาธิการ และผู้ทรงคุณวุฒิ รวมถึงขอขอบคุณผู้นำเสนอผลงานและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนส่งเสริมและสนับสนุนให้การจัดทำรายงานสืบเนื่องจากการประชุมครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัย

คณะผู้จัดทำ

กำหนดการ การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2

PCRUSCI CONFERENCE 2023

“งานวิจัยและนวัตกรรมสู่ชุมชนท้องถิ่น”

วันศุกร์ ที่ 10 มีนาคม 2566

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

เวลา	สถานที่	กิจกรรม
08.30 – 09.00 น.	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	ลงทะเบียน (ห้องประชุมออนไลน์) Link : https://shorturl.at/jnptA Meeting ID : 884 9573 2884 Passcode : 796929
09.00 – 09.45 น.		-ชมคลิปวิดีโอเชิญท่องเที่ยวจังหวัดเพชรบูรณ์ -ชมคลิปวิดีโอแนะนำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ -พิธีเปิด กล่าวรายงาน โดย คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจน์ คุ่มทรัพย์ กล่าวเปิด โดย อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์
10.00 – 12.00 น.		นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย
12.00 – 13.00 น.		พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 16.30 น.		นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย

สารบัญ

บทความวิจัย	หน้า
การพัฒนาเว็บไซต์ระบบจองคิวร้านตัดผมออนไลน์ ธรรมรัตน์ แก้ววิจิตร, กฤษฏา คงสวัสดิ์, และ กิตติพงษ์ สุวรรณราช	1
กระบะทรายแมวอัจฉริยะ กัญญาภัค จินตกลสิกรรม, ปณิตรัตน์, และ วงศ์พัฒนานิภาส	11
แนวทางในการเขียนนิยายออนไลน์ จากการสำรวจข้อมูลโดย Google Trends ณัฐวดี สุธงษา, และ เศรษฐพงศ์ วงษ์อินทร์	19
การพัฒนาระบบการทำงานในรูปแบบ Work From Anywhere ของสายงานวางแผนและพัฒนา เทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารออมสิน เมธาวัดน์ ระโหฐาน, และ อธิพงษ์ เขมะเพชร	31
ในการพัฒนาระบบแนะนำกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) สำหรับผู้แนะนำการลงทุน กรณีศึกษาธนาคารออมสิน ปภัสนันท์ จันวงเดือน, และ สันต์ชัย รัตตนนท์	41
สถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับธนาคารดิจิทัล สุภัทพร ภาวนวงศ์, และ สุวรรณิ อัครกุลชัย	54
การพัฒนาระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วย เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง บุญญาดา เปลวานานนท์, และ ปราโมทย์ ก้วเจริญ	69
การพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ณัฐนันท์ ปานกลัด, วุฒิกกร เนตรกระจ่าง, และ สุภาภรณ์ จันปาน	82
การพยากรณ์ความผิดพลาดของระบบงาน GSB Corporate Internet Banking ด้วยเหมืองข้อมูล รัชนิกร ทองปุก, และ วัศวี แสนศรีมหาชัย	93
ระบบคัดแยกผลมะนาวด้วยการประมวลผลภาพ ธีระ คำชู, จักรพันธ์ คำแก้ว, ธนาทร ศิริฐาน, และ ธานินทร์ สุขเชียง	100
ระบบข้อความตอบกลับอัตโนมัติ Chatbot และร้านค้าออนไลน์ โดย LINE MyShop สำหรับร้านน้ำ เนรออนไลน์ ชินวัตร สวนส้ม, และ สุภาภรณ์ จันปาน	116
การจัดกลุ่มพฤติกรรมลูกค้าเพื่อส่งเสริมการตลาดบริการของบริษัทไปรษณีย์ไทยด้วยเทคนิคการ เรียนรู้ของเครื่องแบบผสม ธนา เจริญศรี, และ เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนวงศ์	131
เว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม : (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ธนาวุฒิ เอ็มสะอาด, และ กิตติ บุญเรือง	141
การประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการไทเทรตกรด-เบส พรนภา ดอกไม้, และ บุษรี เฟ่งเล็งดี	150

บทความวิจัย	หน้า
การพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ เรื่อง สารประกอบไอออนิก เกวลี แดงไทย, และ บุขรี เฟ่งเล็งดี	161
การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง กรด-เบส จิรัชญา กรุณาแก้ว, และ บุขรี เฟ่งเล็งดี	172
การประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ฐิติลักษณ์ โมราศิลป์, และ บุขรี เฟ่งเล็งดี	185
เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ ธวัช กองสี, ปรัชพงศ์ นัปลือตรง, อนิวรรณ พลรักษ์, วุฒิศักดิ์ ทะนวนรัมย์, และ ทรงกช ศรีประสาร	197
การพัฒนารถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 ดวงจันทร์ ธนิกกุล, ปฏิภาณ บุระตะ, สมศักดิ์ หมอแสง, ศักดิ์ดา เลิกงาม, และ กิตติยา เกาะกลาง	207
การจำลองพลศาสตร์อค์คิภยเพื่อการออกแบบระบบดับเพลิงด้วยก๊าซไนโตรเจน ธนพร วัฒนเสน, และ เฉลิมพล เปล่งสะอาด	219
การดูดซับสีย้อมไรโอฟลาวินทีด้วยฟิล์มคอมโพสิตจากจุลสาหร่ายตัดแปรด้วยสารโคโตซาน วรศักดิ์ ธนาพรสิน, และ จักรกฤษณ์ อัมพูช	229
การจัดสมดุลการผลิตสายการประกอบ: กรณีศึกษา สายการผลิตชิ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์ ชุตติกาญจน์ สุพัตเวช, ปรีชา ชะนะบัว, อุเทน อาษานอก, และ ณิชฎภัทร ชื่นชม	239
การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในพื้นที่อับอากาศ โดยใช้เทคโนโลยี IOT ในการแสดงผลและแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE เทพพิทักษ์ กุนอก, วิเศษ วรศรางกุล, และ กীরติ สุลักษณ์	249
การศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน LFP และ NMC ศักดิ์ดา มั่นคง	261
การหาจุดเหมาะสมของปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าการยึดติดของนีโอต่อแผ่นเหล็กโดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง อนุสรณ์ เชื้อนสอง, สุจินต์ วันชาติ, และ ณิชฎพล จันทร์พาณิชย์	267
ตัวคุณเพิ่มทางพลศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่องด้วยวิธีสถิตยศาสตร์เชิงเส้น ฉัตรชัย อัครอำนวย, และ เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย	275
การศึกษาคุณสมบัติทางความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว วชิราภรณ์ คำออน, และ แววบุญ แยมแสงสังข์	290
การประเมินสมดุลพลังงานภายในสถานีสูบน้ำลาดกระบัง การประปานครหลวง กิตติคุณ วงศ์ภักษ์, อดิชัย พรพรหมินทร์, และ สุรัช ลิปิวัฒนาการ	304
การพัฒนาออกแบบและสร้างจักรยานขับเคลื่อนด้วยฮับมอเตอร์ไฟฟ้า มณฑาทิพย์ ใจร้อน, ธีรภัทร ศรีสังข์งาม, ศักย บุญชูวิทย์, และ สัญลักษณ์ กิ่งทอง	313

บทความวิจัย	หน้า
การประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากโรงงานผลิตน้ำแข็งในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ฉัตรทริกา ระรวยรีน, และ ศัญญา สิริวิทยาปกรณ์	321
การประเมินสมมูลพลังงานภายในสถานีสูบน้ำลาดพร้าว การประปานครหลวง ณพวัฒน์ แขวงโสภา, อติชัย พรพรหมินทร์, และ สุรัชย์ ลิปิวัฒนาการ	331
การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพเพื่อแยกแยะเหรียญ และตรวจสอบขนาด องศา และจำนวนฟันของเฟือง กীরติช สายพัทลุง, ธงชัย ทองอยู่, จิรภาส จิตอารี, ศุภฤกษ์ แสงสุวรรณ, และ ศราวุฒิ พุทธิรักษา	341
ค่าที่เหมาะสมต่อคุณภาพข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ด้วยวิธีทางสถิติ ประเวช เชื้อวงษ์, ปวีรรต นาสวาสดี, และวีระพล ทับทิมดี	350
เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino นภาพร ตุ่มทองคำ, สหรัฐ ทรงทอง, เกียรติชัย อินไช, ทักษกร พันธชัย, และ สนธยา วันชัย	361
ผลของน้ำไอโซนต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและคุณภาพของพริกจินดาแห้ง เยาวลักษณ์ พันธุ์กลิ่นแก้ว, วิพรพรรณ เนื่องเม็ก, และ วาสนา พิทักษ์พล	370
สื่อความรู้ของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่เหมาะสมต่อเกษตรกร อันดามัน สัจจาพันธ์, พลสรายุ สราญรมย์ และ จินดา ขลิบทอง	379
ผลของการเคลือบผิวด้วยแคลเซียมคลอไรด์และแคลเซียมแลคเตทต่อคุณภาพของสับปะรดตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ปริยาภัทร งานดี, และ วาสนา พิทักษ์พล	396
การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยาพาราสดจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำยาพาราสดกับข้อมูลอุณหภูมิตามวิทยา ณัฐวัฒน์ ฉัตรศิริยั้ง, ชาญ เกาวันนี, กวิตา เจริญเมือง, และ วรลลวร พิสิฐกุลธุรกิจ	405
ผลของวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไยร่วมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตกระเจียบเขียวอินทรีย์ ศรีแสงเพชร เพ็ญวิจิตร, บุญร่วม คิดคำ, วงศกร อรุณลิมสวัสดิ์, และ วาสนา พิทักษ์พล	416
การพัฒนาแอนแคปซูลเคลือบไคตินเพื่อควบคุมหนอนกระทู้ผัก มัลลิกา แก้ววิเศษ, วรรัตน์ ศรีประพัฒน์, อิศเรศ เทียนทัด, และ จิรภา ปัญญาศิริ	424
การศึกษาสมบัติด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว ลัดดา ทองชูช่วย, และ แววบุญ แยมแสงสังข์	434
การศึกษาประสิทธิภาพโรงงานปลูกพืชด้วยแสงเทียม สุวรรณกาญจน์ สุพมาตรา, พราวมาส เจริญรักษ์, พิมพรรณ พิมลรัตน์, กิตติยาภรณ์ พิมพ์เอี่ยม, จันทิมา เขตการณ์, และ ดาวรุ่ง วัชรินทร์รัตน์	448
ผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตสเด็กซ์ทรินต่อคุณภาพถั่วเหลืองผงดด้วยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย ปัทมพร วาสนาเจริญ, สุพรรณณี เป็งคำ, และ โสพิศ ใจपालะ	457
การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนบีบีเอ็มสูตรผสม(HO)เพื่อเพิ่มผลผลิตและสารสำคัญของโหระพา (Ocimum basilicum Linn.) ธรรรงค์ คนชม, ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, และ ขวลิต รักษาภิรมณ์	467

บทความวิจัย	หน้า
การส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร มาริษา อุ๋ขลิบ, จินดา ขลิบทอ, และ เฉลิมศักดิ์ ตุ่มศิริชัย	479
การส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกรในอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว นรินทร์รา ไตรยราช, นารินทร์ สาระสาร, และ ปรีชาติ ดิษฐกิจ	494
ผลของการผลิตต่อผลผลิตและคุณภาพผลของอินทผลัมพันธุ์บาร์บี้ สุมิตร วิลัยพร, ศิริลักษณ์ อินทวงค์, และ ศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์	504
การยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าวของเกษตรกรในจังหวัดนครนายก ณัฐฐิยา วุฒิ, นารินทร์ สาระสาร, และปรีชาติ ดิษฐกิจ	515
การประเมินพัฒนาพันธุ์ว่านสี่ทิศกลีบดอกซ้อน วัฒนนิกรม์ เทพโพธา, พรพนัช มีกุล, วิมล แก้วสีดา, และ บุญปิยธิดา คล่องแคล่ว	525
ผลผลิตและการขาดสีในข้าวพันธุ์ข้าวเมล็ดสีพื้นเมืองจากเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว ประทีป อุบแก้ว, ธิษฎุยา เสมาเงิน, วิฑูร ชาวสุข, และปริญญาพร หนูอุไร	538
การศึกษาการกระจายตัวของแคลเซียมในดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งน้ำจืด กรณีศึกษาอำเภอ กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย นवलพัฒน์ จันทร์ศรี, จิรทยา เริ่มมนตรี, ปิยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์, และ รัตนะ บุลประเสริฐ	543
การศึกษาการเลี้ยงไส้เดือนกำจัดขยะอินทรีย์ วนิดา ชูอักษร, และ พิทวัส เสนาจันทร์	552
การเปลี่ยนแปลงความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของนกในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม นิธินาถ เจริญโภคธา, และ เพชรพนม จิตมั่น	558
การใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ในการศึกษาแผนที่การกระจายตัวของ สารกำจัดวัชพืช ในดินนาข้าวจังหวัดนครปฐม สาวิณีย์ กันเกตุ, จิรทยา เริ่มมนตรี, ปิยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์, และ รัตนะ บุลประเสริฐ	567
การจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน ปวีณา ลิ้มปิติปรากฏ, สิทธิชัย ใจขาน, นิตยา ซาคำรุณ, สง่า ทับทิมหิน, ฐิติรัช งานฉมัง, ลักษณะิย์ บุญขาว, จิราพร ทิพย์พิลา, จิราภรณ์ หลาบคำ, และ สุภาณี จันทร์ศิริ	576
การศึกษาแผนที่การกระจายตัวของคลอฟีนาเพอร์ในดินโดยการใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรส เซนส์ กรณีศึกษาแปลงค่น้ำ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม วัชรีย์ ต้อยแก้ว, รัตนะ บุลประเสริฐ, จิรทยา เริ่มมนตรี, และ ปิยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์	589
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบกระถินและใบน้อยหน่า สำหรับกำจัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 หิรัญวดี สุวิบูรณ์, รอฮานา ฮะปาน, ฮารีพีะ เงตหมาน, และ กามีละห์ แวกาจี	598
สังเคราะห์และลักษณะเฉพาะของไฮดรอกซีอะพาไทต์จากเกล็ดปลานิลด้วยเทคนิคทางความร้อน จงกล แก้วนิล, กฤษฎา พิภสวัสดิ์, กนกวรรณ บุญสุข, พัชรินทร์ แนมจันทร์, วีรณัฐ แก้ววิเศษ, และ กิตติศักดิ์ชัย แนมจันทร์	605
การผลิตเส้นพลาสติกพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลตด้วยเครื่องทอเส้นพลาสติกอย่างง่ายสำหรับ เครื่องพิมพ์ 3 มิติ จงกล แก้วนิล, สุรพัศ พันธุ์สำโรง, พัชรินทร์ แนมจันทร์, วีรณัฐ แก้ววิเศษ, และ กิตติศักดิ์ชัย แนมจันทร์	614

บทความวิจัย	หน้า
การศึกษาระยะทางและอายุของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 เกษณีย์ สุฑู, ภัทราภรณ์ อินใจ, และ วิระภรณ์ ไหมทอง	626
การศึกษาผลสัมฤทธิ์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league สรนันท โคตรบุตร, ปนัดดา สังข์ศรีแก้ว, และ วรณพล พิมพะสาลี	632
การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดของการแจกแจงปัวซอง นิตยา ภูวงศ์, ชิตชนก คำนาง, และ หยาดพิรุณ ศุภรากรสกุล	644
ผลเฉลยเชิงคลื่นเดียวของสมการอาร์แอลดับบลิว-ควาฮาราวางนัยทั่วไปโดยระเบียบวิธี Ansatz ณัฐจิภา จรหม่าน, จุฑามาศ ทาโฮส, และ ศุภาวัลย์ นันตา	659
ตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่ รัฐพล สังข์งา, อารียา สุภาพ, และ มนิต พลหลา	665
องค์ประกอบในการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อัพนัน สิบแสง, เกศนี ทองศรี, มนิต พลหลา, และ อัมพา เกียรติก้องศรี	675
การสร้างและออกแบบลวดลายเครื่องจักสานจากกระจูดโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ภัทริยา จรัสศรี, ภัทรยา พุ่มโกมล, และ ชนิษฐา กิรติภัทรกาญจน์	686
การศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ณิชากร คงสนิท, อลิษา สมบูรณ์, อัมพา เกียรติก้องศรี, และ หยดฟ้า ราชมณี	695
ปัจจัยทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดพิจิตร จิรภัทร คำปาน, ชยพล อ่องอารี, ชิณณพงศ์ สิงห์สถิต, นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ, และ กิ่งแก้ว สำรวยรีน	707
ประสิทธิผลของโปรแกรมการดูแลสุขภาพต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต ของผู้สูงอายุ ความดันโลหิตสูงตำบลบ้านนา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดพิจิตร พรพรรณ ประทีปศิริ, จริญญา ทูมรินทร์, นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ, และ กิ่งแก้ว สำรวยรีน	721
ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านอาหารและโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายตำบลวังนก อำเภอสว่างงาม จังหวัดพิจิตร วรรณภา พรหมเสื่อ, สุมลทา ถึงเนียม, กิ่งแก้ว สำรวยรีน, นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ, เอกภพ จันทร์สุคนธ์, อภิรักษ์ แสนใจ, และ บัญชา สำรวยรีน	736
ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดพิจิตร ศิริพร สอนดี, จักรพันธ์ อุ่นสี, นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ, และ กิ่งแก้ว สำรวยรีน	748
ประสิทธิผลของโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลหนองโสน อำเภอสว่างงาม จังหวัดพิจิตร พินนภัทร์ เทียนสถิตกุล, ภาวิดา แซ่มช้อย, กิ่งแก้ว สำรวยรีน, นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ, วิภาดา ศรีเจริญ, อภิรักษ์ แสนใจ, และ บัญชา สำรวยรีน	761

บทความวิจัย	หน้า
การสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชวาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ศรัณยู เรือนจันทร์	772
การศึกษาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคหัดจากการฉีดวัคซีน กรณีศึกษาจังหวัดภูเก็ต สิโรรส เริงการ, เจษฎา สุจริตธุระการ, และ อนุวัตร จิรวัดพนพาณิช	783
ความรู้ และทัศนคติ ในการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิงมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ธิชา พุ่มประพันธ์, นัฐพร เนียมศิริ, อะเคื้อ กุลประสูติติก, และ ธนัญญา บัวเผื่อน	794
การพัฒนารูปแบบการสื่อสารทางสุขภาพและสร้างความรอบรู้ (HL) ด้านการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัส โคโรนา (COVID-19) แบบมีส่วนร่วมในมิติวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ จังหวัดเชียงราย พัชรินทร์ วินยางค์กุล, มณูเชษฐ์ มะโนธรรม, เสกสรรค์ วินยางค์กุล, จุฑามาศ เมืองมูล, อนุสรรา บุญจิตร, พิณภูริณีย์ จิตคำ, และ วัชรพงษ์ เรือนคำ	805
ความเครียด ภาวะซึมเศร้าและพลังสุขภาพจิตของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวในระยะ หลังการระบาดใหญ่ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา2019 พื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริม สุขภาพตำบลวิชิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต วรกานต์ นวลแก้ว, วิลาวัลย์ สันโต, และ อุไรวรรณ ไกรนรา มุรานิช	820
สมุนไพรที่ใช้ในการรักษาโรคสะเก็ดเงินของหมอพื้นบ้านในจังหวัดนครศรีธรรมราช วิญญู วงศ์วิวัฒน์, ชฎาพร เกลี้ยงจันทร์, วสันต์ หะยียะห์ยา, ศรีนทร์รัตน์ จิตจำ, และ สินีนานู อารีกิจ	830
เรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ตำบลนางั่ว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ จารุณี กันตุ	841
การวิเคราะห์และพัฒนาแผนกลยุทธ์ในการเตรียมความพร้อมรับมือ และแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ นันทน์ภัส ยุทธโสสงค์, และ เพียงพิมพ์ ปัญระสี	855
การเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของวัยกลางคนในเขตชนบท กรณีศึกษา ตำบลเขิน อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ กิ่งแก้ว อุตมะ, ขนิษฐา บุญจิตร, พัจณา ธานี, และ ปณิติตา สุขุมาลัย	863
ผลของโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง พนม อ้อยหวาน	874
ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ใน กลุ่มประชาชนวัยผู้ใหญ่ อ.วารินชำราบ อุบลราชธานี วรภรณ์ บรรพลา, ศิวกานต์ ต้นโสภา, นิศรา สืบสำราญ, และ พลากร สืบสำราญ	885
อิทธิพลของเซอร์โคเนียมต่อเคลือบเซรามิกส์ที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ถนอมจิตร หน่อแก้ว, ธนวันต์ เฟิงสิน, และ จุมพฏ พงศ์ศักดิ์ศรี	896
การพัฒนาทองม้วนเสริมโปรตีนจากตักแตน ศุภชีพ เหล่าสินชัย, นราธร สัตย์ชื่อ, จันทิมา เมืองแก้ว, สุนิสา เกาบาง, และ อรวรา หนาแน่น	904

บทความวิจัย	หน้า
ผลของสารสกัดสมุนไพรมีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบต่อการมีชีวิตของเซลล์ วัฏจักรเซลล์ อะพอพโทซิส และการแสดงออกของยีนในเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก ประกายทิพย์ สมจิตต์, และ ปฐมวดี ญาณทัศน์นิตย์จิต	913
การประยุกต์ใช้แร่ดินเหนียวในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่มีรูพรุน ณัฐฉิณี ลิ้มเจียมรังษี, สุธินี เกิดเทพ, และ เกษศิริรินทร์ เอกสินีรักษ์กุล	925
การพัฒนาผลิตภัณฑ์วันกรอบเสริมลูกหม่อน อรกช อาลี, ณัฐนรี แสงเส้น, อัจฉริยะกุล พวงเพ็ชร์, พรอริยา ฉิรินัง, และ จินตนา สังโสภา	932
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอ็นเออินเตอร์เฟอเรนซ์เพื่อควบคุมแอนแทรกโนสในพริก วรารัตน์ ศรีประพัฒน์, จิราภรณ์ จิรัคกุล, วราภรณ์ เรือนแก้ว และ ภรณ์ สว่างศรี	941
สถานะและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรงของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงบ้านควนหมาก ตำบลวังใหญ่ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา สุญาณี สีมาลัย, นาซีพะห์ เจ๊ะไซ๊ะ, อาซ็อนะ บูเก๊ะเจ๊ะลี, นิรัญญา บุญตัน, และ ปวีณา ดิกิจ	949
ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อในวนอุทยานพุ่มม่วง จังหวัดสุพรรณบุรี ณัฐวัตร ภูพันธ์ศรี, ภราดร ดอกจันทร์, และ สราวุธ คลอวุฒิมันตร์	961
ปริมาณสารพฤกษเคมี และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่าง ๆ ของกัญชงสายพันธุ์เซอร์รี่ไวน์ รัชดาภรณ์ เชื้อบุญมี, กอแก้ว วชิรมน, และ เสาวภา ชูมณี	970
การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคแบคทีเรียไลโบลท์ของมันสำปะหลังด้วยโมเลกุลเครื่องหมายชนิด EST-SSRs บุญเรือนรัตน์ เพียรงาน, ภาณุวัฒน์ มุลจันทร์, สุภาวดี ง้อเหรียญ, และ วิภาวี จันทร์โรจน์	981
ดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อการระบุชนิดของพืชวงศ์กล้วยไม้ที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพร บุญเรือนรัตน์ เพียรงาน, อรุโณทัย ซาววา, และ อัญชลี แก้วดวง	992
ผลของการใช้สารให้ความหวานอิทธิพลทดแทนน้ำตาลซูโครสต่อสมบัติทางกายภาพ และประสาทสัมผัสของเยลลี่เสาวรส นทพัฒน์ สกุลสุจิตวิโรจน์, ฐิตินันท์ อินทร์เจริญ, กัญญารัตน์ มุลศรีละ, และ อาภัสรา แสงนาค	107
การทดสอบเมทิลแอนทรานิลเลตต่อพฤติกรรมนก กฤติพงศ์ โคตประทุม, กาญจน์ คุ่มทรัพย์, และ รุจิรา คุ่มทรัพย์	1015
การสำรวจการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรในพื้นที่ตำบลท่าหิน อำเภอสะทิงพระ จังหวัดสงขลา ณัฐวรท บุญรัตนา, ธนพร อิสระทะ, กฤษณ์วรา รัตนโอภาส, และ นพมาศ ร่มเกตุ	1021
ปริมาณผลผลิตและรูปแบบคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด วิริยาภรณ์ สุ่มสกุล, มนสิชา ปิ่นทอง, จิรเมธ อุฬารวิวัฒน์, วราภรณ์ ศรีเดช, ทองกร พลอยเพชร, สินี ศิริคุณ, ศิริพร บุตรสีโคตร, และ ศรินันท์ ทับทิมเทศ	1032
การศึกษาสารพฤกษเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลผักปลังที่สกัดโดย DW และ Ethanol ปิยธิดา อัยฟูใจ	1046

การพัฒนาเว็บไซต์ระบบจองคิวร้านตัดผมออนไลน์

Development of On-line Queueing Barber Shop Web Site

ธรรมรัตน์ แก้ววิจิตร^{1*} กฤษฎา คงสวัสดิ์² กิตติพงษ์ สุวรรณราช³

Tammarat Kaewwichit^{1*} Kitsada Khongsawat² Kittipong Suwannaraj³

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ตำบล พลายชุมพล อำเภอ เมืองพิษณุโลก จังหวัด
พิษณุโลก 65000

Faculty of Science and Technology Pibulsongkram Rajabhat University 156 Moo 5 Tambon Phlai Chumphon Mueang
Phitsanulok District, Phitsanulok 65000

*Corresponding author E-mail: Tammarat.k@psru.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อพัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผม 2) เพื่อสร้างระบบจองคิวออนไลน์ร้านตัดผม 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์ร้านตัดผม เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ เครื่องมือที่ใช้ คือแบบประเมินความเหมาะสมของเว็บไซต์การพัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผม และประเมินความพึงพอใจการจองคิวร้านตัดผม กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใช้บริการร้านตัดผม จำนวน 30 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป visual studio และ xampp เขียนด้วยภาษา HTML CSS JavaScript PHP ภาษาเรียกใช้คำสั่ง SQL และระบบฐานข้อมูล MySQL เข้ามาช่วยในการพัฒนาเว็บไซต์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้เว็บไซต์ร้านตัดผม ซึ่งแสดงรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับร้านตัดผม 2) ได้ระบบการจองคิวออนไลน์บนเว็บไซต์ 3) ภาพรวมผลการประเมินความเหมาะสมของเว็บไซต์การพัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.93 ภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจการจองคิวร้านตัดผม กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใช้บริการร้านตัดผม อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92

คำสำคัญ : การพัฒนา เว็บไซต์ ร้านตัดผม

Abstract

The aim of research is to develop barbershop's website, create an online reservation system for barbershop and to survey the satisfaction of users on barbershop's website. This quantity research was measured by appropriate evaluation of the barbershop's website as well as satisfaction assessment. Data was collected by 30 clients of barbershop and statistical analysis is presented by means \pm SD. This research was developed by package program, visual studio and XAMPP, written by HTML, CSS, Javascript and PHP executed by SQL order and SQL database in order to develop barber's website. The results show that the website can be elaborated in the

barbershop's website detail and received reservation system. Furthermore, the overall of appropriate evaluation for developing barber's website is on good criteria resulted in 4.32 ± 0.93 and the overall of satisfaction assessment run by sample of 30 people is on better criteria resulted in 4.30 ± 0.92

Keywords: development ,website ,barber shop

บทนำ

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วเทคโนโลยีได้เข้ามาเสริมปัจจัยพื้นฐานการดำรงชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี และเข้ามามีบทบาทในหลายด้าน เช่น ด้านการศึกษา การสื่อสาร การแพทย์ เป็นต้น เพราะเทคโนโลยีแทรกซึม อยู่ในทุกตารางการใช้ชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีไร้สาย การใช้อินเทอร์เน็ตในการติดต่อสื่อสาร เพราะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงสารสนเทศต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว และทันต่อเหตุการณ์

ในประเทศไทย ร้านตัดผมยังได้รับความนิยมอยู่เสมอเพราะเกี่ยวข้องกับดำรงชีวิตของผู้คนทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะเพศชาย เจาะจงกลุ่มนักเรียน นักศึกษา ที่มีการตรวจเครื่องแบบทรงผมอยู่เป็นประจำ จึงต้องตัดผมเป็นประจำ และบางอาชีพ เช่น ตำรวจ ทหาร ก็มีการตรวจทรงผม จึงต้องมีการตัดผมมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งผู้ประกอบการร้านตัดผมตั้งอยู่บริเวณบ้านเลขที่ 100/1 หมู่ 5 บ้านสระยายชี ตำบลเนินปอ อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ภายในร้านจะประกอบไปด้วยการตัดผมผู้ใหญ่ และเด็ก โดยร้านตัดผมมีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมาก ซึ่งเดิมการจ้องคิวลูกค้าสามารถจ้องที่ร้านได้เท่านั้น เป็นการจ้องคิวใส่สมุด ทำให้สูญหาย และทางร้านไม่ทันสมัยต่อเทคโนโลยีในปัจจุบัน โดยเว็บไซต์นอกจากจ้องคิวยังสามารถ ดูข้อมูลราคา โปรโมชั่น และช่างประจำร้าน ซึ่งผู้ใช้บริการที่สมัครสมาชิกเมื่อจองครบและมาใช้บริการครบ 10 ครั้งสามารถตัดผมฟรีได้ 1 ครั้ง นอกจากจะอำนวยความสะดวกและประหยัดเวลาให้ลูกค้า ทางร้านยังสามารถเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในอนาคต ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำเทคโนโลยี มาใช้พัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผมเพื่อให้เป็นการบริการอีกช่องทางในการจ้องคิวแบบออนไลน์ โดยทางร้านเล็งเห็นว่าเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวัน และให้ร้านมีความทันสมัย สะดวกและรวดเร็ว ง่ายต่อการใช้งานสามารถเข้าถึงผู้ใช้บริการได้ง่าย

แอปพลิเคชันการจ้องคิวร้านเสริมสวย (อภิสิทธิ์ โยลย์, กาญจนา คำสมบัติ, ทินกร คุณาสีทธ์, และอนุวัตชัยเกียรติธรรม 2565) การพัฒนาแอปพลิเคชันการจ้องคิวร้านเสริมสวย เนื่องจากในปัจจุบันมีแอปพลิเคชันมากมายจึงได้นำแนวคิดมาพัฒนาแอปพลิเคชันการจ้องคิวร้านเสริมสวย เพื่อลดปัญหาการรอคิวเป็นเวลานาน ผู้ใช้บริการไม่สะดวกมาจ้องคิวด้วยตนเอง และอำนวยความสะดวกให้ลูกค้า มีการประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน การประเมินกลุ่มตัวอย่างจากผู้บริการ โดยใช้ภาษาในการพัฒนา 3 ภาษาประกอบไปด้วย ภาษา PHP เป็นเครื่องมือ My SQL เป็นฐานข้อมูล และภาษา JavaScript ในการจ้องคิวและจัดการข้อมูลต่าง ๆ

การพัฒนาระบบจองคิวออนไลน์สำหรับการเข้ารับบริการดูแลรักษารถยนต์:กรณีศึกษาบริการคาร์แคร์ (ธนภุต ดินพ สุธารัตน์ ชาวนาฟาง และอุษณีย์ ภักดีตระกูลวงศ์ 2564) ระบบการจองคิวการเข้ารับบริการดูแลรักษารถยนต์เพื่อแก้ปัญหาการสื่อสารที่ไม่ชัดเจนระหว่างลูกค้าและร้านคาร์แคร์ในการนัดจองคิวเข้ารับบริการ จึงพัฒนาระบบจองคิวโดยใช้ภาษา PHP เป็นหลัก ภาษา JavaScript ในการตรวจสอบความถูกต้อง และใช้ระบบจัดการข้อมูล My SQL นอกจากนี้ยังใช้ Bootstrap เป็นฟรอนเอนด์เฟรมเวิร์ค ที่ประกอบไปด้วย ภาษา HTML , CSS ในการวางรูปแบบ โดยการจองคิวออนไลน์ลดปัญหาข้างต้นได้เป็นอย่างมาก

การสร้างเว็บไซต์ระบบจองคิวออนไลน์ของงานบริการคนต่างด้าวตรวจคนเข้าเมืองหนองคาย (สุรพงษ์ ชัยจันทร์ และพิทักษ์พงษ์ พุทธิโคตร 2565) ระบบจองคิวออนไลน์ให้บริการคนต่างด้าวเนื่องจากช่วยโควิด (Covid - 19) ที่ผ่านมามีทำให้ปิดประเทศชั่วคราว เพราะฉะนั้นคนต่างชาติจึงขอติดต่อเพื่อขอวีซ่าเป็นจำนวนมาก ทำให้การทำงานติดขัดล่าช้า จึงทำให้สร้างเว็บไซต์จองคิวโดยนำภาษา PHP และระบบฐานข้อมูล MySQL มาสร้างเว็บไซต์ เพื่อให้คนต่างชาติติดต่อสะดวกมากขึ้น โดยจองบนโทรศัพท์มือถือ

ระบบจัดการข้อมูลการเข้ารับบริการคลินิกทันตกรรมโรงพยาบาลเทพา (ปาอีอริ นาแว ,ศรุต แมะริาะ และดินาถ หล้าสุบ 2564) ระบบจองคิวการรับเข้ารับบริการเนื่องจากทันตแพทย์นอกจากมีหน้าที่ตรวจรักษา ยังมีหน้าที่บริการจองคิว และการจัดการข้อมูลการจองของผู้ป่วยในรูปแบบเอกสาร ทำให้ไม่สะดวกจึงต้องมีระบบจองคิว โดยพัฒนาจากภาษา PHP และ HTML5 รวมกับการใช้บุทสเตรป เฟรมเวิร์ค ฐานข้อมูล (Bootstrap Framework) ซึ่งทำให้การพัฒนาแอปพลิเคชันทำงานได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้ MariaDBในการบริหารจัดการฐานข้อมูล ทำให้เกิดความสะดวกกับทันตแพทย์และผู้ป่วย การพัฒนาระบบจองห้องศึกษารายกลุ่ม หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล (ปิยวัฒน์ ชวนวาริ, โสมรัศมี พิบูลย์มณ 2563) หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดลมีจำนวน 5 ห้อง การติดต่อจองห้องต้องติดต่อบริเวณเคาน์เตอร์บริการชั้น 2 เพื่อเขียนแบบฟอร์มในรูปแบบกระดาษ ซึ่งมีข้อจำกัดหลายอย่าง ผู้วิจัยจึงเห็นการลดจำนวนการใช้กระดาษ จึงได้สร้างระบบจองห้องขึ้นมา พัฒนาโดยติดตั้ง XAMPP Version 3.2.2 ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล Apache ,MySQL ร่วมกับภาษา PHP Version 7.1.1 พัฒนาระบบบนโปรแกรม Microsoft Visual Studio ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ประเภท Open Source ที่มีประสิทธิภาพรองรับการเขียนโปรแกรมได้หลายภาษา ระบบเว็บไซต์สั่งซื้อเบเกอรี่ออนไลน์กรณีศึกษา:ร้านน้ำฝนเบเกอรี่ (ยุพา เฟ็งโอ และอมรรวดี เนียมศรี 2565) การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อพัฒนาระบบ และศึกษาความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อระบบเว็บไซต์ และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินการรับรู้ประโยชน์และความง่ายในการใช้งานความพึงพอใจของลูกค้า โดยใช้โปรแกรมวิซวลสตูดิโอโค้ดเพื่อเขียนโค้ดคำสั่ง เขียนด้วยภาษา HTML PHP JavaScript CSS เว็บไซต์ที่พัฒนาตรงตามความต้องการของผู้บริโภค โดยมีการทดลองการใช้งานเว็บไซต์ผ่านการทดลองแบบ Black Box Testing

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ใช้บริการร้านตัดผมผ่านเว็บไซต์ร้านตัดผม

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้ใช้บริการซึ่งเป็นผู้ที่เข้าใช้งานเว็บไซต์ร้านตัดผม จำนวน 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ได้แก่ โปรแกรมสำเร็จรูป visual studio และ xampp

2.2 เครื่องมือภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ได้แก่ ภาษา HTML CSS JavaScript PHP SQL Mysql

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เว็บไซต์ร้านตัดผม

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบความเหมาะสมของเว็บไซต์การพัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผม

และประเมินความพึงพอใจการจ้องคิวร้านตัดผม

3. ขั้นตอนการพัฒนาเว็บไซต์

3.1 การวางแผน

ศึกษาความรู้ รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้จัดทำได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผมจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ความต้องการของผู้ใช้บริการ ที่มีต่อการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 การออกแบบและพัฒนา

ออกแบบเว็บไซต์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โปรแกรม visual studio และโปรแกรม xampp ในการจำลองเซิร์ฟเวอร์ โดยนำภาษา HTML ร่วมกับภาษา CSS ในการจัดหน้าเว็บไซต์และตกแต่งเว็บไซต์ และนอกจากนี้ยังนำภาษา JavaScript มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพภายในเว็บไซต์ เช่นเมื่อมีการคำนวณตัวเลขที่แสดงบนเว็บไซต์จะเปลี่ยน ภาษา PHP ใช้ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลมาแสดง โดยมีภาษา PHP เป็นคำสั่งในการเรียกข้อมูลต่าง ๆ และ Mysql เป็นฐานข้อมูล ซึ่งผลการออกแบบโดยแบ่งระดับสมาชิกในส่วนของผู้ดูแลระบบ และสมาชิก เพื่อกำหนดสิทธิ์และขอบเขตของผู้ใช้งานในเว็บไซต์โดยผู้ดูแลระบบจะสามารถกรอกข้อมูลรายละเอียดของร้าน ราคา ผลงานทรงผมที่ผ่านมา นอกจากนี้ยังสามารถลบ แก้ไขการจ้องคิวของสมาชิก สมาชิกจะเห็นรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับร้านและสามารถจ้องคิวผ่านทางเว็บไซต์

3.3 การทดสอบและเผยแพร่

นำเว็บไซต์ร้านตัดผมไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินแบบพึงพอใจความเหมาะสมของเว็บไซต์การพัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผม และประเมินความพึงพอใจการจ้องคิวร้านตัดผม จำนวน 30 คน หลังจากนั้นปรับปรุงเว็บไซต์ตามข้อเสนอแนะ คำแนะนำต่าง ๆ หลังจากนั้นนำเว็บไซต์ร้านตัดผมที่พัฒนาไปใช้งานจริง

สถิติที่ใช้ในบับประเมินได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด, 2553 : 82-83) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.51 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

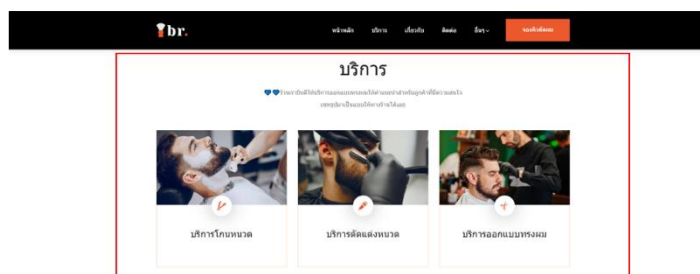


ภาพที่ 1 หน้าหลักของระบบเว็บไซต์

ส่วนที่ 1 โลโก้เว็บไซต์

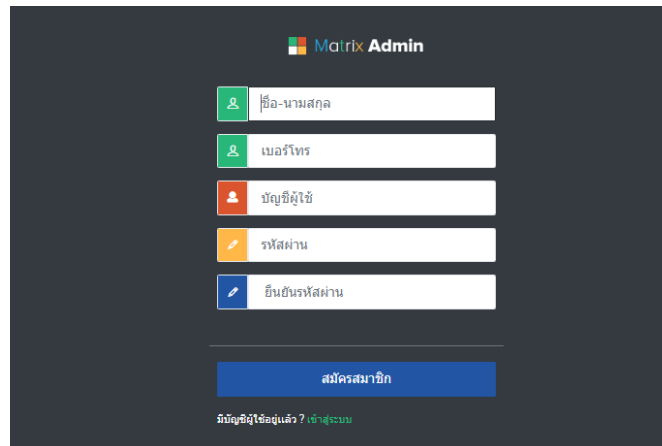
ส่วนที่ 2 เมนูแสดงหน้าของร้านตัดผม การเข้าระบบและการสมัครสมาชิก การจองคิว

ส่วนที่ 3 การจองคิว

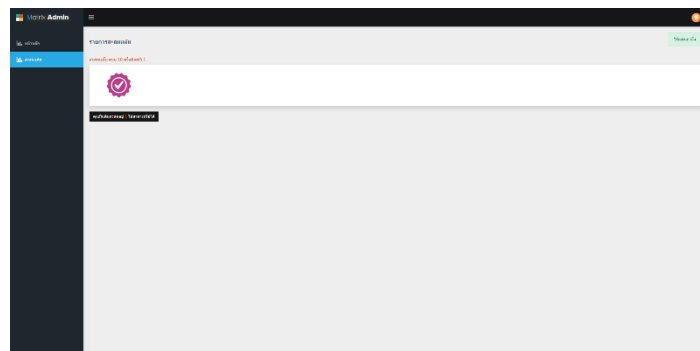


ภาพที่ 2 บริการต่าง ๆ

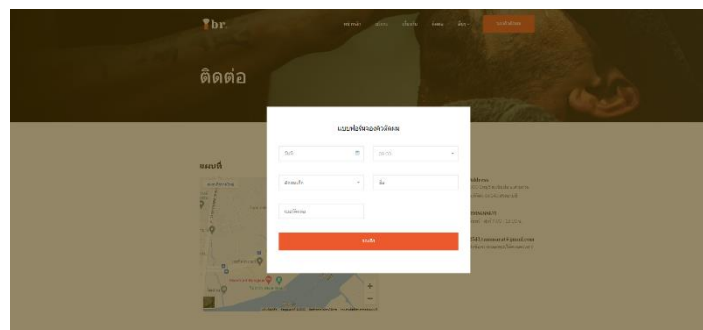
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 7 การสมัครสมาชิก



ภาพที่ 8 การสะสมแต้มของผู้ใช้บริการ



ภาพที่ 9 การจองคิวร้านตัดผม

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการประเมินความเหมาะสมของเว็บไซต์การพัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผม

รายการ	ค่าเฉลี่ย(X)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(S.D)	ค่าระดับความ พึงพอใจ
1.เนื้อหาในเว็บไซต์ที่น่าสนใจ	4.20	0.91	มาก
2.ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ง่าย	4.30	0.92	มาก
3.การค้นหาที่ง่ายและสะดวก	4.30	0.92	มาก
4.ความสะดวกต่อการใช้งานเว็บไซต์	4.50	0.94	มาก
รวม	4.32	0.93	มาก

จากตาราง พบว่าผู้ใช้บริการร้านตัดผมมีความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บไซต์ ในภาพรวมอยู่ในระดับ ดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านการเข้าถึงเว็บไซต์ได้ง่าย รองลงมาด้านเนื้อหาในเว็บไซต์ที่น่าสนใจ และการค้นหาที่ง่ายและสะดวก ลำดับต่อมาคือความสะดวกต่อการใช้งานเว็บไซต์ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน 4.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.93 อยู่ในระดับดี

ตารางที่ 2 ตารางแสดงการประเมินความพึงพอใจการจองคิวร้านตัดผม

รายการ	ค่าเฉลี่ย(X)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(S.D)	ค่าระดับความ พึงพอใจ
1.ประสิทธิภาพตรงตามผู้ใช้บริการ	4.00	0.89	มาก
2.ประสิทธิภาพการทำงานของเว็บไซต์	4.50	0.94	มาก
3.ประสิทธิภาพความถูกต้องของการประมวลผล	4.50	0.94	มาก
รวม	4.30	0.92	มาก

จากตาราง เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ประสิทธิภาพตรงตามผู้ใช้บริการอยู่ในระดับดี ประสิทธิภาพการทำงานของเว็บไซต์ ประสิทธิภาพความถูกต้องของการประมวล อยู่ในระดับดีมาก และภาพรวมทั้งหมดของการจองคิวผ่านเว็บไซต์อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92 และภาพรวมรวมอยู่ในระดับดี

อภิปรายผล

จากการศึกษาและพัฒนาเว็บไซต์ มีความสอดคล้องกับงานวิจัย คือมีการพัฒนาเว็บไซต์และการจองคิว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (สุพัฒตรา บุญเต็ม และคณะ ,2564) ศึกษาเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันจองคิวร้านสักบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาร้าน AB Tattoo จังหวัดศรีสะเกษ เป็นการจองคิวบนแอป

พลิกเคชั่นจึงมีความสะดวกสบายต่อผู้ใช้บริการ นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดต่าง ๆ สามารถจองลាយพร้อมทั้งเวลา แต่ยังไม่มีการประเมินราคาภายในแอปพลิเคชัน จึงอยากแนะนำให้แอปพลิเคชันประเมินราคา (รัตมา รัตนวงศา และกุลชัย กุลตวนิช ,2565) ศึกษาเรื่องการพัฒนาเว็บไซต์โครงการประกาศกฏบัตรเพื่อสร้างความยั่งยืนของอาหารทะเลในประเทศไทย การออกแบบเว็บไซต์ต้องคำนึงถึงขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม โมดูลข่าวสารและเอกสารประกอบ บนเว็บไซต์มีขนาดอักษรที่เล็กเกินไป

สรุปผล

ผลการพัฒนาระบบเว็บไซต์ร้านตัดผม พบว่าเว็บไซต์ที่พัฒนาตรงตามผู้บริโภคร้องการ พัฒนาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป visual studio xampp ร่วมกับภาษา HTML CSS JavaScript PHP SQL และระบบฐานข้อมูล MySQL ผลการประเมินความพึงพอใจความเหมาะสมของเว็บไซต์การพัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.92 และภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจการจองคิวร้านตัดผม อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92 ซึ่งแสดงว่าการพัฒนาเว็บไซต์อยู่ในระดับดี เพิ่มความสะดวกสบายต่อผู้ใช้บริการร้านตัดผม และมีรวดเร็ว ประหยัดเวลาเป็นอย่างมาก

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเว็บไซต์ร้านตัดผม ได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.กิตติพงษ์ สุวรรณราช ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้ให้คำกรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนงานวิจัยสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ คุณอัจฉิมา ยอดเปลี่ยน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการแปลเอกสารบทความงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณมนัสนันท์ ผดุงญาติ ที่ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัย

ขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บริการ จำนวน 30 คน ที่เสียสละเวลาอันมีค่ามาประเมินความพึงพอใจความเหมาะสมของเว็บไซต์ร้านตัดผม และประเมินความพึงพอใจการจองคิวร้านตัดผม และชี้แนะ ให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเว็บไซต์พัฒนาร้านตัดผม

เอกสารอ้างอิง

ชนกฤต ตินพ สุธารัตน์ ชาวนาฟาง และอุษณีย์ ภักดีตระกูลวงศ์. (2021). การพัฒนาระบบจองคิวออนไลน์

สำหรับการเข้ารับบริการดูแลรักษารถยนต์:กรณีศึกษาบริการคาร์แคร์.สืบค้น 1 ธันวาคม 2565

จาก: <https://ph02.tcithaijo.org/index.php/SciAndTechSkru/article/view/245758/167086>

บุญชม ศรีสะอาด. 2553 การวิจัยเบื้องต้น. สำนักพิมพ์ สุวีริยาสาส์น บจก, กรุงเทพฯ.

ประภัสสร ศรีเผด็จ , จิตรพงษ์ เจริญจิตร , ปิยะณัฐ สังข์เจริญ , นพรัตน์อังคณานนท์ , สงกรานต์ วิชิตพงษ์.

(2559). การพัฒนาระบบการจองคิวบนสมาร์ตโฟน กรณีศึกษาการจองคิวร้านสัก. สืบค้น 3 ธันวาคม 2566

ปายีอริ นาว ,ศรุต แมะเร้าะ และตินาถ หล้าสุข (2021). ระบบจัดการข้อมูลการเข้ารับบริการคลินิกทันตกรรม
โรงพยาบาลเทพา.สืบค้น 10 ธันวาคม 2565 จาก[https://ph02.tci-
thaijo.org/index.php/SciAndTechSkru/article/view/244641/165933](https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/SciAndTechSkru/article/view/244641/165933)

ปิยวัฒน์ ขวนวารี แลโสมรค์มี พิบูลย์มณ (2020). การพัฒนาระบบจองห้องศึกษารายกลุ่ม หอสมุดและคลัง
ความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. สืบค้น12 ธันวาคม 2565

จาก: <http://pulinet2020.tsu.ac.th/Documentation/Proceeding/Poster/IT/12.pdf>

ยุพา เพ็งโอ และอมราวดี เนียมศรี (2022). ระบบเว็บไซต์สั่งซื้อเบเกอร์ออนไลน์กรณีศึกษา:ร้านน้ำฝนเบเกอรี่.
สืบค้น 6 ธันวาคม 2565

จาก:https://so03.tcithaijo.org/index.php/jmspsru/article/view/258230/172799?fbclid=IwAR2bmtiU84KThWUCvuJ-ZqYoZZdXqDQdPWlMxNdDJYO_ECgc0Oa9uMkS2ok

รัตตมา รัตนวงศา และกุลชัย กุลตวนิช (2022). การพัฒนาเว็บไซต์โครงการประกาศกฎบัตรเพื่อสร้างความยั่งยืนของอาหารทะเลในประเทศไทย. สืบค้น 9 ธันวาคม 2565

จาก:https://li01.tcithaijo.org/index.php/agritechjournal/article/view/254843?fbclid=IwAR3VFcQeT_DXN3M6bsNb0MbSvAx4dNxJiaPyH7bNcQLgQsWtwl24nwVYePQ

สหรัฐ แหวนสูงเนิน , สาวจิราภรณ์ มงคลมะไฟ , สาวรัตนา กสิเจริญ , อภิชาติ จิตโสภารุ่งโรจน์ , อัครบุรุษ ดอ
บุตร , เพียนชัย เสาร์ดี. (2563). การศึกษาและพัฒนาระบบจองคิวร้านเสริมสวย. สืบค้น 3 ธันวาคม 2566

จาก: https://ms.udru.ac.th/bc/assets/research_uploads/20210429235002.pdf

สุรพงษ์ ชัยจันทร์ และพิทักษ์พงษ์ พุทธิโคตร. (2022). การสร้างเว็บไซต์ระบบจองคิวออนไลน์ของงานบริการ
คนต่างด้าวตรวจคนเข้าเมืองหนองคาย. สืบค้น 3 ธันวาคม 2566

จาก: <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/SciAndTechSkru/article/view/245758/167086>

สุพัฒตรา บุญเต็ม ยอแสง โคตรรวงค์ อรดา ไตรภูมิ และ พนิดา พานิชกุล (2021). การพัฒนาแอปพลิเคชันจอง
คิวร้านสักบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาร้าน AB Tattoo จังหวัดศรีสะเกษ. สืบค้น 7
ธันวาคม 2565

จาก: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/STJS/article/view/250981>

อภิสิทธิ์ โยลัย, กาญจนา คำสมบัติ, ทินกร คุณาสีห, และอนุวัต ชัยเกียรติธรรม. (2022). แอปพลิเคชันการ
จองคิวร้านเสริมสวย. สืบค้น 1 ธันวาคม 2565

จาก: <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/project-journal/article/view/246614/167688>

กระบะทรายแมวอัจฉริยะ

Smart cat litter box

กัญญาภัค จินตกลีกรม^{1*} ปันณรัตน์ วงศ์พัฒนานิภาส¹

Kanyaphak Chintakasikam^{1*} Pannarat Wongpattananipas¹

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

¹Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Khlong Luang District, PathumThani, 13180

*Corresponding Author E-mail Address : kanyahak.chin@vru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีนำเสนอแนวทางการวัดความชื้นซึ่งเกิดจากการปัสสาวะในกระบะทรายแมว โดยมีการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify โดยใช้ ESP32 เป็นแกนหลัก ซึ่งวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา กระบะทรายแมวอัจฉริยะ และ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ และความพึงพอใจ กระบะทรายแมวอัจฉริยะ โดยแบ่งการประเมินเป็น 2 ด้านได้แก่ ด้านประสิทธิภาพซึ่งได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.05) และด้านความพึงพอใจได้รับการประเมินจากผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 3.90) ซึ่งสรุปได้ว่าการพัฒนาระบบ IoT กระบะทรายแมวอัจฉริยะสามารถแจ้งเตือนความชื้นที่เกิดจากปัสสาวะแมวได้ดี

คำสำคัญ: การแจ้งเตือน, ความชื้น, กระบะทรายแมว

Abstract

This research presents a method for measuring the moisture content produced by urine in a cat litter box. The notifications via LINE Notify using ESP32 as the core, which aims to develop Smart cat litter box and to study its effectiveness and satisfaction Smart cat litter box. The evaluation was divided into two aspects: efficiency, which was assessed by experts at a high level (\bar{X} = 4.05), and satisfaction, which was assessed by users at a high level (\bar{X} = 3.90). The concludes that the development of an IoT system, the smart cat litter box can alert the moisture generated by the cat urine well.

Keywords: Notifications, Moisture content, Cat litter box

บทนำ

ในปัจจุบันแมวซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงที่มีผู้นิยมเลี้ยงเป็นจำนวนมาก แต่ผู้เลี้ยงหลายคนไม่มีความเข้าใจหรือไม่มี ความรู้เรื่องการเลี้ยงดูแมวธรรมชาติของแมวเป็นสัตว์ในตระกูลนักล่า มีอุปนิสัยรักอิสระ ฝึกให้เชื่องได้ยาก แต่ แมวจำนวนมากถูกเลี้ยงในระบบปิดและอยู่ใกล้ชิดกับมนุษย์ ทำให้แมวจำนวนมากมีความผูกพันกับผู้เลี้ยงซึ่ง รวบรวมสถิติด้านต่างๆ ระบุว่า 10 ประเทศที่มีผู้เลี้ยงแมวมากที่สุดในโลก โดยเปรียบเทียบสัดส่วนผู้เลี้ยงแมวกับ จำนวนประชากรของแต่ละประเทศ พบว่า รัสเซีย เป็นประเทศที่มีผู้เลี้ยงแมวมากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 59 ของ จำนวนประชากร ประเทศไทยติดอันดับ 8 ของโลก ร้อยละ 33 (Voice , 2018) โดยปัญหาข้างต้นที่ผู้เลี้ยง ประสบปัญหาคือเรื่องการขยับถ่ายที่ส่งกลิ่นเหม็นจากกระบะทรายแมวหลายคนนิยมนำกระบะทรายมาตั้งเอาไว้ใน บ้าน ซึ่งปัญหาอย่างหนึ่งของกระบะแมวก็คือ มักจะส่งกลิ่นไม่พึงประสงค์ออกมาบริเวณสมาชิกภายในบ้านเสมอ แต่เจ้าของก็ไม่สามารถจะนำออกไปวางนอกร้านได้ เพราะไม่เช่นนั้นแมวอาจจะกลับมาถ่ายไม่เป็นที่ได้

LINE เป็นแอปพลิเคชันแชทยอดนิยมในประเทศไทย ปัจจุบันเราเห็นการใช้งาน LINE ในรูปแบบต่าง ๆ มากขึ้น ทั้งการขายสินค้า การชำระเงิน การพูดคุยกันในหน่วยงาน ในโปรเจกต์นี้จึงมุ่งเป้าหมายไปที่การใช้ แอปพลิเคชัน LINE เป็นส่วนหนึ่งของระบบ IoT โดยใช้ ESP32 เป็นแกนหลักส่วนของ API หรือส่วนสำหรับ นักพัฒนาได้มีการเปิดส่วนของ LINE Notify ขึ้นมาให้ใช้งานเพื่อให้นักพัฒนาได้ส่งการแจ้งเตือน ข้อความต่าง ๆ ผ่าน LINE ได้ง่ายขึ้นสำหรับตัว LINE Notify นั้น ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการแจ้งเตือนต่าง ๆ โดยเฉพาะ สามารถส่งข้อความเพื่อแจ้งเตือนไปยังกลุ่ม หรือบุคคลก็ได้ ทั้งนี้ LINE Notify จะมีข้อจำกัดการใช้งานอยู่ที่ จะ สามารถใช้งานได้กับบุคคลเดียวเท่านั้น หรือกลุ่มเดียวเท่านั้น การใช้เทคโนโลยีในปัจจุบัน เทคโนโลยี IoT สามารถนำประยุกต์ไปใช้ในสมาร์ตโฟนได้และสามารถนำไปปรับใช้ได้หลากหลายรูปแบบที่มีประโยชน์ในด้านการ เลี้ยงสัตว์เลี้ยงนั้น ไม่ว่าจะโดยการใช้คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือ สมาร์ตโฟน ที่ติดตั้ง แอปพลิเคชัน LINE ไว้ และ เจ้าของสัตว์เลี้ยงจึงเข้าไปดูแล หรือ พัฒนาต่อยอดให้มีการสั่งการเกี่ยวกับอุปกรณ์สัตว์เลี้ยงของคุณ โดยให้ไป สั่งงานหรือควบคุม แจ้งเตือนผู้เลี้ยงโดยอัตโนมัติก็ได้เช่นกัน (วิสิทธิ์ ,2562)

การข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นไปที่การใช้แอปพลิเคชัน LINE เป็นส่วนหนึ่งของระบบ IoT โดยใช้ ESP32 เป็นแกนหลักส่วนของ API หรือส่วนสำหรับนักพัฒนาได้มีการเปิดส่วนของ LINE Notify ขึ้นมาให้ใช้งาน เพื่อให้นักพัฒนาได้ส่งการแจ้งเตือน ข้อความต่าง ๆ ผ่าน LINE ได้ง่ายขึ้น สำหรับตัว LINE Notify นั้น ออกแบบ มาเพื่อใช้สำหรับการแจ้งเตือนต่าง ๆ โดยเฉพาะ สามารถส่งข้อความเพื่อแจ้งเตือนไปยังกลุ่ม หรือบุคคลก็ได้ ทั้งนี้ LINE Notify จะมีข้อจำกัดการใช้งานอยู่ที่ จะสามารถใช้งานได้กับบุคคลเดียวเท่านั้น หรือกลุ่มเดียวเท่านั้น หลักการการทำงานจะวัดค่าความชื้นจากทรายว่าอยู่ในระดับที่สามารถเปลี่ยนทรายก็จะส่งแจ้งเตือนมายังผู้ใช้ เพื่อให้ไปเปลี่ยนทรายเมื่อเปลี่ยนทรายค่าความชื้นก็จะคืนค่าเริ่มต้นอัตโนมัติ สอดคล้องกับผู้เลี้ยงที่ไม่มีเวลาหรือ อาจจะหลงลืมในการดูแลรักษาความสะอาดของน้องแมวเพื่อสุขอนามัยที่ดีต่อน้องแมวถือว่าเป็นเรื่องสำคัญ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนา กระบะทรายแมวอัจฉริยะ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ และความพึงพอใจ กระบะทรายแมวอัจฉริยะ

สมมติฐานงานวิจัย

ผลการทดสอบหลังจากใช้ กระบะทรายแมวอัจฉริยะ มีการใช้ IoT วัดความชื้นได้ถูกต้อง รวมถึงมีการแจ้งเตือนความชื้นผ่าน LINE Notify ได้ผลการประเมินประสิทธิภาพ และความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ SDLC (bluerotor, 2019) โดยพัฒนาโมเดลเพื่อพัฒนากระบะทรายแมวอัจฉริยะ



ภาพที่1 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.ศึกษาทฤษฎีการพัฒนางานวิจัย

การจัดทำงานวิจัยเรื่อง มีทฤษฎีและระบบวัดความชื้นกระบะทรายแมวอัจฉริยะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการพัฒนา ทั้งทางด้านแนวคิดและทางด้านเทคนิคในการวางระบบโดยมีรายละเอียดของทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 1.1 แอปพลิเคชัน LINE Notify
- 1.2 อินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่ง (Internet of Things)
- 1.3 การจัดเก็บข้อมูล
- 1.4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- 1.5 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

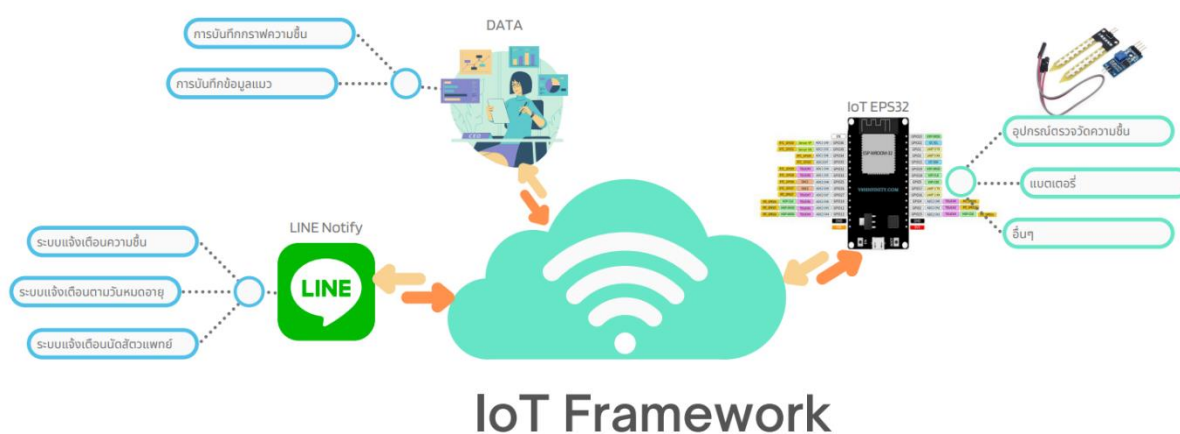
1.1 LINE Notify

LINE เป็นแอปพลิเคชันแชทยอดนิยมในประเทศไทย ปัจจุบันเราเห็นการใช้งาน LINE ในรูปแบบต่างๆ มากขึ้น ทั้งการขายสินค้า การชำระเงิน การพูดคุยกันในหน่วยงาน ในโปรเจกต์นี้จึงมุ่งเป้าหมายไปที่การใช้แอปพลิเคชัน LINE เป็นส่วนหนึ่งของระบบ IoT โดยใช้ ESP32 เป็นแกนหลักส่วนของ API หรือส่วนสำหรับนักพัฒนาได้มีการเปิดส่วนของ LINE Notify ขึ้นมาให้ใช้งานเพื่อให้นักพัฒนาได้ส่งการแจ้งเตือน ข้อความต่าง ๆ ผ่าน LINE ได้ง่ายขึ้น สำหรับตัว LINE Notify นั้น ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการแจ้งเตือนต่าง ๆ โดยเฉพาะสามารถส่งข้อความเพื่อแจ้งเตือนไปยังกลุ่ม หรือบุคคลก็ได้ ทั้งนี้ LINE Notify จะมีข้อจำกัดการใช้งานอยู่ที่ จะ

สามารถใช้งานได้กับบุคคลเดียวเท่านั้น หรือกลุ่มเดียวเท่านั้น การติดต่อกับ LINE จะใช้โปรโตคอล HTTPS ในการติดต่อ และใช้สิ่งที่เรียกว่า Token เป็นรหัสผ่านเข้าไปขอส่งข้อความเข้า LINE (วิสิทธิ์ เวียงนาค, 2562)

1.2 อินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่ง (Internet of Things)

ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ความถี่มาตรวจวัดความชื้นซึ่งควบคุมโดย Internet of Things (IoT) โดยมีแนวคิดรูปแบบการวิจัยไว้ดังรูปที่ 2



ภาพที่2 ระบบการทำงานของแอปพลิเคชัน LINE Notify ร่วมกับ IoT

1.3 การจัดเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บ โดยผู้วิจัยได้ทำการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิความชื้น ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ Google Sheet ในการจัดเก็บข้อมูล และเข้าถึงในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำไปแสดงผลด้วย LINE Notify

1.4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

1.4.1. PICO KIT V4 ESP32 Development Board WiFi + Bluetoothบอร์ดพัฒนา ESP32 PICO บอร์ดพัฒนา ESP32 ขนาดเล็กจากผู้ผลิตชิป ESP32 โดยตรง (Espressif) ใช้ชิป ESP32 รุ่น PICO ที่รวมรวม 4MB มาในตัว เหมาะสำหรับทำอุปกรณ์สวมใส่ และใช้งานบนบอร์ดทดลองเพราะเหลือช่องให้ใช้งานถึงด้านละ 2 ช่อง หัวใจหลักของบอร์ดนี้คือ ESP32-PICO-D4 ซึ่งเป็นโมดูล System-in-Package (SIP) ที่มีฟังก์ชัน Wi-Fi และบลูทูธที่สมบูรณ์

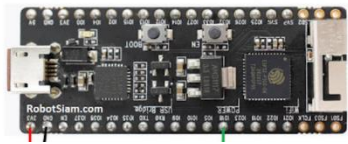
1.4.2 Micro USB Cable Wire 1m for NodeMCU สายชาร์ตไฟ Micro USB ยาว 1 เมตร สำหรับ NodeMcu

1.4.3 Breadboard 830 Point MB-102 บอร์ดอเนกประสงค์สำหรับทดลองวงจรเพื่อสร้างงานต้นแบบ Prototype ของโปรเจกต์ก่อนนำไปออกแบบแผ่นปริ้น PCB เป็นบอร์ดขนาด 830 ช่องเสียบ ขนาดใหญ่เหมาะแก่การทดลองวงจรที่มีขนาดใหญ่

1.4.4 Keystudio PIR Motion Sensor Module โมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต ตัวโมดูลผลิตจาก Keystudio ซึ่งมีความเสถียรภาพในการตรวจจับ และมีประสิทธิภาพในการทำงาน สามารถใช้งานได้ทั้ง

แรงดันไฟฟ้า 3.3 - 5V ให้กระแสเอาต์พุตที่ขา S (ขาสถานะเอาต์พุต)ที่ 100mA ทำงานแบบ Active HIGH มาพร้อมรูยึดน็อตขนาด M3 จำนวน 1 ช่องกลางโมดูล

1.4.5 Jumper (M2M) cable wire 40 pcs 10cm 2.54 mm Male to Male จัมเปอร์สำหรับต่อวงจรแบบปลายตัวผู้ตัวผู้ ยาว 10 ซม.จำนวน 40 เส้นต่อชุด



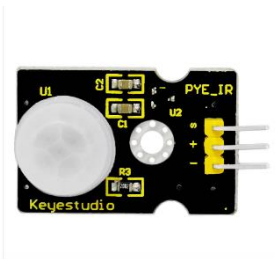
(ก) PICO KIT V4 ESP32
 Development Board WiFi +
 Bluetooth



(ข) สาย Micro USB ยาว 1 เมตร
 สำหรับ NodeMcu



(ค) Breadboard 830
 Point MB-102



(ง) Keystudio PIR Motion
 Sensor Module



(จ) Keystudio PIR Motion Sensor
 Module

ภาพที่ 3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (Shopee)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1 การพัฒนากระเบทรายแมวอัจฉริยะ ประเมินประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่ ด้าน Internet of Things จำนวน 2 ท่าน, ด้านการออกแบบโมเดล จำนวน 2 ท่าน และด้านการดูแลสัตว์เลี้ยง จำนวน 1 ท่าน

3.2 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (research participants) รูปแบบการทดสอบที่ใช้มีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มเพื่อประเมินความพึงพอใจใช้งาน ซึ่งเป็นผู้เลี้ยงแมวจำนวน 10 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด.2545 : 102)

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N}}$$

เมื่อ x แทน ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย, $\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน และ N แทน จำนวนคนทั้งหมดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือการวัดการกระจายของกลุ่มข้อมูล สูตรคือ

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N}}$$

เมื่อ $S.D$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, x แทน คะแนนแต่ละตัว, N แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มนั้น และ $\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

โดยมีเกณฑ์การประเมินผลการวิจัย ดังนี้

4.51 – 5.00	ระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	ระดับมาก
2.51 – 3.50	ระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	ระดับน้อย
1.00 – 1.50	ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อกระบะทรายแมวอัจฉริยะ

ด้านประสิทธิภาพ	\bar{x}	S.D	ผลการประเมิน
ด้านประสิทธิภาพเครื่องมือ (Tool Performance)			
ความเที่ยงตรงในการวัดความชื้น	4	1.00	มาก
การแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify	3.8	0.84	มาก
ความแข็งแรงทนทานของอุปกรณ์	3.8	0.84	มาก
ความเหมาะสมจุดตรวจวัดความชื้น	4.2	0.84	มาก
การแสดงผลข้อมูลการวัดความชื้น	4	0.71	มาก
ข้อมูลในการวัดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย	4.2	0.45	มาก
ความยาก-ง่ายในการติดตั้งอุปกรณ์	4	0.71	มาก
ความยาก-ง่ายต่อการตั้งค่าการแจ้งเตือน	4.4	0.55	มาก
รวม	4.05	0.74	มาก

ประเมินประสิทธิภาพ รูปแบบการทดสอบโดยมีผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ผลการวิจัยพบว่า ความยาก-ง่ายต่อการตั้งค่าการแจ้งเตือน (\bar{X} = 4.4) ข้อมูลในการวัดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย (\bar{X} = 4.2) ความเหมาะสมจุดตรวจวัดความชื้น (\bar{X} = 4.2) ความยาก-ง่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ (\bar{X} = 4) การแสดงผลข้อมูลการวัดความชื้น (\bar{X} = 4) ความเที่ยงตรงในการวัดความชื้น (\bar{X} = 4) มีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มาก (\bar{X} = 4.05)

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อกระบะทรายแมวอัจฉริยะ

ด้านความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D	ผลการประเมิน
ความเที่ยงตรงในการวัดความชื้น	4.03	0.81	มาก
การแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify	4.60	0.72	มากที่สุด
ความแข็งแรงทนทานของอุปกรณ์	4.13	0.68	มาก
ความเหมาะสมจุดตรวจวัดความชื้น	3.80	0.89	มาก
การแสดงผลข้อมูลการวัดความชื้น	3.67	1.15	มาก
ข้อมูลในการวัดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย	3.87	0.94	มาก
ความยาก-ง่ายในการติดตั้งอุปกรณ์	3.87	0.94	มาก
ความยาก-ง่ายต่อการตั้งค่าการแจ้งเตือน	3.20	0.85	ปานกลาง
รวม	3.90	0.87	มาก

กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับมาก (\bar{X} = 3.90) จากผลสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการประเมินมากที่สุดคือ การแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify (\bar{X} = 4.60) และผลการประเมินความพึงพอใจในระดับมากคือ ความแข็งแรงทนทานของอุปกรณ์ (\bar{X} = 4.13) , ความเที่ยงตรงในการวัดความชื้น (\bar{X} = 4.03) , ข้อมูลในการวัดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย (\bar{X} = 3.87) , ความยาก-ง่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ (\bar{X} = 3.87) , ความเหมาะสมจุดตรวจวัดความชื้น (\bar{X} = 3.80) , การแสดงผลข้อมูลการวัดความชื้น (\bar{X} = 3.67) และผลการประเมินความพึงพอใจระดับปานกลางคือ ความยาก-ง่ายต่อการตั้งค่าการแจ้งเตือน (\bar{X} = 3.20) มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มาก (\bar{X} = 3.90)

สรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้กระบะทรายแมวอัจฉริยะ ผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิรวมอยู่ที่ 4.05 อยู่ในระดับมาก ตรงตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ โดยในด้านความยาก-ง่ายต่อการตั้งค่าการแจ้งเตือนได้คะแนนด้านประสิทธิภาพสูงสุดแสดงว่าอุปกรณ์ IoT มีการเชื่อมต่อกับการแจ้งเตือน LINE Notify ได้รวดเร็ว ซึ่งผู้วิจัยได้ข้อสันนิษฐานว่าขึ้นอยู่กั

ความเร็วอินเทอร์เน็ตที่ใช้ รวมไปถึงความเร็วในการวัดค่าความชื้นจากเซ็นเซอร์ที่มีความไวต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง โดยได้ผลการแจ้งเตือนจากการทดสอบดังรูปที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงการแจ้งเตือนความชื้นทาง Line Notify

ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อกระยะทรายแมวอัจฉริยะโดยรวมอยู่ที่ (\bar{X} = 3.90) อยู่ในเกณฑ์มาก โดยในด้านการแสดงการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify มีเกณฑ์สูงสุดแสดงว่ามีการแจ้งเตือนได้อย่างเที่ยงตรง แต่ในด้านความยาก-ง่ายต่อการตั้งค่าการแจ้งเตือน มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางแสดงว่าผู้ใช้ประสบปัญหาในการตั้งค่าการแจ้งเตือน โดยมีข้อสันนิฐานว่าผู้ใช้อาจจะขาดความเข้าใจในด้านการเข้าใช้งาน LINE Notify เพื่อขอ TOKEN ในระบบได้ จำเป็นต้องมีคู่มือ หรือผู้เชี่ยวชาญตั้งค่าให้ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 สํารวจพฤติกรรมแมว และเก็บข้อมูลวิเคราะห์แนวโน้มที่สามารถบอกสุขภาพแมวจากการขบถ่าย โดยผู้เลี้ยงสามารถตรวจสอบได้จากข้อมูลที่บันทึกใน Google Sheet

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เพิ่มตัว AI ในการตรวจจับและแยกประเภทสัตว์เลี้ยงรวมถึงระบบการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางบันทึกสุขภาพ

เอกสารอ้างอิง

วิสิทธิ์. 2562.IoTESP32แจ้งเตือนด้วยLINE Notifyเมื่อมีผู้บุกรุก

แหล่งข้อมูล:<https://www.facebook.com/IOTthailand/posts>ค้นเมื่อ10กันยายน 2565

Voice , 2561 .ไทยติดอันดับ 8 ประเทศที่มีผู้เลี้ยงแมวมากสุดในโลก

แหล่งข้อมูล: <https://voicetv.co.th/>ค้นเมื่อ 8 กันยายน 2565

แนวทางในการเขียนนิยายออนไลน์ จากการสำรวจข้อมูลโดย Google Trends Guidelines for Writing Fiction Online According to a survey by Google Trends

ณัฐวดี สุรงษา^{1*} เศรษฐพงษ์ วงษ์อินทร์¹

Nattawadee Sutongsa^{1*} Setthapong Wong-in¹

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

¹ Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Khlong Luang District, Pathum Thani, 13180

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

บทคัดย่อ

วิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความนิยมนิยายออนไลน์แต่ละประเภทโดยข้อมูลจาก Google Trends, เพื่อออกแบบนิยายออนไลน์โดยสร้างโครงเรื่องจากผลสำรวจความนิยมที่ได้จาก Google Trends และเพื่อสร้างนิยายออนไลน์โดยใช้เครื่องมือจากแพลตฟอร์มอ่านเขียนนิยายออนไลน์ ReadAwrite และได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา, ด้านเทคโนโลยีที่นำมาใช้, ด้านความเหมาะสมการแสดงผลภาพและตัวอักษรประกอบนิยาย และการพิสูจน์อักษรในนิยาย ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับมาก และการประเมินด้านความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน อยู่ที่ระดับพึงพอใจมาก ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัยพบว่า มียอดเข้าชมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนำไปสู่เส้นทางอาชีพนักเขียนได้

คำสำคัญ : นิยายออนไลน์ นิยม นักเขียน

Abstract

The purpose of this research was to study the popularity of online novels of each genre based on data from Google Trends, to design online novels by creating a storyline based on the popularity survey obtained from Google Trends, and to create online novels using the tools of the reading and writing platform. Online ReadAwrite and has been evaluated by experts on content, technology used, appropriateness of visuals and characters. and proofreading in fiction The results of the quality assessment were at a high level. And the satisfaction assessment from the sample of 30 people was at a very satisfied level. The research results are in line with the research hypothesis. There is a continuous increase in views leading to a writing career path.

Keywords : Online Fiction , Popular , Writer

บทนำ

นิยายเป็นวรรณกรรมประเภทบันเทิงคดีรูปแบบหนึ่งที่นิยมอ่านกันอย่างแพร่หลาย ก่อให้เกิดความเพลิดเพลิน ผ่อนคลายอารมณ์ ตลอดจนปลูกฝังค่านิยมและการให้สาระแนวความคิดต่างๆ ซึ่งในปัจจุบันในยุคที่มีเทคโนโลยีก็ได้ปรับเปลี่ยนจากนิยายที่เป็นรูปเล่มกลายเป็นนิยายแบบออนไลน์แทน และในปัจจุบันนิยายออนไลน์เป็นที่นิยมมากในหมู่นักอ่านและนักเขียน เพราะทั้งสะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการเผยแพร่ ปัจจุบันนิยายไม่ได้เป็นเรื่องของหนังสือเพียงอย่างเดียวแต่ได้เข้ามาในสื่อรูปแบบใหม่คืออินเทอร์เน็ต นิยายบนอินเทอร์เน็ตเป็นที่นิยมของวัยรุ่นเป็นอย่างมาก โดยเริ่มจกเว็บไซต์ทางอินเทอร์เน็ตได้เปิดให้บริการสำหรับบุคคลทั่วไปที่นิยมแต่งเรื่องสั้นหรือเรื่องยาว เข้ามานำเสนอบนเว็บไซต์ (อรยา เชาวนาธิคม, สุวิชัย โกศัยยะวัฒน์, 2553) ไปจนถึงมี Application ต่างๆ ในด้านการหาข้อมูลปัจจุบันที่ให้บริการสำหรับแต่งและอ่านนิยาย ความหลากหลายของประเภทนิยายถูกแต่งขึ้นมาเพื่อเอาใจนักอ่านและความถนัดของจินตนาการผู้แต่งที่มีความชอบและสไตล์ที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นหมวดหมู่ โรแมนติกกรีกวัยรุ่น ดราม่า คอมมาดี้ นิยายแปลจากต่างประเทศตลอดจน นิยายประเภทแนวสยองระทึกขวัญ จึงจำเป็นมากสำหรับนักเขียนใหม่ที่อยากมีชื่อเสียงหรือผลงานจากเรื่องเขียนต้องทำการสำรวจความนิยมของนักอ่านว่ามีแนวโน้มเป็นอย่างไร

เทคโนโลยีการค้นหาข้อมูลโดยข้อมูลของ Google Trends คือเครื่องมือที่ Google ปลอ่ยกออกมาให้คนทั่วโลกสามารถเข้าถึงพฤติกรรม Search ของคนในมุมมองนี้ได้ โดยเราสามารถเข้าไปดูได้ที่ Google Trends วิธีการใช้งาน Google Trends ทำการค้นหาคำเหมือนการค้นหาบน Google ปกติ แต่ว่าสิ่งที่จะปรากฏนั้นไม่ใช่หน้าเว็บต่างๆ แต่จะปรากฏข้อมูลทางสถิติของการค้นหาคำหรือหัวข้อเหล่านั้นออกมาอย่างละเอียด อีกหนึ่งความสามารถของ Google Trends ที่สำคัญมากๆ คือ ความสามารถในการพล็อตกราฟหลายหัวข้อการค้นหาได้ เช่นถ้าต้องการจะดูผลการค้นหาคำว่า BNK48 กับ คู่ก็่เสี่ยงทาย สามารถเพิ่มไปใน Add comparison ได้ ซึ่งก็ทำให้สามารถเชื่อมโยงเรื่องราวที่เกิดขึ้นได้บ้าง แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าเหตุหนึ่งจะส่งผลต่อเหตุการณ์หนึ่งเสมอไป สำหรับ Google Trends นั้นก็เหมาะสำหรับคนทำคอนเทนต์ คอยมอนิเตอร์ดูว่าตอนนี้คนกำลังให้ความสนใจกับเรื่องอะไร แล้วนำคอนเทนต์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ประโยชน์เพื่อแย่งชิงพื้นที่บนโลกอินเทอร์เน็ต ส่วนแบรนด์และเอเจนซีก็สามารถใช้ในการตัดสินใจต่าง ได้ หรือที่เรียกกันว่า Data Driven Decision นอกจากนี้ยังสามารถใช้ Google Trends มาอ้างอิงข้อมูลต่าง ๆ ในงานวิชาการหรือการเขียนบทความก็ได้ เพราะข้อมูลที่ได้นั้นมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากกว่าแบบสอบถามอย่างแน่นอน (Nutn0n, 2018)

จากที่มาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกสำรวจความนิยมของนิยายแต่ละประเภท ของผู้อ่านนิยายออนไลน์ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับพฤติกรรม การอ่านนิยายของผู้อ่านและการผลิตนิยายตรงใจผู้อ่านโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์การค้นหา Google Trends และเพื่อเป็นแนวทางการหายได้ในอาชีพนักเขียนต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์การดำเนินงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความนิยมนิยายออนไลน์แต่ละประเภทโดยข้อมูลจาก Google Trends,
2. เพื่อออกแบบนิยายออนไลน์โดยสร้างโครงเรื่องจากผลสำรวจความนิยมที่ได้จาก Google Trends
3. เพื่อสร้างนิยายออนไลน์โดยใช้เครื่องมือจากแพลตฟอร์มอ่านเขียนนิยายออนไลน์ ReadAwrite

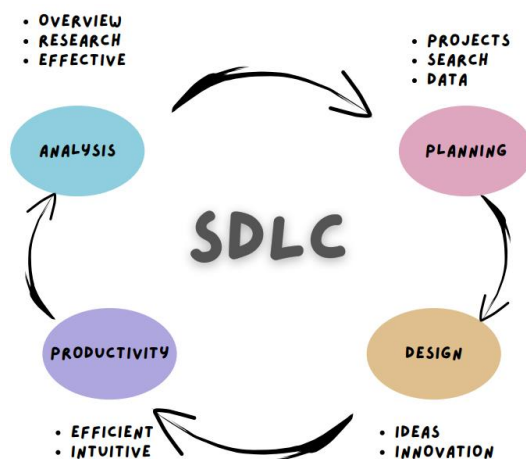
สมมติฐานงานวิจัย

ผลการประเมินด้านคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ อยู่ในระดับมาก และการประเมินด้านความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน อยู่ที่ระดับพึงพอใจมาก ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัยพบว่า มียอดเข้าชมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีผู้อ่านมากกว่า 100 คนนำไปสู่เส้นทางอาชีพนักเขียนได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้วางแผนการพัฒนางานวิจัยโดยได้ประยุกต์ใช้กระบวนการพัฒนาระบบงาน (SDLC) (เกียรติพงษ์ อุดมธนะธีระ, 2562) ตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Planning)
2. ขั้นตอนการออกแบบนิยาย (Design)
3. ขั้นตอนการแต่งนิยาย (Productivity)
4. ขั้นตอนการประเมินผล (Analysis)

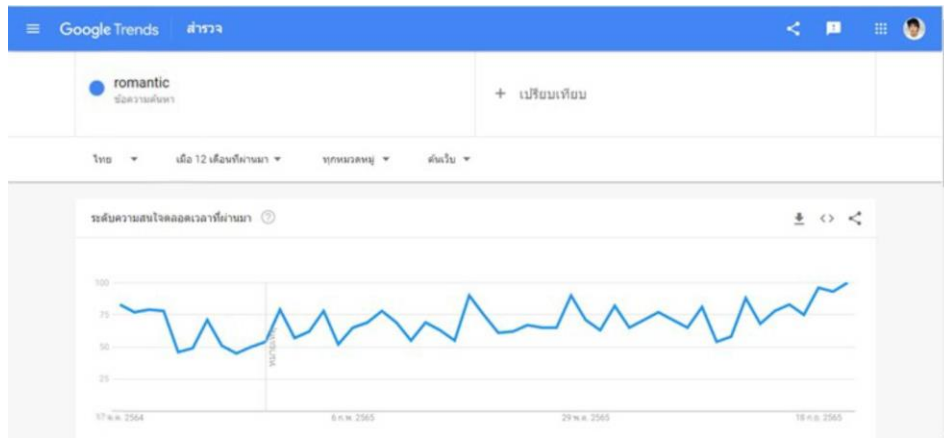


ภาพที่ 1 กระบวนการพัฒนางานวิจัย ประยุกต์จากกระบวนการพัฒนาระบบงาน (SDLC)

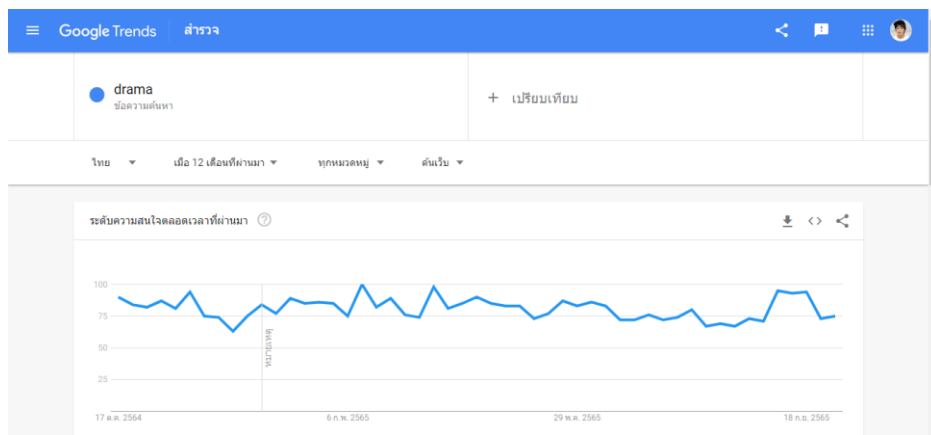
1. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Planning)

ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะของนิยายประเภทต่างๆ โดยใช้ Google Trends ผู้วิจัยได้ผลสำรวจดังนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ที่นักเขียนและนักอ่านนิยมในปัจจุบันได้แก่ readAwrite , จอ ยลดา , ธีธวลัย , Fictionlog เป็นต้น และใช้ Google trends สำรวจหมวดหมู่ยอดนิยาย Romantic , Drama , Comedy , Horror และ Fantasy ได้ว่า ความนิยมใน 12 เดือนผู้บริโภคนิยมอ่านนิยายแนว Romantic ดังรูปที่

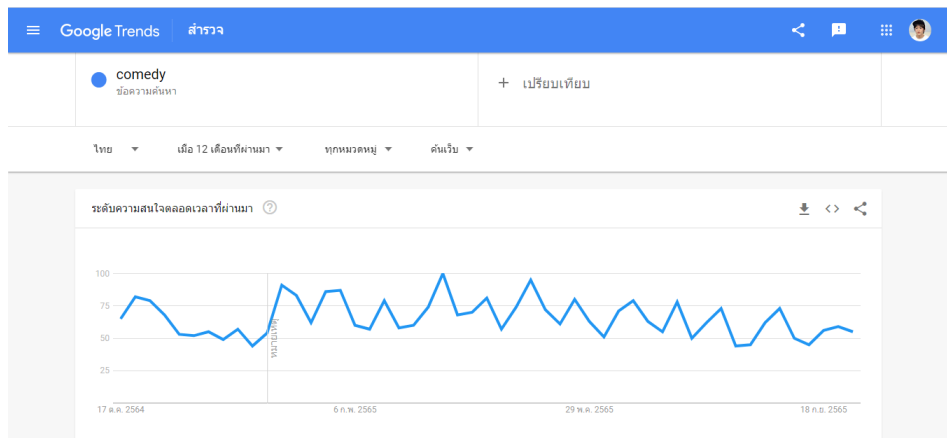
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความนิยมของนิยายโรมานติก

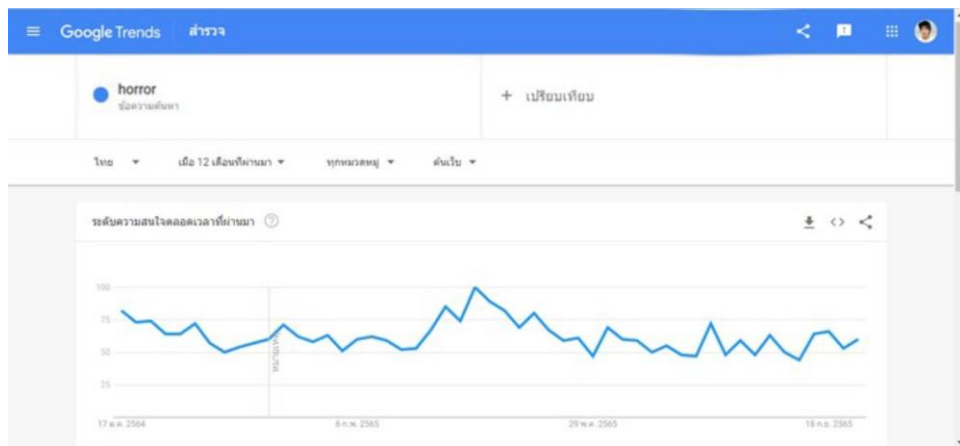


ภาพที่ 3 กราฟแสดงความนิยมของนิยายดราม่า

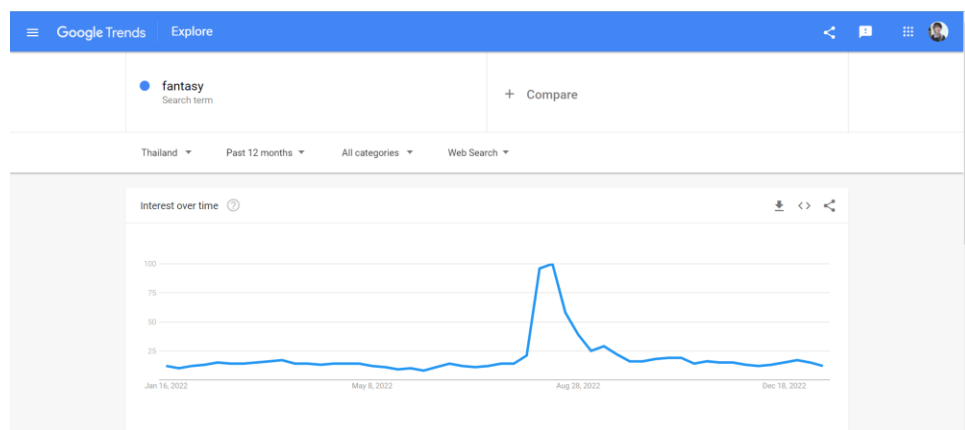


ภาพที่ 4 กราฟแสดงความนิยมของนิยายตลกเฮฮา

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความนิยมของนิยายสยองขวัญ



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความนิยมของนิยายแฟนตาซี

จากภาพที่ 2 ลักษณะของนิยายโรแมนติกคือ จบลงอย่างมีความสุข แม้ว่าในกรณีนี้ยังมีนิยายโรแมนติกที่มีจุดจบที่น่าเศร้าที่ยังคงโรแมนติกอยู่ , คำอธิบายความรู้สึก เนื่องจากตัวละครไม่ได้มุ่งเน้นเพียงการบอกเล่าสิ่งที่เกิดขึ้น แต่พวกเขาเจาะลึกถึงความรู้สึกของพวกเขา ด้วยวิธีนี้การพัฒนาของตัวละครจึงลึกซึ้งกว่าในนิยายเรื่องอื่นๆ มากซึ่งพวกเขาอยู่บนพื้นผิวเท่านั้น และด้วยเหตุนี้จึงช่วยให้ผู้อ่านสามารถเชื่อมต่อกับสิ่งที่เขาอ่านได้มากขึ้น , โศกนาฏกรรม และในนิยายโรแมนติกทุกเรื่องจะต้องมีเรื่องราวทั้งความรักที่ไม่สมหวังหรือความสัมพันธ์ที่เกิดที่ละน้อยหรือผ่านพล็อตที่เชื่อมโยงตัวละครทั้งสองและสร้างความสัมพันธ์แบบคู่รักและ ความรักเป็นตัวชูโรง ไม่สำคัญว่ามันจะเป็นนิยายแนวอาชญากรรมอาถรรพณ์เด็กและเยาวชน สิ่งสำคัญของเรื่องนี้ไม่ใช่สิ่งที่ตัวละครต้องเผชิญ แต่ความรักนั้นทำลายอุปสรรคทุกประเภท ไม่ว่าจะต่อสู้เพื่อความรักสร้างมันหรืออื่น ๆ ความรู้สึกนี้คือจุดเชื่อมต่อและศูนย์กลางของประวัติศาสตร์โรแมนติกทั้งหมด(เอนคาร์นี อาร์โคยา, 2563)

จากรูปที่ 3 ลักษณะของนิยายดราม่าคือ ไม่ใช่เพียงมีจุดจบของเรื่องที่น่าเศร้าแต่อาจรวมถึงตลอดทั้งเรื่องราวของตัวละครที่ต้องประสบกับปัญหา ความผิดหวัง ความเจ็บช้ำ เป็นประเภทนิยายเรียกน้ำตาหรืออารมณ์สงสารจากผู้อ่าน(วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี, 2563)

จากภาพที่ 4 ลักษณะของนิยายตลกเฮฮาคือ วรรณกรรมที่เน้นอารมณ์ขบขัน ขายสีสนหรือมุขต่างๆเพื่อให้ผู้อ่านเกิดการบรรเทิงใจ (วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี, 2563)

จากภาพที่ 5 ลักษณะของนิยายสยองขวัญคือ พุดถึงความสยองขวัญแล้ว นิยายแนวนี้มักเกี่ยวข้องกับความลึกลับ เล่นกับเรื่องราวเหนือธรรมชาติที่หาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ซึ่งเป็นที่ทำให้ผู้คนเกิดความกลัว เช่น ภูตผีปีศาจ และมักมีฉากที่น่าสะพรึงกลัวอย่างบ้านผีสิง คุกใต้ดิน บรรยากาศภายในเรื่องมักหดหู่ มีดমন สิ้นหวัง และตัวละครมักต้องเผชิญกับหายนะบางอย่าง(วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี, 2563)

จากภาพที่ 6 ลักษณะนิยายแฟนตาซีคือ นิยายแนวนี้มีอีกชื่อเรียกว่านิยายจินตนิมิต หมายถึงนิยายที่พุดถึงสิ่งที่ไม่ได้อยู่จริงเป็นอีมหลักหรือแก่นหลักของนิยาย เช่น แดนนรกแดนสวรรค์ การใช้เวทย์มนต์ ปีศาจ และสัตว์ในตำนาน ยกตัวอย่างนิยายคือ Clash of the Titans, The Lord of the ring และGame of Thrones เป็นต้น (วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี, 2563)

2. ขั้นตอนการออกแบบนิยาย (Design)

นำผลการสำรวจจาก Google Trends มาออกแบบนิยายออนไลน์

2.1 วางพล็อตนิยายขึ้นมาได้ว่า ช่วงอายุของตัวละครที่ดำเนินเนื้อเรื่องอยู่ในช่วงอายุ 18-30 (ช่วงมหาวิทยาลัยสู่วัยทำงาน) พระเอกและนายเอกพบกันได้เพราะเรียนมหาวิทยาลัยเดียวกัน คณะเดียวกันคือนิเทศศาสตร์ พระเอกเป็นบุคคลที่มีชื่อเสียงในวงการบันเทิง นายเอกเป็นเพรชชีที่เรียนเกี่ยวกับเบื้องหลังของวงการบันเทิง คินหนึ่งในงานสังสรรค์ด้วยอารมณ์ที่ถูกกระตุ้นด้วยแอลกอฮอล์ทำให้ทั้งคู่เผลอมีความสัมพันธ์กัน หลังจากนั้นยังมีเรื่องราวให้ต้องพบเจอกันอยู่บ่อยครั้งด้วยเรื่องงานและการเรียน แต่นายเอกได้มารู้เรื่องที่หลังว่าพระเอกมีฝาแฝดที่รูปร่างหน้าตาเหมือนกันมากๆ เรื่องราวที่ผ่านมาที่เกิดขึ้นระหว่างนายเอกกับพระเอกใช้พระเอกจริงๆ หรือไม่หรือเป็นฝาแฝดของเขา

2.2 ตั้งชื่อเรื่อง ชื่อตัวละครและชื่อกลุ่มเพื่อนๆของตัวละครเอก หรือชื่อต่างๆในนิยายเช่นชื่อสถานที่

2.3 เลือกรูปภาพประกอบเพื่อสร้างอรรถรสของนิยายที่แต่ง

2.4 แต่งนิยายออนไลน์จบ

3. ขั้นตอนการแต่งนิยาย (Productivity)

ผู้วิจัยได้เลือกแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ ReadAwrite เพื่อใช้ในการแต่งนิยายออนไลน์

1.ลงทะเบียนนักเขียน ดังภาพที่ 7



2.กำหนดรายละเอียดต่างๆของนิยาย ดังภาพที่ 8-10

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



My Profile ▾

 fffknight แก้ไขข้อมูลส่วนตัว

Username	jesjungjero111@hotmail.com	 เชื่อมต่อกับ MEB Account แล้ว เชื่อมต่อแล้ว
อีเมล	jesjungjero111@hotmail.com	 เชื่อมต่อแล้ว
รหัสผ่าน	***** เปลี่ยนรหัสผ่าน	 เชื่อมต่อกับ Line
		 เชื่อมต่อกับ Apple

อัปเดตโปรไฟล์ อัปเดตปกเขียน จัดการนามปากกา การยืนยันอายุด้วยบัตร

ภาพที่ 7 ข้อมูลของนักเขียน


อัปเดตรูปปก
คำแนะนำ : โหลดนามสกุล .jpg .png
(800x800 px)

ชื่อเรื่อง 0/120

คำโปรย 0/200
เพิ่มคำโปรยสั้นๆ

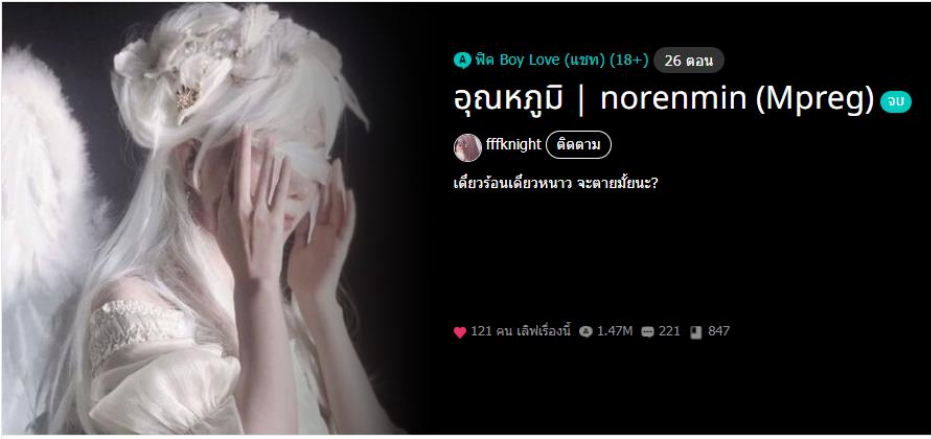
นามปากกา จัดการนามปากกา
เลือกนามปากกา

หมวดหมู่ เลือกหมวดหมู่
ทางเราขอสงวนสิทธิ์ในการแก้ไขหมวดหมู่หนังสือที่สอดคล้องกับเนื้อหา โดยไม่จำเป็นต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

ระดับของเนื้อหา (Rating) เลือกระดับของเนื้อหา

ภาพที่ 8 แสดงโครงสร้างรายละเอียดของนิยาย

สถานะจบ จบแล้ว ดูตัวอย่าง แก้ไข



แนะนำตัวละคร จัดเรียงตัวละคร เพิ่มเติมตัวละคร

ภาพที่ 9 นิยายออนไลน์จากการทำวิจัย

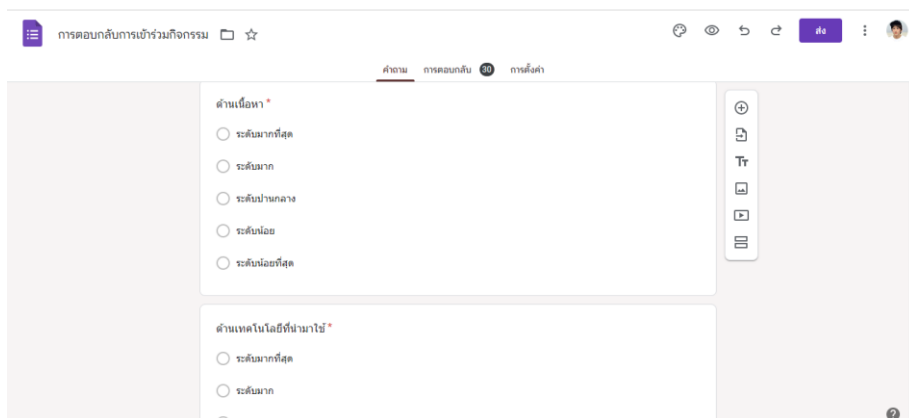
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



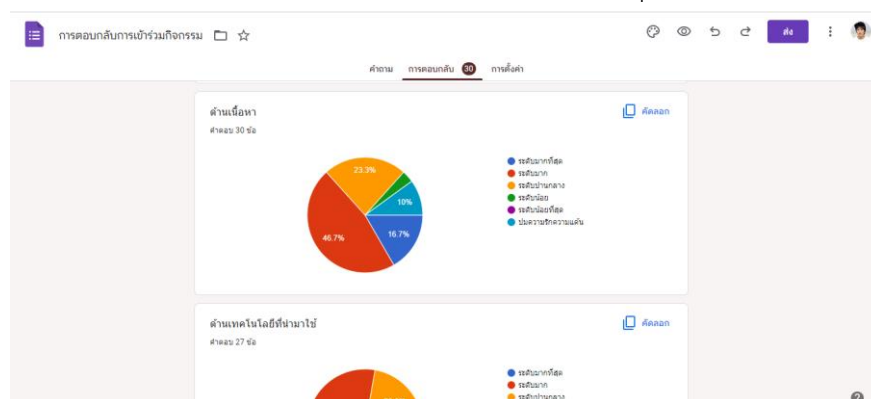
ภาพที่ 10 ภาพนิยายออนไลน์เว็บไซต์ readAwrite ผลงานจากผู้วิจัย

4. ขั้นตอนการประเมินผล (Analysis)

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจหลังอ่านนิยาย และได้ทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าความเชื่อมั่น และแปลเป็นเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ

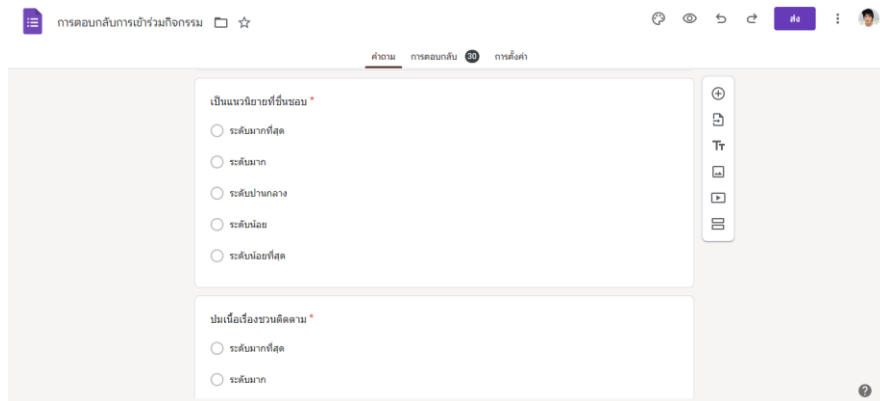


ภาพที่ 11 ตัวอย่างแบบสอบถามประเมินคุณภาพ

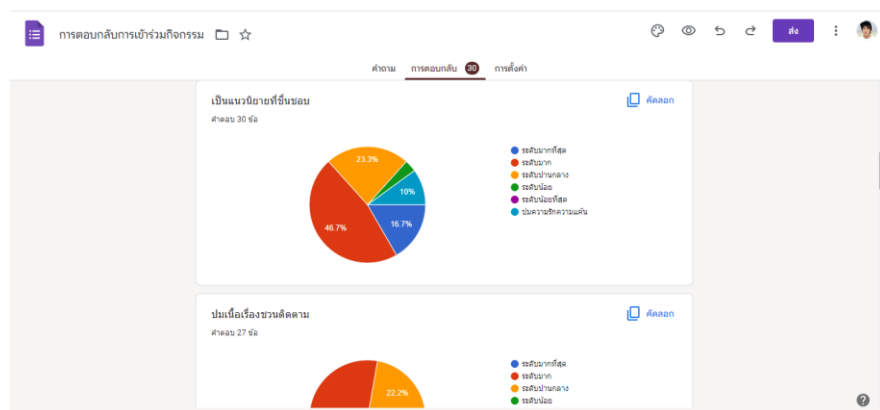


ภาพที่ 12 ตัวอย่างผลตอบกลับของแบบสอบถามประเมินคุณภาพ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 13 ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจ



ภาพที่ 14 ตัวอย่างผลตอบกลับของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ผลการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยนี้ (research participants) ได้แก่ รูปแบบการทดสอบที่ใช้มีกลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจผู้อ่านนิยายออนไลน์แบบเจาะจงตามช่วงวัยโดยกำหนดอายุเฉลี่ยตั้งแต่ 16 ปี จนถึง 25 ปี จำนวน 30 คนแบบเจาะจงตามช่วงวัย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม Google Sheet แบบบันทึกประเด็นการอภิปรายหลังการอ่านนิยายออนไลน์ และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด.2545 : 102)

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}}$$

(1)

เมื่อ x แทน ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย, $\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน และ N แทน จำนวนคนทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือการวัดการกระจายของกลุ่มข้อมูล สูตรคือ

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}} \quad (2)$$

เมื่อ $S.D$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, x แทน คะแนนแต่ละตัว, N แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มนั้น และ $\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

โดยมีเกณฑ์การประเมินผลการวิจัย ดังนี้

- 4.51 – 5.00 ระดับมากที่สุด
- 3.51 – 4.50 ระดับมาก
- 2.51 – 3.50 ระดับปานกลาง
- 1.51 – 2.50 ระดับน้อย
- 1.00 – 1.50 ระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพนิยายออนไลน์

ข้อมูลในการประเมินด้านคุณภาพ	ผลการประเมินด้านคุณภาพ		
	\bar{x}	S.D	ผลการประเมิน
ด้านเนื้อหา	3.93	0.78	มาก
ด้านเทคโนโลยีที่นำมาใช้	3.93	0.58	มาก
ด้านความเหมาะสมการแสดงผลภาพและตัวอักษรประกอบนิยาย	4.03	0.66	มาก
การพิสูจน์อักษรในนิยาย	4.13	0.73	มาก
การเข้าถึงข้อมูล	4.03	0.76	มาก
ความเร็วในการแสดงผล	4.03	0.76	มาก
UX/UI	4.06	0.69	มาก
รวม	4.02	0.07	มาก

จากตารางพบว่า คุณภาพของงานวิจัยจากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อนิยาย เมื่อพิจารณาเป็นรายการพบว่า ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=3.93$, S.D.=0.78) ด้านเทคโนโลยีที่นำมาใช้อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=3.93$, S.D.=0.58) ด้านความเหมาะสมการแสดงผลภาพและตัวอักษรประกอบนิยายอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.03$,

S.D.=0.66) การพิสูจน์อักษรในนิยายอยู่ในระดับมาก (\bar{X} =4.13, S.D.=0.73) การเข้าถึงข้อมูลอยู่ในระดับมาก (\bar{X} =4.03, S.D.=0.76) ความเร็วในการแสดงผลอยู่ในระดับมาก (\bar{X} =4.03, S.D.=0.76) UX/UI อยู่ในระดับมาก (\bar{X} =4.06, S.D.=0.69) ผลการประเมินคุณภาพนิยายออนไลน์รวมอยู่ในระดับมากตามตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อนิยายออนไลน์

ข้อมูลในการวัดแบบสอบถามความพึงพอใจ	ด้านความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D	ผลการประเมิน
เป็นนิยายที่ชื่นชอบ	3.9	0.75	มาก
ปมเนื้อเรื่องชวนติดตาม	3.93	0.58	มาก
ความซับซ้อนของเรื่อง	4	0.64	มาก
ภาษาที่ใช้	4.1	0.71	มาก
ภาพประกอบที่ใช้	4.03	0.76	มาก
ความประทับใจหลังการอ่าน	4.03	0.76	มาก
เมื่ออ่านแล้วต้องการติดตามผลงานผู้เขียน	4.06	0.69	มาก
ระดับความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้	3.93	0.73	มาก
ความยากง่ายในการค้นหาข้อมูลนิยาย	3.9	0.66	มาก
ระดับความนิยมเว็บไซต์ที่ตีพิมพ์	3.93	0.82	มาก
รวม	3.98	0.07	มาก

จากตารางพบว่า ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อนิยาย เมื่อพิจารณาเป็นรายการพบว่า เป็นนิยายที่ชื่นชอบในระดับมาก (\bar{X} =3.9, S.D.=0.75) ปมเนื้อเรื่องชวนติดตามในระดับมาก (\bar{X} =3.93, S.D.=0.58) ความซับซ้อนของเรื่องในระดับมาก (\bar{X} =4, S.D.=0.64) ภาษาที่ใช้ในระดับมาก (\bar{X} =4.1, S.D.=0.71) ภาพประกอบที่ใช้ในระดับมาก (\bar{X} =4.03, S.D.=0.76) ความประทับใจหลังการอ่านในระดับมาก (\bar{X} =4.03, S.D.=0.76) เมื่ออ่านแล้วต้องการติดตามผลงานผู้เขียนในระดับมาก (\bar{X} =4.06, S.D.=0.69) ระดับความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้ในระดับมาก (\bar{X} =3.93, S.D.=0.73) ความยากง่ายในการค้นหาข้อมูลนิยายในระดับมาก (\bar{X} =3.9, S.D.=0.66) ระดับความนิยมเว็บไซต์ที่ตีพิมพ์ในระดับมาก (\bar{X} =3.93, S.D.=0.82) ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อนิยายออนไลน์รวมอยู่ในระดับมากตามตารางที่ 2

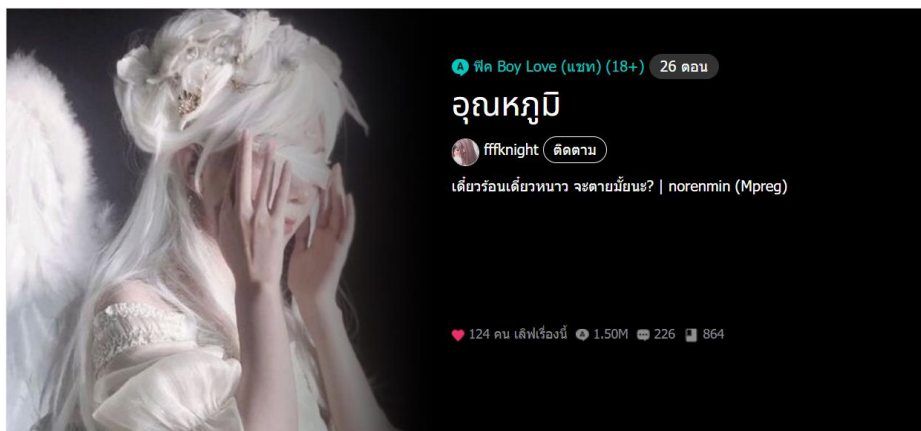
วิจารณ์ผล

การใช้ข้อมูลจาก Google Trends ผู้วิจัยได้นำมาอ้างอิงข้อมูลสำหรับการแตงนิยาย แนวโรแมนติก โดยมีการวางพล็อตเรื่อง ตามแนวทางที่ได้ค้นหาความนิยมของผู้อ่านโดยการใช้ข้อมูลจาก Google Trends จึงได้

เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องความรักวัยรุ่นนปมความรักความแค้นเข้าใจผิด ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง 30 คนแบบเจาะจงตามช่วงวัย เป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ โดยผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างรวมอยู่ที่ระดับพึงพอใจมาก โดยการประเมินด้านปมเนื้อเรื่องชวนติดตามได้รับความสนใจมาก จากการแตงนินาย พบว่า มียอดเข้าชมและยอดติดตามเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสามารถนำไปสร้างรายได้ และเป็นอาชีพในอนาคต

สรุปผล

แตงนินายจากการสำรวจความนิยมนินายออนไลน์แต่ละประเภทโดยข้อมูลจาก Google Trends ตามวัตถุประสงค์ข้อ 3 ได้ผลวิจัยว่า ผลสำรวจความนิยมในนินายประเภทต่างโดยข้อมูลจาก Google Trends คือนินายประเภทโรแมนติกได้รับความนิยมมากที่สุด และการออกแบบและแตงนินายประเภทโรแมนติกเรื่อง อุดหนุนประสบความสำเร็จในระดับดีมากโดยผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 30คนแบบเจาะจงตามช่วงวัย และมียอดผู้เข้าชมนินายออนไลน์เรื่องอุดหนุนมากกว่า 100 คน



ภาพที่ 15 ตัวอย่างยอดผู้เข้าชมนินายออนไลน์เรื่องอุดหนุน 1.50M. (M = million)

เอกสารอ้างอิง

วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี. 2563. ประเภทของนินาย (Fiction) แหล่งข้อมูล:

http://www.stc.ac.th/external_links.php?links=1849# ค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2565.

เอนคาร์นี อาร์โคยา. 2563. นินายโรแมนติก:ค้นพบประเภทวรรณกรรมที่ขายดีที่สุด แหล่งข้อมูล:

<https://www.actualidadliteratura.com/th/นินายรัก> ค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2565.

อรยา เขาวนาธิคม, สุวิชัย โกศัยยะวัฒน์. 2553. ผลกระทบของนินายบนอินเทอร์เน็ตที่มีต่อค่านิยมของวัยรุ่นหญิงในจังหวัดชลบุรี. วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม 6(1): 96

Nutn0n. 2561. สอนใช้ Google Trends มาดูว่าคนไทยค้นหาเรื่องอะไรบนโลกอินเทอร์เน็ต แหล่งข้อมูล:

<https://www.rainmaker.in.th/googlet-trends-tips/> ค้นเมื่อ 12 กันยายน 2565

การพัฒนาระบบการทำงานในรูปแบบ Work From Anywhere
ของสายงานวางแผนและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารออมสิน
Development of work systems in the form of Work From Anywhere
in the planning and developing information technology of
Government Saving Bank

เมธาวัดน์ ระโหฐาน^{1*} อธิพิงษ์ เขมะเพชร²
Meatawat Rahothan¹ Ittipong Khemapech²

¹คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
126/1 ถนน วิภาวดีรังสิต 2 แขวง รัชดาภิเษก เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400

¹University of the Thai Chamber of Commerce
126/1 Vibhavadi Rangsit Road, Din Daeng, Bangkok 10400

*Corresponding author E-mail: 2111131605009@live4.utcc.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาระบบการทำงานในรูปแบบ work from anywhere ของสายงานวางแผนและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารออมสิน โดยการจัดทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ เพื่อค้นหาความต้องการของพนักงาน สิ่งที่น่าสนใจ กระบวนการทำงาน โดยนำข้อมูลที่ได้รับจากแบบสำรวจจัดทำกรพัฒนาระบบงานของการพัฒนาระบบงาน ผลการสำรวจแบบสอบถามการทำงานแบบ Work From Anywhere แบ่งออกเป็น 2 ด้านได้แก่ ด้านประโยชน์ของกระบวนการทำงานแบบ Work From Anywhere และด้านประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานแบบ Work From Any Where ซึ่งจากผลการศึกษา ผู้ศึกษาได้เสนอแนวทางการจัดกระบวนการทำงานแบบ Work From Anywhere เป็น 2 แนวทาง ได้แก่ แนวทางเลือกที่ 1 การทำงานแบบผสมระหว่างทำงานที่สำนักงานและทำงานแบบ Work From Anywhere และแนวทางเลือกที่ 2 การทำงานแบบ Work From Anywhere

โดยผู้ศึกษาได้เสนอให้พัฒนาระบบการทำงานในรูปแบบ Work From Anywhere ตามแนวทางเลือกที่ 2 ใช้สำหรับการสายงานวางแผนและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารออมสิน เพื่อประสิทธิภาพของการทำงานและลดระยะเวลาการทำงาน อีกทั้งสนับสนุนการทำงานของพนักงานจากพื้นที่นอกสำนักงาน

คำสำคัญ: รูปแบบการทำงาน, ระบบจัดการเวลา

Abstract

The objective of this research is to study the development of working systems in work from anywhere in the planning and developing information technology of Government Saving Bank by conducting an analysis of the data from the survey questionnaire and interview to find out the needs of employees and work process supports by using the information obtained from the survey to develop the work process of system development. The results of this research about Work From Anywhere can be divided into two section including about the benefits of the work process and efficiency of Work from Anywhere. From the this research is proposed for 2 choices is Hybrid working between GSB office and work from anywhere and the second choice is work from anywhere only. The study proposed the second choice to develop a work process in Work From Anywhere for Planning and developing of information technology of Government Saving Bank for efficiency of save and reduce the working time it also support employee apart from office.

Keywords: work from anywhere, manday management

บทนำ

ด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ในปัจจุบันนี้หน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐบาลและเอกชนได้นำรูปแบบการทำงานแบบ Work From Home เข้ามาประยุกต์ใช้กับการทำงานของแต่ละหน่วย ซึ่งสายงานวางแผนฯ ได้นำรูปแบบการทำงานดังกล่าวมาปรับใช้เช่นกัน โดยในเบื้องต้นมีการกำหนดการทำงานแบบ 70 % และปรับใช้แบบ 100% เมื่อสถานการณ์แพร่ระบาดเริ่มรุนแรงขึ้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดการพัฒนาระบบการทำงานในรูปแบบ Work From Anywhere ของสายงานวางแผนและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารออมสิน โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการเวลา (Manday Management) สำหรับบันทึกกิจกรรมการทำงานของพนักงานส่วนชำระค่าสินค้าและบริการ ธนาคารออมสิน และมีการบูรณาการในการเชื่อมโยงผลการการทำงานที่ได้จาก Microsoft365 ซึ่งประกอบด้วย Microsoft Teams ,One drive และ Planner เข้าด้วยกัน โดยใช้หลักการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบตามวงจรการพัฒนา ระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษา ออกแบบ พัฒนาระบบงานการทำงาน การมอบหมายงาน และการติดตามงานสำหรับการทำงานแบบ Work From Anywhere

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มพนักงานสังกัดสายงานวางแผนและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารออมสิน จำนวน 215 คน จากสูตร ทาโร ยามาเน (Taro Yamene, 1973:125) การคำนวณหาขนาดของกลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยจะได้เป็นจำนวน 140 คน จากกลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

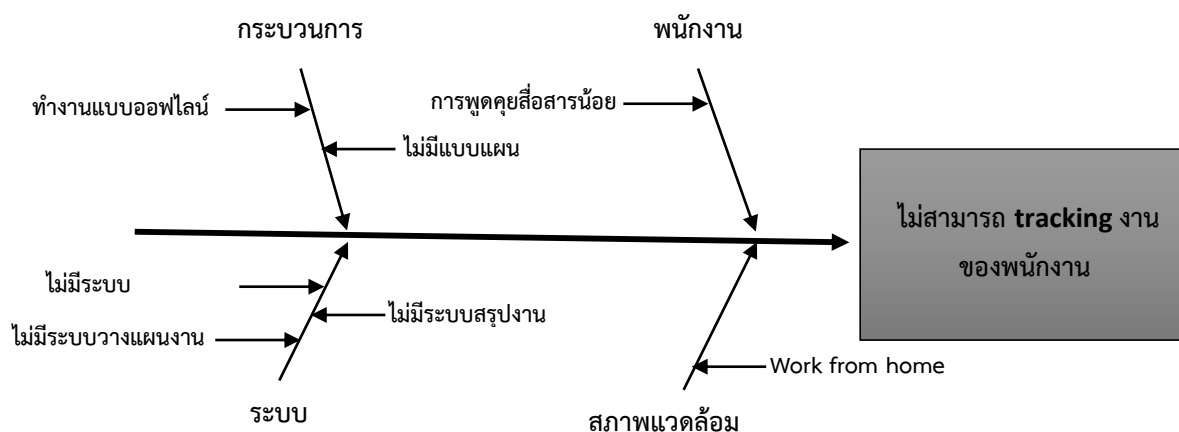
1) การใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบ ,แบบสอบถามเกี่ยวกับประโยชน์ในการใช้งาน และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมมีลักษณะเป็นเป็นคำถามปลายเปิด (Open Ended Question)

2) การเก็บข้อมูลแบบสัมภาษณ์ (Interview) โดยสัมภาษณ์พนักงานสายงานวางแผนและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารออมสิน เพื่อได้ข้อมูลสนับสนุนในการพัฒนาระบบการทำงานในรูปแบบ work from anywhere โดยสัมภาษณ์ตามบทบาทหน้าที่ที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะ ได้แก่ พนักงานพัฒนาระบบงาน ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่าย และรองผู้อำนวยการฝ่าย ฝ่ายระบบงานอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากข้างต้น มาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram)

3) การพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการเวลา (Manday Management) โดยการสำรวจ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ปัญหา และพัฒนาระบบเพื่อแก้ไขปัญหาจากการเก็บข้อมูลแบบสัมภาษณ์ (Interview)

3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการสัมภาษณ์พนักงานพบว่าในการทำงานมีการทำงานโปรเจกต์พร้อมกัน ทำให้พนักงานและหัวหน้างานไม่สามารถทราบสถานะการทำงาน (Tracking) ,กิจกรรมการทำงานในแต่ละวัน และไม่สามารถตรวจสอบการทำงานของแต่ละโปรเจกต์ได้ ทำให้พนักงานเองไม่ทราบว่าตนเองทำงานในแต่ละงานมากหรือน้อยเกินไป (Manday) เช่น การประชุมวางแผนที่ไม่ได้ข้อสรุป การแก้ไขปัญหาที่ไม่ทราบสาเหตุหรือแก้ไขไม่ได้ เป็นต้น โดยจากปัญหาข้างต้นนี้ได้นำเครื่องมือแผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) มาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram)

จากแผนภูมิข้างต้น เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถ Tracking งานของพนักงาน โดยใช้แผนภูมิแก๊งปลา (Fish Bone Diagram) ซึ่งจะเห็นว่าในส่วนที่สามารถแก้ไขได้ คือ ส่วนของระบบ และกระบวนการ โดยสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาในแต่ละด้าน ดังนี้

1) สาเหตุจากกระบวนการ

สาเหตุที่เกิดจากกระบวนการ โดยการดำเนินการแบบเดิมนั้นยังเป็นการทำงานแบบออฟไลน์ เช่น การประชุมแบบจัดในห้องประชุม การเก็บไฟล์เอกสารแยกตามเครื่องของตนเอง การส่งงานและการติดตามงานด้วยวาจา ทำให้ไม่มีแบบแผนในการดำเนินงาน

2) สาเหตุจากระบบ

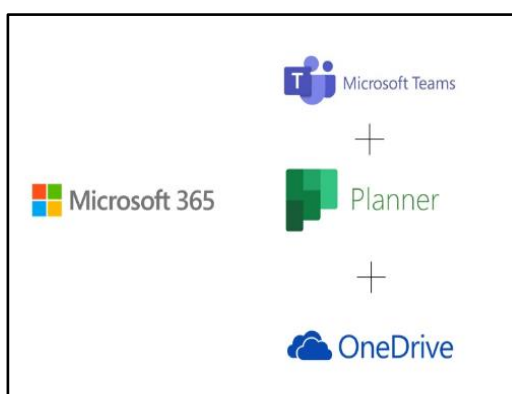
สาเหตุที่เกิดจากระบบ โดยไม่มีระบบ Tracking งานในแต่ละวัน ,แต่ละโครงการ ,แต่ละกิจกรรม ทำให้ไม่สามารถวางแผนงานและสรุปผลการดำเนินงานได้

4.วิธีการค้นหาแนวทางการแก้ไขปัญหา

จากปัญหาที่ได้นำเสนอไปแล้วนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้นำเสนอรูปแบบการพัฒนาระบบงาน สำหรับพนักงานสายงานวางแผนและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันของธนาคารออมสิน ได้แก่ Microsoft 365 ซึ่งทางธนาคารได้ดำเนินการจัดซื้อมาสนับสนุนการทำงานของพนักงานในสังกัด และทางผู้วิจัยเห็นว่า Microsoft 365 มีโปรแกรมย่อยสนับสนุนการทำงานในรูปแบบ Work From Anywhere จึงได้นำมาปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการทำงานเดิมของธนาคารที่เป็นลักษณะ Manual ประกอบด้วยโปรแกรม

Microsoft Team	ใช้สำหรับการจัดการประชุม
Planner	ใช้สำหรับการมอบหมายงาน ติดตามงาน และตรวจสอบ สถานะการทำงานของพนักงาน
OneDrive	ใช้สำหรับจัดเก็บไฟล์งาน

ตารางที่ 1 โปรแกรมย่อยของ Microsoft 365



ภาพที่ 2 รูปแบบโปรแกรมย่อยของ Microsoft 365

และพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการเวลา (Manday Management) สำหรับบันทึกกิจกรรมการทำงานของพนักงาน ส่วนชำระค่าสินค้าและบริการ ธนาคารออมสิน โดยมีการบูรณาการในการเชื่อมโยงผลการทำงานที่ได้จาก Microsoft Teams ,One drive และ Planner เข้าด้วยกันโดยใช้หลักการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบ ตามวงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC)

ผลการวิจัย

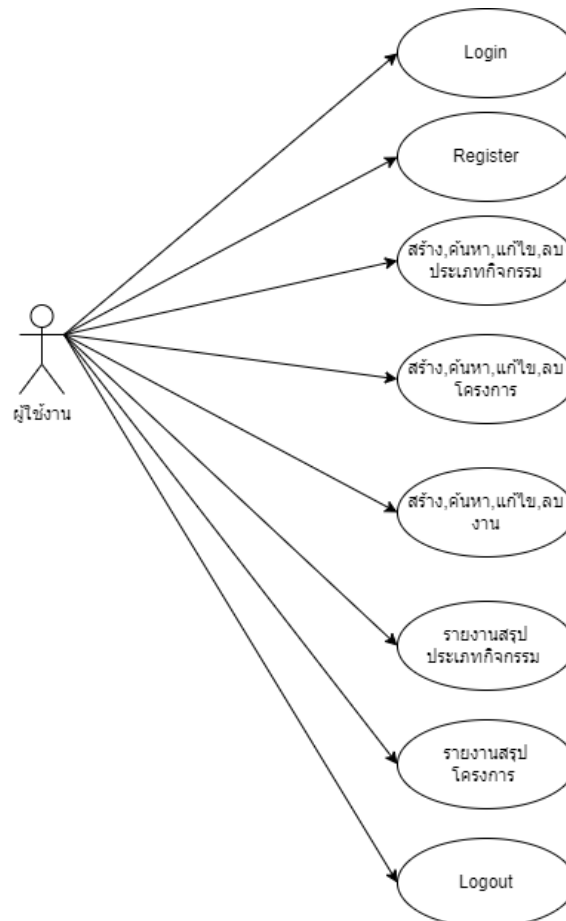
ผลลัพธ์จากการพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการเวลา (Manday Management)

โดยการพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการเวลา (Manday Management) มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดต่างๆจากปัญหาข้างต้น
2. นำข้อมูลมาวิเคราะห์, กำหนดความต้องการของระบบ และขอบเขตของโปรแกรม
3. ออกแบบระบบ และออกแบบฐานข้อมูลระบบจัดการเวลา (Manday Management) ซึ่งประกอบไปด้วย

ด้วย

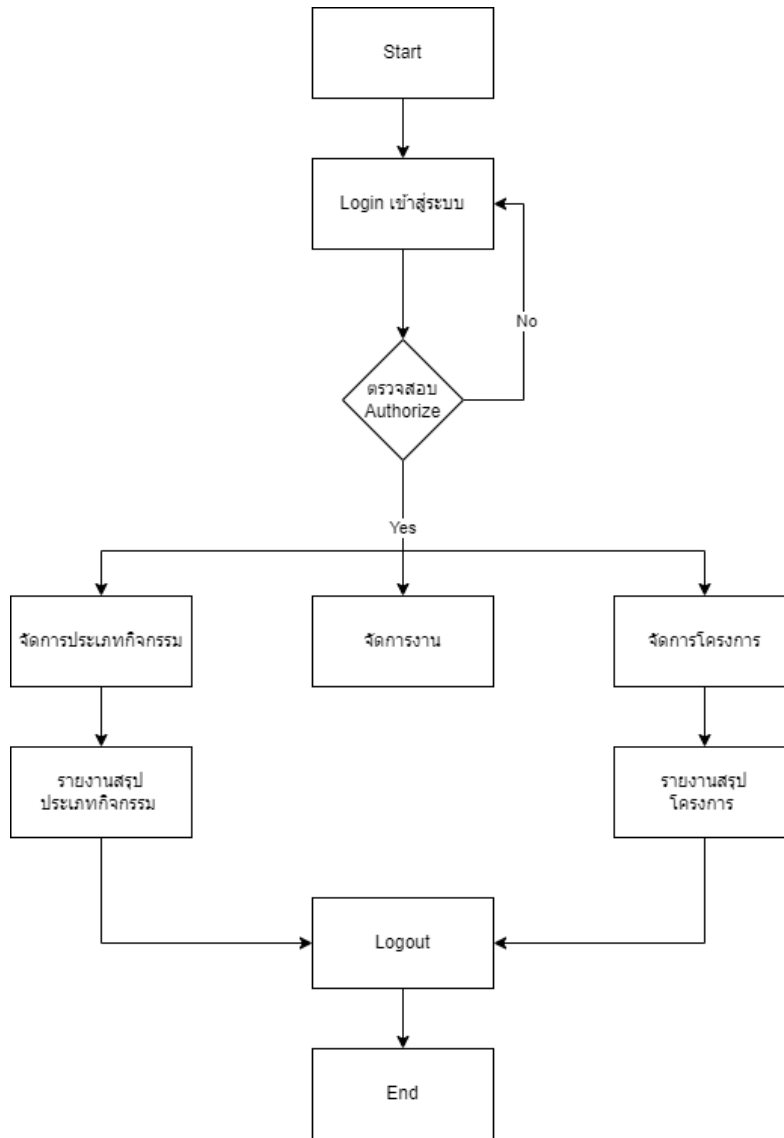
3.1 แผนผังแบบจำลอง (Use Case Diagram) การทำงานของระบบ เพื่อแสดงถึงความสามารถของระบบ เพื่อใช้เป็นรากฐานในการเริ่มต้นวิเคราะห์ระบบ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนผังแบบจำลอง (Use Case Diagram)

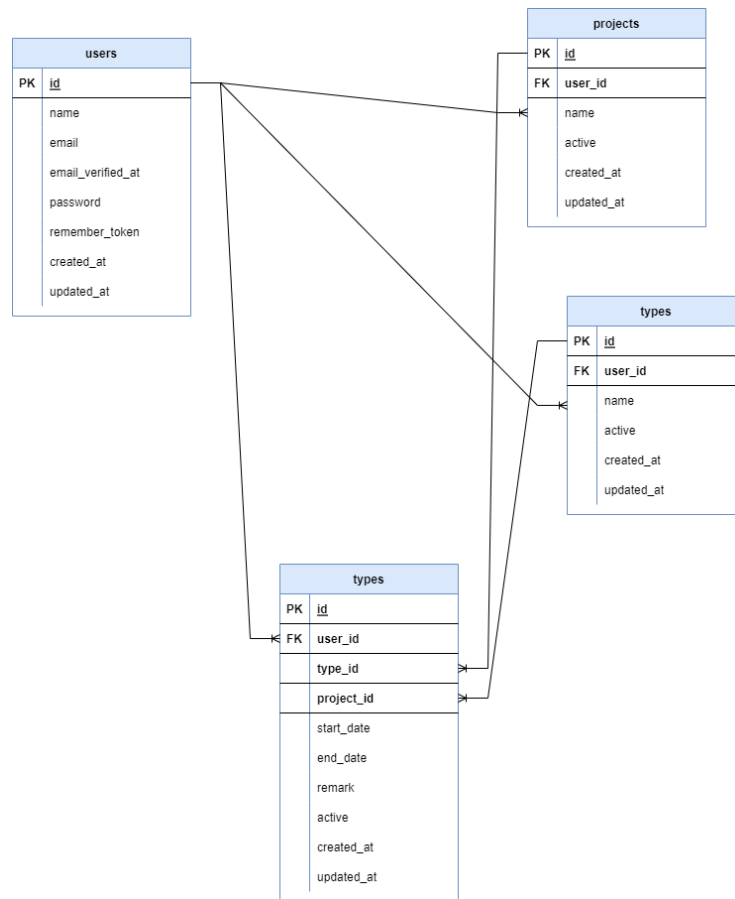
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

3.2 แผนผังระบบงาน (Flowchart) การทำงานของระบบแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานระบบ และการแสดงภาพรวมการกระทำที่เกี่ยวข้องกับระบบงาน ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนผังระบบงาน (Flowchart)

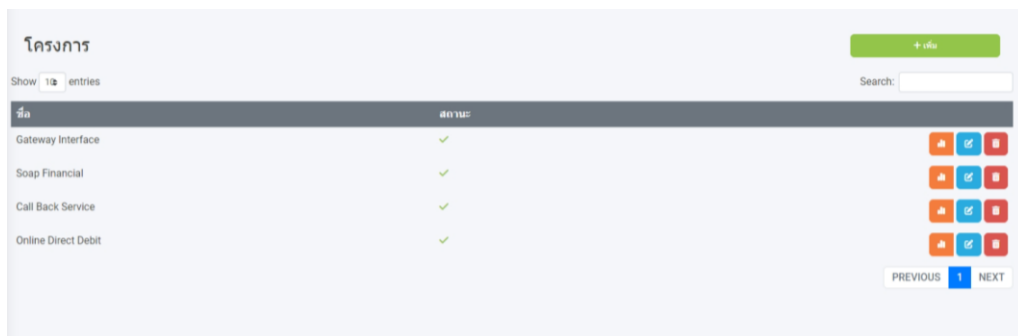
3.3 แผนผังแบบจำลองข้อมูล (ER Diagram) โดยเป็นแบบจำลองฐานข้อมูลเพื่ออธิบายถึงโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล (Relationship) ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนผังแบบจำลองข้อมูล (ER Diagram)

4. การพัฒนาระบบ โดยใช้ Laravel ซึ่งเป็น PHP Framework ในการพัฒนาระบบ Backend ,Bootstrap Framework ในการสร้างหน้า Frontend ให้สวยงาม และใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โดยผลการพัฒนาระบบจัดการเวลา (Manday Management) จะมีส่วนการทำงานดังต่อไปนี้

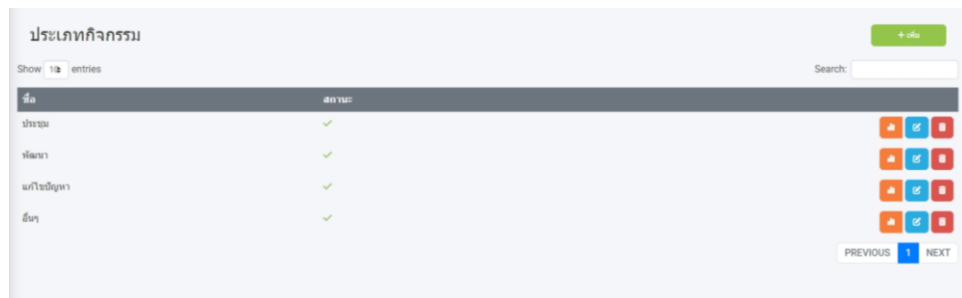
ในส่วนของเมนูโครงการ เป็นการแสดง เพิ่ม ลบ แก้ไข โครงการที่ผู้ใช้งานได้รับมอบหมาย โดยจะใช้ข้อมูลโครงการเหล่านี้ในส่วนของการบันทึกจัดการงานของพนักงาน



ภาพที่ 6 หน้าจอแสดงโครงการ

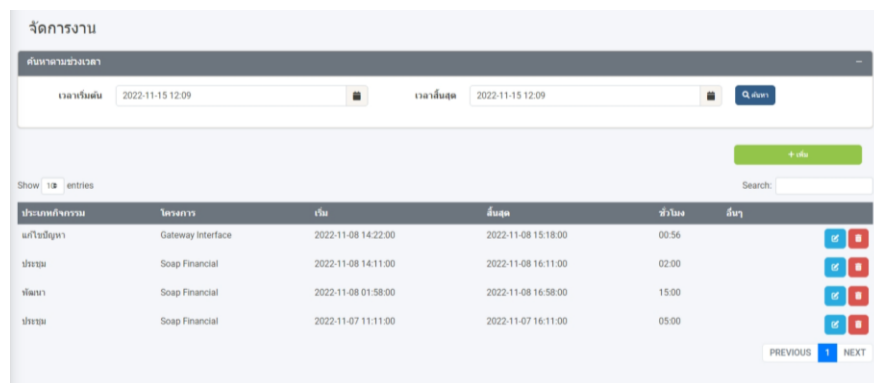
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ในส่วนของเมนูประเภทกิจกรรม เป็นการแสดง เพิ่ม ลบ แก้ไข ประเภทกิจกรรมของผู้ใช้งาน โดยจะใช้ข้อมูลโครงการเหล่านี้เป็นส่วนของการบันทึกจัดการงานของพนักงาน



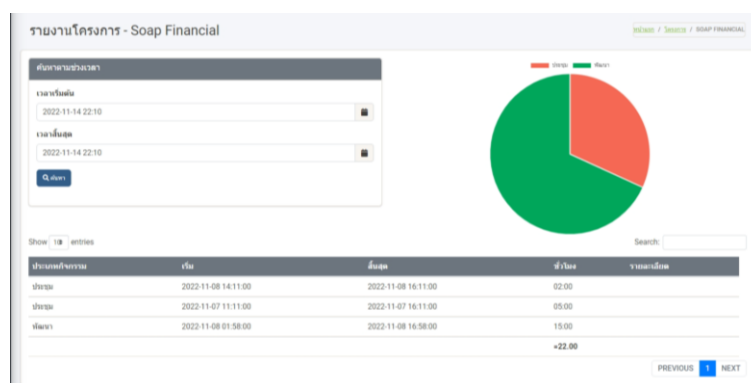
ภาพที่ 7 หน้าจอแสดงประเภทกิจกรรม

ในส่วนของเมนูจัดการงาน เป็นการแสดง เพิ่ม ลบ แก้ไข จัดการงานของผู้ใช้งาน โดยเป็นการบันทึกกิจกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในแต่ละวัน โดยสามารถแนบลิงก์การประชุม Microsoft Teams ,ลิงค์ของงานบน One Drive และลิงก์ในการอัปเดตสถานะงานบน Planner ในช่องอื่นๆ



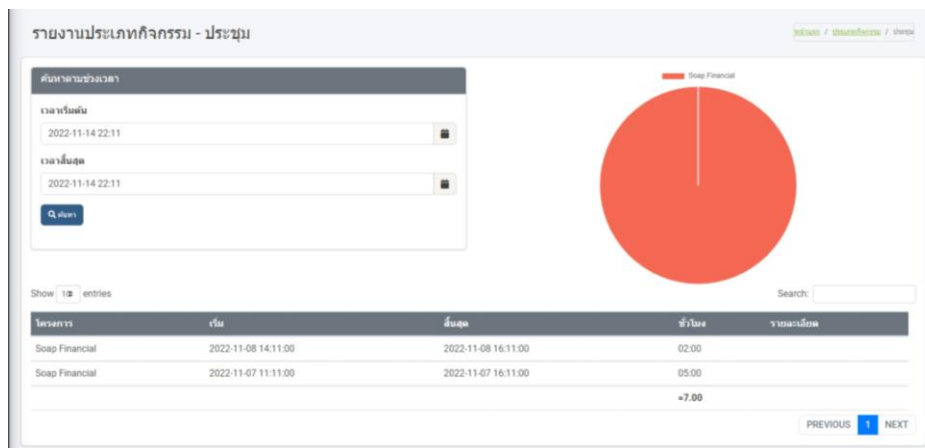
ภาพที่ 8 หน้าจอแสดงจัดการงาน

ในส่วนของเมนูรายงานโครงการ จะเป็นการสรุปกิจกรรมที่อยู่ภายใต้โครงการ และชั่วโมงการปฏิบัติงานทั้งหมดของผู้ใช้งาน โดยสามารถกำหนดช่วงเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดในการค้นหาได้



ภาพที่ 9 หน้าจอรายงานโครงการ

ในส่วนของเมนูรายงานประเภทกิจกรรม จะเป็นการสรุปโครงการที่อยู่ภายใต้กิจกรรม และชั่วโมงการปฏิบัติงานทั้งหมดของผู้ใช้งาน โดยสามารถกำหนดช่วงเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดในการค้นหาได้



ภาพที่ 10 หน้าจอรายงานประเภทกิจกรรม

5. ทดสอบระบบในแต่ละส่วน ได้แก่ ส่วนล็อกอิน ส่วนจัดการโครงการ ส่วนจัดการกิจกรรม ส่วนจัดการงาน รายงานโครงการ และรายงานประเภทกิจกรรม โดยจำลองข้อมูลในการทดสอบระบบ

วิจารณ์ผล

การศึกษาครั้งนี้พบว่าพนักงานสายงานวางแผนและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารอมสินมีความต้องการ และมีความพร้อมในการปฏิบัติงานในรูปแบบ Work From Anywhere อีกทั้งโปรแกรม Microsoft365 สามารถสนับสนุนการปฏิบัติงานในรูปแบบ Work From Anywhere ได้อย่างดี ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มนัสนันท์ ศรีนาคร,พิชิต พิทักษ์เทพสมบัติ(2553) ในงานศึกษาการทำงานทางไกลและที่บ้าน Telework and Work at Home พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจที่จะนำรูปแบบการทำงานทางไกลและที่บ้านเข้ามาเป็นทางเลือกใหม่ในการทำงาน และพบว่าการทำงานทางไกลและที่บ้านดีกว่าการทำงานในรูปแบบดั้งเดิม โดยสามารถสื่อสารกับเพื่อนร่วมงานและผู้บังคับบัญชาได้ดีกว่าเดิม ความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงานและผู้บังคับบัญชาก็ดีขึ้นกว่าเดิม มีผลงานมากขึ้นกว่าเดิม ความขัดแย้งลดลง และงานมีคุณภาพมากขึ้นกว่าเดิม โดยข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาเฉพาะพนักงานสังกัดสายงานวางแผนและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารอมสินเท่านั้น ทั้งนี้สามารถนำแบบสอบถามและกระบวนการปฏิบัติงานไปประยุกต์ใช้กับหน่วยงานอื่นๆ

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าการทำงานรูปแบบ Work From Anywhere ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานอยู่ในระบบมากที่สุด อันดับสองคือ ช่วยสนับสนุนการทำงาน และช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบงาน ตามลำดับ การติดตามการปฏิบัติงานของพนักงานสามารถติดตามได้อย่างเป็นรูปธรรมผ่านโปรแกรม MS Planner และโปรแกรมระบบจัดการเวลา (Manday Management) ทำให้ผู้บริหารสามารถติดตามงาน , มองเห็นสถานะงาน , รับรู้ความคืบหน้าของงาน , กิจกรรมการดำเนินงานในแต่ละวันและจำนวนงานทั้งหมดของหน่วยงาน ทั้งนี้การทำงานในรูปแบบ Work From Anywhere ทำให้เกิดความรวดเร็วในการสื่อสารงานระหว่างหน่วยงาน และพนักงานสามารถจัดการประชุมหรือปรึกษาหาข้อมูลผ่านโปรแกรม Microsoft Team ได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารอ้างอิง

มนัสนันท์ ศรีนิภาคารและ พิชิต พิทักษ์เทพสมบัติ. 2553. การทำงานทางไกลและที่บ้าน Telework and Work at Home. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม ปีที่6, 109-118

Yamane Taro. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. Third edition. New York: Harper and Row Publications.

การประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล
ในการพัฒนาระบบแนะนำกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF)
สำหรับผู้แนะนำการลงทุน กรณีศึกษาราชการออมสิน
Application of Data Mining Techniques in the Development Process
of Retirement Mutual Fund recommendation system
for Investment Consultant Case Government Saving Bank

ปภัสรนันท์ จันวงเดือน^{1*} สันต์ชัย รัตตนนท์²

Prapatsanan Chanwongduan^{1*} Sunchai Rattanon²

¹ กลุ่มวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีทางการเงิน มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ถนนวิภาวดีรังสิต เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400

¹ Master of Engineering Program in Computer Engineering and Financial Technology

University of the Thai Chamber of Commerce

Vibhavadi Rangsit Rd, Din Daeng, Bangkok 10400

*Corresponding author E-mail : 2111131605007@live4.utcc.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยในการตัดสินใจลงทุนในกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) และเพื่อพัฒนาต้นแบบในการนำเสนอกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) รูปแบบใหม่ ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ใช้ข้อมูลลูกค้าที่เคยทำธุรกรรมซื้อกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) กับธนาคารออมสิน จำนวน 6,860 ราย มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล เพื่อค้นหาปัจจัยในการตัดสินใจลงทุนและสร้างตัวแบบด้วยโปรแกรม Weka ซึ่งใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูล 3 อัลกอริทึม คือ Tree : J48, Rules : PART และ Bayes : Naive Bayes ผลสรุปพบว่า อัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ Tree : J48 โดยมีค่าความถูกต้อง เท่ากับ 97.14 % จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยในการตัดสินใจลงทุนในกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) มีทั้งหมด 13 ปัจจัย ประกอบไปด้วยปัจจัยด้านบุคคล คือ เพศ อาชีพ อายุ เงินลงทุน และปัจจัยในการตัดสินใจเลือกลงทุน คือ ภาระทางการเงิน สถานภาพทางการเงิน ประสบการณ์ในการลงทุน ระยะเวลาที่ไม่มีความจำเป็นใช้เงินลงทุน วัตถุประสงค์หลักในการลงทุน กลุ่มผลตอบแทนที่เต็มใจลงทุน ความรู้สึกหากเลือกลงทุนเสี่ยงสูงแต่โอกาสขาดทุนสูงด้วย การยอมรับในมูลค่าเงินที่ลดลง และ ความรู้สึกหากผลตอบแทนลดลง จึงได้กฎพื้นฐานเพื่อนำมาสร้างตัวแบบทั้งหมด 885 กฎ จากนั้นนำตัวแบบที่ได้มาพัฒนาระบบแนะนำกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ เพื่อสนับสนุนการใช้งานให้กับผู้แนะนำการลงทุนในการคัดเลือกกองทุนให้กับลูกค้า โดยมีการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (UX/UI) และให้กลุ่มผู้แนะนำการลงทุนที่มีความเชี่ยวชาญในการนำเสนอกองทุนทั้งหน่วยงานส่วนกลางและสาขา จำนวน 14 ราย ทดลองใช้งานพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ : การทำเหมืองข้อมูล, ต้นไม้ตัดสินใจ, นาอ็อปเบย์, ออกแบบ UX/UI

Abstract

The general purpose of this study was to analyze the factors of investment decision in Retirement Mutual Fund (RMF) and to develop a new model for investment decision in Retirement Mutual Fund (RMF). The data of 6,860 customers who had previously purchased Retirement Mutual Fund (RMF) transactions with the Government Savings Bank were used to analyze the data using data mining techniques. To analyze for investment decision factors and create a model using Weka application, which uses three data classification technique algorithms, namely Tree : J48, Rules : PART and Bayes : Naive Bayes. The best algorithm technique is Tree : J48 with accuracy equal to 97.14%

From the results of the study, it was found that there were 13 factors of making a decision to invest in Retirement Mutual Funds (RMF), which consists of the following personal factors: gender, occupation, age, investment capital, and investment decision factors, namely financial burden, financial status, investment experience, period of time without the need for investment, main investment objectives, group of willingness return on investment, feelings of choosing to invest with high risk but high loss potential, An acceptance of the diminished value of money and the feeling of diminishing returns. Therefore, basic rules were obtained to create a total of 885 rules of the model. Then, the model was used to develop a Retirement Mutual Fund recommendation system. To support the investment advisers in selecting funds for customers. By designing a user interface (UX/UI) and allowing a group of 14 investment consultants who specialize in fund presentation, both central agencies and branches, to test it. It was found that the users were satisfied at a very good level.

Keywords : Data Mining, Decision Tree, Naive Bayes, UX Design, UI Design

บทนำ

ปัจจุบันธนาคารออมสิน เป็นตัวแทนจำหน่ายกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) ซึ่งมีกองทุนหลากหลายให้ผู้ลงทุนเลือกลงทุน และสิ่งสำคัญก่อนการตัดสินใจลงทุนนั้น ผู้ลงทุนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกองทุนรวมและจะต้องศึกษาข้อมูลอย่างดี หรือได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญก่อนตัดสินใจลงทุนทุกครั้ง เพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการลงทุนรวมทั้งผลตอบแทนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งผู้ที่ทำหน้าที่ในการแนะนำและให้คำปรึกษากับลูกค้า นั้น คือ ผู้แนะนำการลงทุนที่มีใบอนุญาตถูกต้อง และเนื่องด้วยปัจจุบันจำนวนผู้แนะนำการลงทุน และเวลาที่มีอย่างจำกัด อีกทั้งจำนวนลูกค้าที่มาทำธุรกรรมนั้นค่อนข้างสูงในแต่ละวัน ซึ่งกระบวนการในการเลือกและวิเคราะห์กองทุนที่เหมาะสมให้กับลูกค้าในปัจจุบันนั้น ยังเป็นการวิเคราะห์ด้วยเอกสารและต้องอาศัยความเชี่ยวชาญจากผู้แนะนำการลงทุน เพื่อนำเสนอกองทุนที่เหมาะสมกับ

ความต้องการของลูกค้า จึงนำมาสู่การพัฒนาตัวแบบ (Model) และเลือกตัวแบบที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูงสุด เพื่อให้ผู้แนะนำการลงทุนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการช่วยตัดสินใจเลือกกองทุนที่เหมาะสมให้กับลูกค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยในการตัดสินใจลงทุนในกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF)
2. เพื่อพัฒนาต้นแบบในการคัดเลือกกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) รูปแบบใหม่

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูล ด้วย CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) ซึ่งเป็นกลุ่มลูกค้าที่เคยทำธุรกรรมซื้อกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) กับธนาคารออมสิน ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2563 - เดือน มิถุนายน 2565 จำนวน 6,860 ราย ซึ่งมีการลงทุนตั้งแต่ 1,000 บาท ถึง 500,000 บาท โดยการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) การทำความเข้าใจธุรกิจ (Business Understanding) เป็นขั้นตอนแรก โดยการเข้าใจถึงปัญหาธุรกิจ รวมถึงทำรู้ถึงความต้องการของธุรกิจว่ามีความต้องการอะไร

2) การทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding) ข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ได้จากแหล่งที่มาของข้อมูลโดยตรง ซึ่งเป็นข้อมูลจากหน่วยงานภายใน ของธนาคารฯ ที่ทำการรวบรวมข้อมูลไว้ โดยเป็นกลุ่มลูกค้าที่เคยทำธุรกรรมซื้อกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF)

3) การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) การเตรียมข้อมูลโดยทั่วไปจะแบ่งการออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) การเลือกข้อมูล (Data Selection) และ การแปลงข้อมูล (Data transformation)

4) การสร้างโมเดล (Modeling) เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการเหมืองข้อมูล คือ การใช้แบบจำลองในการทำนายกองทุน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ 3 อัลกอริทึม คือ Tree : j48, Rules : PART และ Bayes : Naive Bayes

5) การวัดประสิทธิภาพของโมเดล (Evaluation) เป็นขั้นตอนการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง ว่าสามารถนำไปใช้จริงและมีความถูกต้อง แม่นยำมากน้อยเพียงใด

6) การนำไปใช้จริง (Deployment) เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล ไปใช้ประโยชน์ในองค์กรหรือต่อยอดในกระบวนการอื่น ๆ เช่น การออกแบบระบบ หรือ พัฒนาระบบเพื่อใช้งานจริงในอนาคต

ขั้นตอนที่ 2 จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะได้แบบจำลองในการทำนายกองทุน และนำไปสู่กระบวนการค้นหาแนวทางแก้ไข โดยการออกแบบและพัฒนาระบบด้วยกระบวนการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การค้นหาปัญหาขององค์กร (Problem Recognition) ซึ่งพบว่าทำให้บริการที่ล่าช้า เนื่องจากผู้แนะนำการลงทุนแต่ละท่านมีความเชี่ยวชาญแตกต่างกัน
- 2) การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) เป็นการวิเคราะห์ทั้งข้อดีและข้อเสียในการพัฒนาระบบว่าเหมาะสมหรือไม่ที่จะมีการพัฒนา หรือปรับปรุงระบบ
- 3) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการรวบรวมข้อมูลปัญหาความต้องการ (Requirement) ของผู้ใช้งานโดยการสัมภาษณ์ผู้แนะนำการลงทุน ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ให้บริการลูกค้าที่มีใบอนุญาตผู้แนะนำการลงทุน (IC) ที่สังกัดในหน่วยงานส่วนกลาง เพื่อสอบถามถึงปัญหาและแนวทางเพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาระบบให้กับพนักงาน
- 4) การออกแบบ (Design) เป็นการออกแบบตั้งแต่โครงสร้างและการทำงานของระบบ, UX (User eXperience) และ UI (User Interface)
- 5) การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) เป็นขั้นตอนการออกแบบ และทดสอบการเชื่อมต่อของหน้าจอการทำงานว่าตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานหรือไม่
- 6) การติดตั้ง (Implementation) เป็นขั้นตอนการให้ผู้ใช้งานทดลองใช้งาน ในรูปแบบ Mock up
- 7) การซ่อมบำรุงระบบ (System Maintenance) เป็นขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขหลังจากเริ่มดำเนินการ โดยเก็บรวบรวมคำแนะนำจากการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ผลการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลกลุ่มลูกค้าที่เคยทำธุรกรรมกับธนาคารฯ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2563 - มิถุนายน 2565 จำนวน 6,860 ราย เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยในการตัดสินใจลงทุนในกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) และนำมาใช้เป็นกฎพื้นฐานเพื่อต่อยอดพัฒนาระบบแนะนำกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) นั้น วิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน

1) การทำความเข้าใจธุรกิจ (Business Understanding) ปัญหาของธุรกิจ คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์และเลือกกองทุนที่เหมาะสมให้กับลูกค้าในปัจจุบันนั้น ยังเป็นรูปแบบเอกสารแบบประเมินความเหมาะสมในการลงทุนของลูกค้า มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อแนะนำกองทุนที่เหมาะสมตามระดับความเสี่ยงของลูกค้า

2) การทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding) ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาข้อมูลกลุ่มลูกค้าที่เคยทำธุรกรรมซื้อกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) กับธนาคาร โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2563 - มิถุนายน 2565 จำนวน 6,860 ราย ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีจำนวนมากและเหมาะสมกับการนำมาวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) ที่ประกอบไปด้วย 13 ปัจจัย ปัจจัยด้านบุคคล เช่น เพศ อาชีพ อายุ เงินลงทุน และ ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกลงทุน เช่น ภาระทางการเงิน เป้าหมายในการลงทุน กลุ่มและประเภทที่ประสงค์จะลงทุน ประสบการณ์ในการลงทุน เป็นต้น

ตารางที่ 1 แสดงค่าตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

แอตทริบิวต์	ความหมาย
Amount	เงินที่ลงทุน (ต่อครั้ง)
Gender	เพศ
Occupation	อาชีพ
No1	คำถามข้อที่ 1 : ปัจจุบันท่านอายุ
No2	คำถามข้อที่ 2 : ปัจจุบันท่านมีภาระทางการเงินและค่าใช้จ่ายประจำ
No3	คำถามข้อที่ 3 : ท่านมีสถานภาพทางการเงินในปัจจุบันอย่างไร
No4	คำถามข้อที่ 4 : ท่านเคยมีประสบการณ์ หรือมีความรู้ในการลงทุนในทรัพย์สินกลุ่มใดต่อไปบ้าง
No5	คำถามข้อที่ 5 : ระยะเวลาที่ท่านคาดว่าจะไม่มีความจำเป็นต้องใช้เงินลงทุนนี้
No6	คำถามข้อที่ 6 : วัตถุประสงค์หลักในการลงทุนของท่าน
No7	คำถามข้อที่ 7 : ผลตอบแทนของกลุ่มการลงทุนที่อาจเกิดขึ้น ท่านเต็มใจที่จะลงทุนในกลุ่มการลงทุนใด
No8	คำถามข้อที่ 8 : ถ้าท่านเลือกลงทุนในทรัพย์สินที่มีโอกาสได้รับผลตอบแทนมาก แต่มีโอกาสดูขาดทุนสูงด้วยเช่นกัน ท่านจะรู้สึกอย่างไร
No9	คำถามข้อที่ 9 : ท่านจะรู้สึกกังวล/รับไม่ได้ เมื่อมูลค่าเงินลงทุนของท่านมีการปรับตัวลดลงในสัดส่วนเท่าใด
No10	คำถามข้อที่ 10 : หากปีที่แล้วท่านลงทุนไป 100,000 บาท ปีนี้ท่านพบว่ามูลค่าเงินลงทุนลดลงเหลือ 85,000 บาท ท่านจะทำอย่างไร

3) การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) การเตรียมข้อมูลโดยทั่วไปจะแบ่งการออกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ การทำความสะอาดข้อมูล โดยการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ข้อมูลที่มีค่า NULL และแสดงค่าว่าง การเลือกข้อมูล เป็นการคัดเลือกข้อมูลกลุ่มที่มีการทำธุรกรรมตั้งแต่ 1,000 – 500,000 บาท การแปลงข้อมูล เป็นการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของตัวเลขแทน เช่น 3 – พนักงานรัฐวิสาหกิจ แปลงเป็นเลข 3

4) การสร้างโมเดล (Modeling) จากการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งอัลกอริทึมที่เลือกมาใช้ในการวิเคราะห์ และสร้างตัวแบบโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลการโดยใช้การจำแนกข้อมูล ใช้ทั้งหมด 3 อัลกอริทึม คือ Tree : j48, Rules : PART และ Bayes : Naive Bayes พบว่าอัลกอริทึมที่มีค่าความถูกต้องในการทำนายสูงสุด คือ Tree : J48 ซึ่งมีค่า Correctly Classified Instances = 97.14 % และค่า Incorrectly Classified Instances = 2.86 % ผลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 อัลกอริทึม

ลำดับที่	อัลกอริทึมที่ใช้ ในการวิเคราะห์	Correctly Classified Instances (%)	Incorrectly Classified Instances (%)
1	Tree : J48	97.14	2.86
2	Rules : PART	97.04	2.96
3	Bayes : Naive Bayes	88.13	11.87

5) การวัดประสิทธิภาพของโมเดล (Evaluation) เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทั้ง 3 อัลกอริทึม โดยใช้วิธีการวัดประสิทธิภาพ 3 รูปแบบ คือ (1) Use training set คือ การใช้ข้อมูลทดสอบทั้งชุด (2) Cross-validation Folds คือ การแบ่งข้อมูลแบบสุ่มออกเป็น 5 และ 10 ชุด และ (3) Percentage split คือ การแบ่งข้อมูลในการทดสอบเพียง 66% เท่านั้น ซึ่งจากผลการวัดประสิทธิภาพจะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมที่มีความน่าเชื่อถือและเหมาะสมที่สุด คือ Tree : J48

ตารางที่ 3 ผลการวัดประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึม

อัลกอริทึมที่ใช้ ในการวิเคราะห์	วิธีการวัดประสิทธิภาพ	Accuracy ค่าความถูกต้อง	Precision ค่าความแม่นยำ	Recall ค่าความระลึก	F-Measure ค่าความถ่วงดุล
Tree : J48	Use training set	0.971	0.972	0.971	0.971
	5-fold cross-validation	0.920	0.921	0.920	0.920
	10-fold cross-validation	0.928	0.928	0.928	0.928
	Percentage split (66%)	0.901	0.902	0.901	0.901
Rules : PART	Use training set	0.970	0.970	0.970	0.970
	5-fold cross-validation	0.907	0.907	0.907	0.907
	10-fold cross-validation	0.916	0.916	0.916	0.916
	Percentage split (66%)	0.886	0.887	0.886	0.886
Bayes : Naive Bayes	Use training set	0.881	0.881	0.881	0.881
	5-fold cross-validation	0.880	0.880	0.880	0.880
	10-fold cross-validation	0.881	0.881	0.881	0.881
	Percentage split (66%)	0.874	0.874	0.874	0.874

6) การนำไปใช้จริง (Deployment) จากการวัดประสิทธิภาพแล้ว พบว่าโมเดลที่มีประสิทธิภาพและค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ Tree : J48 จึงนำกฎพื้นฐานทั้ง 885 กฎ มาใช้เป็นตัวแบบในพัฒนาระบบในอนาคต โดยเมื่อมีข้อมูลชุดใหม่ที่ประกอบไปด้วย 13 ปัจจัยเข้ามา โมเดลจะใช้กฎพื้นฐานในการจัดกลุ่มว่าลูกค้ารายใหม่ อยู่ในกลุ่มใด ซึ่งจากผลลัพธ์ดังกล่าวจะได้กลุ่มลูกค้าแบ่งตามประเภทกองทุนตามระดับความเสี่ยงที่รับได้จำนวน 3 กลุ่ม (Class) โดยอธิบายความหมายของแต่ละกลุ่ม ดังนี้

L	Low (ระดับความเสี่ยงกองทุน 1-3)
M	Moderate (ระดับความเสี่ยงกองทุน 4-5)
H	Hight (ระดับความเสี่ยงกองทุน 6-8)

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างคำอธิบายกฎพื้นฐานที่ได้จากต้นไม้ตัดสินใจ

กฎพื้นฐาน	คำอธิบาย	Class
IF No7 = 1 and No8 = 1 and No6 = 1 and No9 = 2 and No5 = 1	ถ้าลูกค้าเลือกกลุ่มการลงทุนที่ 1 และมีความกังวลในการขาดทุน และ เน้นเงินต้นปลอดภัย และรู้สึกกังวลหากเงินลงทุนลดลง > 5-10% และ ระยะเวลาที่คาดว่าจะลงทุนไม่เกิน 1 ปี	L

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์และได้กฎพื้นฐานเพื่อนำมาสร้างตัวแบบโดยใช้คุณลักษณะทั้งหมด 13
คุณลักษณะ และเข้าสู่กระบวนการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ซึ่งแบ่ง
ออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) การค้นหาคำอธิบายขององค์กร (Problem Recognition) ซึ่งพบว่าการให้บริการที่ล่าช้า เนื่องจากผู้
แนะนำการลงทุนแต่ละท่านมีความเชี่ยวชาญแตกต่างกัน ต้องใช้เวลาและกระบวนการที่หลากหลาย ทั้งการ
จัดพิมพ์เอกสารต่าง ๆ มาใช้ประกอบการวิเคราะห์ และการตรวจสอบปัจจัยต่าง ๆ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูล
ลูกค้า และคัดเลือกกองทุนที่เหมาะสมกับลูกค้า ใช้เวลาค่อนข้างนานหากผู้แนะนำการลงทุนยังไม่มี
ความเชี่ยวชาญมากพอ

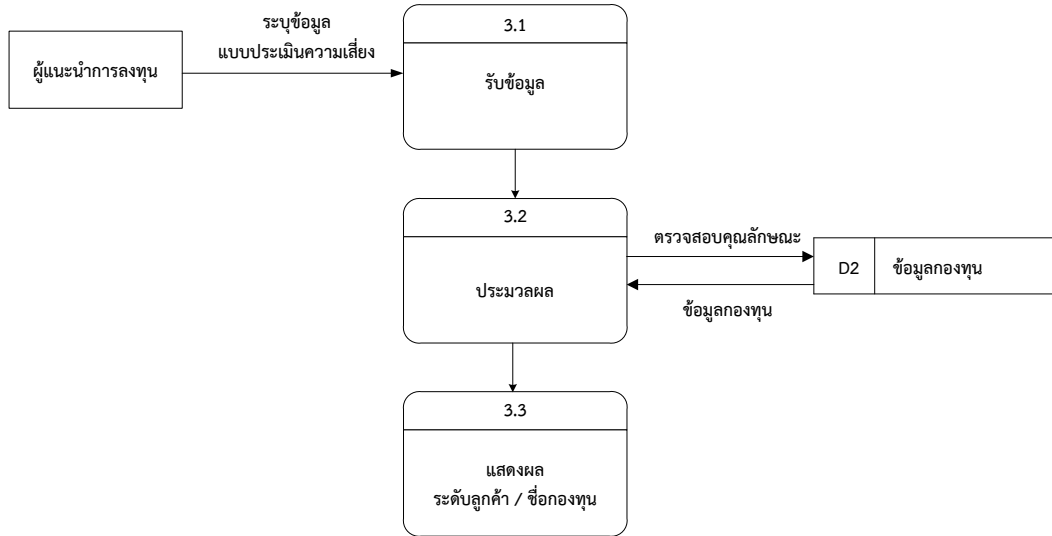
2) การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) เป็นการวิเคราะห์ทั้งข้อดีและข้อเสียในการพัฒนา
ระบบว่าเหมาะสมหรือไม่ที่จะมีการพัฒนา หรือปรับปรุงระบบ

3) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการรวบรวมข้อมูลปัญหาความต้องการ (Requirement) ของ
ผู้ใช้งานโดยการสัมภาษณ์ผู้แนะนำการลงทุน ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ให้บริการลูกค้าที่มีใบอนุญาตผู้แนะนำการลงทุน
(IC) ที่สังกัดในหน่วยงานส่วนกลางและสาขาทั้งหมด 20 ราย เพื่อสอบถามถึงปัญหาและแนวทางเพื่อนำไป
พัฒนาระบบแนะนำกองทุนฯ ให้กับลูกค้า โดยสรุปปัญหาได้ดังนี้

ข้อที่	รายละเอียด
1	เอกสารที่ใช้ในการเปรียบเทียบกองทุนเยอะเกินไป เมื่อต้องเดินทางไปพบลูกค้าต้องเตรียมเอกสารมากเกินไป
2	การบันทึกข้อมูลแบบประเมินความเสี่ยง ต้องบันทึกผ่านระบบงานของธนาคาร เมื่อพบลูกค้าภายนอก ต้อง ใช้เวลาในการคำนวณ วิเคราะห์ และคัดเลือกกองทุนที่เหมาะสมให้ลูกค้า
3	ข้อมูลผลการดำเนินงานและข้อมูลกองทุนแนะนำ (TOP 5) ต้องจัดพิมพ์เอกสารทุก ๆ สัปดาห์ เนื่องจากมี การอัปเดตข้อมูล เจ้าหน้าที่ต้องเสียเวลาในการจัดพิมพ์เอกสาร
4	พนักงานบางท่านยังไม่มีมีความเชี่ยวชาญมากนัก จึงทำให้กระบวนการแนะนำกองทุนและคัดเลือกกองทุนให้ ลูกค้าใช้เวลาค่อนข้างนาน
5	ลูกค้าบางรายไม่เคยมีประสบการณ์และความรู้ในการด้านการลงทุน พนักงานจึงต้องให้คำปรึกษาและดูแล เป็นพิเศษ

4) การออกแบบ (Design) นำผลการวิเคราะห์ที่มาออกแบบระบบ ตั้งแต่การออกแบบ โครงสร้างและการทำงานของระบบ, UX (User eXperience) และ UI (User Interface)

4.1 Context diagram

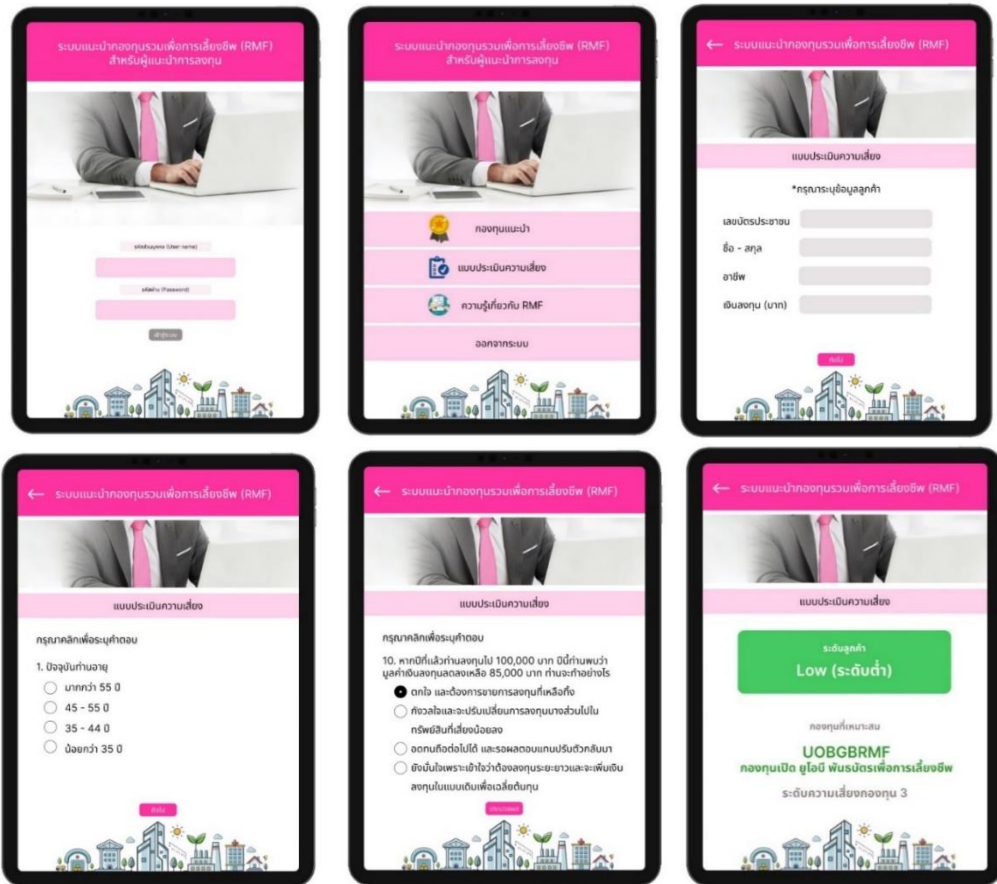


ภาพที่ 1 แสดงแผนภาพทิศทางการไหลของข้อมูล DFD

จากรูปแสดงแผนภาพทิศทางการไหลของข้อมูล DFD Level-3 ประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 กระบวนการ คือ การเข้าสู่ระบบ การรับข้อมูล การประมวลผล และการแสดงผล

4.2 ออกแบบ UX/UI เป็นการออกแบบโครงร่างหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ดังรูป

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 2 แสดงการออกแบบ UX / UI

5) การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) หลังจากออกแบบ UX / UI แล้วนั้นทดสอบการใช้งานและการเชื่อมโยงในแต่ละหน้าจอให้มีความสอดคล้องกับกระบวนการขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ ขั้นตอนการทำงานของระบบ

6) การติดตั้ง (Implementation) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้ใช้งานทดสอบใช้งานคร่าว ๆ เพื่อให้เห็นการใช้งานและเห็นภาพได้ชัดเจน (Mock up)

7) การซ่อมบำรุงระบบ (System Maintenance) เป็นขั้นตอนการปรับปรุงระบบหลังจากเริ่มดำเนินการ โดยเก็บรวบรวมคำแนะนำจากการประเมินผลความพึงพอใจเพื่อนำมาปรับปรุงระบบ สำหรับพัฒนาระบบเพื่อใช้งานจริงในอนาคต

ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ

1. ประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบแนะนำกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF)

จากการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน UX/UI แล้ว จึงให้ผู้แนะนำการลงทุนซึ่งเป็นกลุ่มผู้ให้บริการลูกค้าที่มีใบอนุญาตผู้แนะนำการลงทุน (IC) ที่สังกัดในหน่วยงานส่วนกลาง จำนวน 5 คน และ

สังกัดสาขาจำนวน 9 คน ได้ทดสอบและใช้งานผลการทดสอบและประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ
 แนะนำกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) ซึ่งผลประเมินความพึงพอใจ แสดงดังตาราง

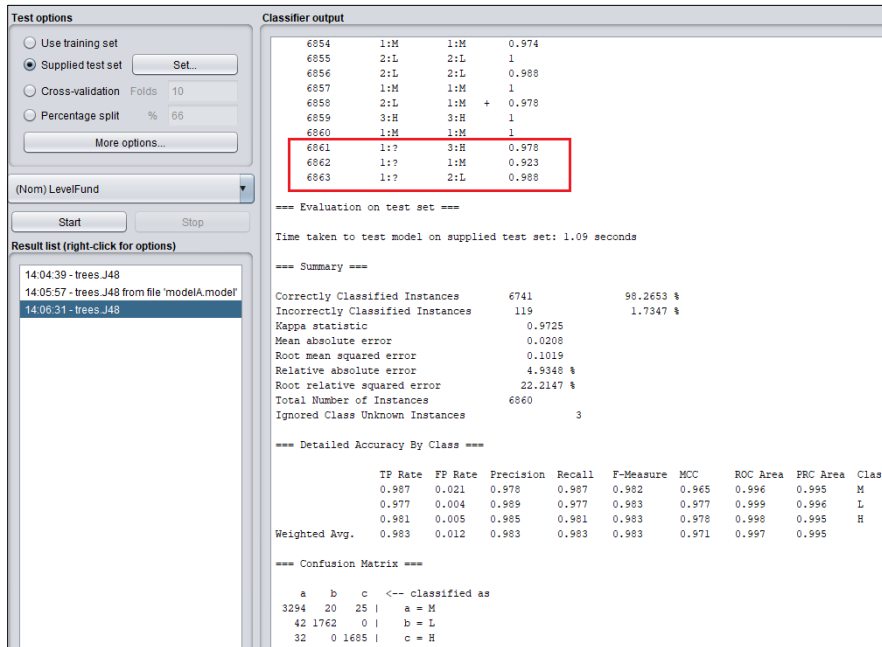
ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจ

หัวข้อวัดประสิทธิภาพของระบบ	\bar{x}	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ
	(เต็ม 5.00)	(เต็ม 1.00)	
ด้านการใช้งาน			
ความง่ายในการเรียกใช้ระบบ	4.71	0.47	ดีมาก
ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	4.71	0.47	ดีมาก
ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.43	0.51	ดี
ระบบสามารถช่วยลดขั้นตอนในการทำงาน	4.64	0.50	ดีมาก
ความรู้ความเข้าใจในการใช้งานระบบ	4.36	0.50	ดี
ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน			
ความเร็วในการแสดงผลจากการเชื่อมโยงแต่ละหน้าจอ	4.36	0.50	ดี
ความเร็วในประมวลผลและแสดงข้อมูล	4.29	0.47	ดี
สรุปผล	4.50	0.49	ดีมาก

2. วัดผลการทำนายระหว่างโมเดลและการทำงานจากการวิเคราะห์โดยผู้แนะนำการลงทุน
 โดยสุ่มนำแบบประเมินความเสี่ยงและข้อมูลลูกค้ารายใหม่มาทั้งหมด 3 ราย และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหน่วย
 ลงทุนวิเคราะห์และแนะนำกองทุนที่เหมาะสมให้กับลูกค้า กับ การใช้โมเดลในการวิเคราะห์ว่าผลที่ได้มีความ
 ใกล้เคียงกันหรือไม่

No.	Amount	Gender	Occupation	คำถามข้อที่										วิเคราะห์โดยผู้แนะนำ	ทำนายโดยโมเดล
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	M	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	H	H
2	3	F	4	4	2	2	3	2	3	2	2	3	3	M	M
3	1	F	2	3	2	3	1	2	2	2	2	2	1	L	L

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 3 แสดงผลการทำนายโดยใช้โมเดลโปรแกรม Weka

วิจารณ์ผล

ผลจากการศึกษาข้อมูลผู้ที่เคยลงทุนในกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2563 - เดือนมิถุนายน 2565 จำนวน 6,860 ราย ด้วยการนำเทคนิคเหมืองข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบในการตัดสินใจ ผลการทดสอบพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนในกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) ของลูกค้า ประกอบไปด้วย 13 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านบุคคล คือ เพศ อาชีพ อายุ เงินลงทุน และปัจจัยในการตัดสินใจเลือกลงทุน (ชุดคำถามจากแบบประเมินความเสี่ยง) เช่น ภาระทางการเงิน สถานภาพทางการเงิน ประสบการณ์ในการลงทุน ระยะเวลาที่ไม่มีความจำเป็นใช้เงินลงทุน วัตถุประสงค์หลักในการลงทุน กลุ่มผลตอบแทนที่เต็มใจลงทุน ความรู้สึกหากผลตอบแทนลดลงหรือเริ่มขาดทุน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ กนกวรรณ ศรีนวล (2558) กล่าวว่าไว้ว่าปัจจัยส่วนบุคคล พฤติกรรมการลงทุน และแรงจูงใจในการลงทุน กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษา อาชีพ และประสบการณ์การลงทุนต่างกัน มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจลงทุน การวิเคราะห์เลือกใช้ทั้งหมด 3 อัลกอริทึม คือ Tree : J48, Rules : PART และ Bayes : Naive Bayes เพื่อเปรียบเทียบและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบที่ดีที่สุด และพบว่าอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ Tree : J48 โดยมีค่าความถูกต้องในการทำนาย เท่ากับ 97.14 % สอดคล้องกับผลการศึกษาของ อรรถพร สะพะพันธุ์ (2559) ที่นำเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจไปใช้เพื่อช่วยตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กองทุน

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในครั้งต่อไป

- 1) ทำการเปรียบเทียบอัลกอริทึมใหม่ ๆ เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลหากมีการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ

2) จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าอัลกอริทึมที่ให้ค่าความแม่นยำที่สุดกับข้อมูลชุดนี้คือ Tree : 48 หากปัจจัยในการตัดสินใจลงทุนลดน้อยลงหรือมีการปรับเปลี่ยนไปจากเดิม ตัวแบบที่ใช้อาจจะให้ค่าความแม่นยำที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและปัจจัยเป็นหลักในการสร้างตัวแบบด้วย

3) ควรมีการพัฒนาระบบเพื่อนำไปใช้งานได้จริง เพื่อจะได้เห็นผลลัพธ์และประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานได้ชัดเจน โดยระบบแนะนำกองทุนฯ จะต้องมีการอัปเดตข้อมูลกองทุนและข้อมูลผลการดำเนินงานให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ ในอนาคตเพื่อความสะดวกและรวดเร็วต้องมีการเชื่อมต่อกับระบบกับหน่วยงานอื่น เพื่อดึงข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ได้ง่ายขึ้น

4) โมเดลดังกล่าว สามารถช่วยในกระบวนการทำงานของพนักงานได้ จึงอาจเหมาะสมกับผู้เริ่มต้นปฏิบัติงานด้านหน่วยลงทุน หรือประสบการณ์การแนะนำกองทุนที่น้อย แต่หากว่าผู้ที่มีความเชี่ยวชาญหรือประสบการณ์สูงแล้ว อาจจะไม่จำเป็นต้องใช้โมเดลดังกล่าวก็ได้

สรุปผล

ผลจากการศึกษาข้อมูลผู้ที่เคยลงทุนในกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2563 - เดือน มิถุนายน 2565 จำนวน 6,860 ราย ด้วยการนำเทคนิคเหมืองข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบในการตัดสินใจ ซึ่งรูปแบบการจำแนกข้อมูล (Classified) จะใช้ทั้งหมด 3 อัลกอริทึม คือ Tree : J48, Rules : PART และ Bayes : Naive Bayes เพื่อเปรียบเทียบและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบที่ดีที่สุด ผลการทดสอบพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนในกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) ของลูกค้าประกอบไปด้วย 13 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านบุคคล คือ เพศ อาชีพ อายุ เงินลงทุน และปัจจัยในการตัดสินใจเลือกลงทุน (ชุดคำถามจากแบบประเมินความเสี่ยง) เช่น ภาระทางการเงิน สถานภาพทางการเงิน ประสบการณ์ในการลงทุน ระยะเวลาที่ไม่มีความจำเป็นใช้เงินลงทุน วัตถุประสงค์หลักในการลงทุน กลุ่มผลตอบแทนที่เต็มใจลงทุน ความรู้สึกหากผลตอบแทนลดลงหรือเริ่มขาดทุน และพบว่าอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ Tree : J48 โดยมีค่าความถูกต้องในการทำนาย (Correctly Classified Instances) เท่ากับ 97.14 % และค่าทำนายที่ผิดพลาด (Incorrectly Classified Instances) เท่ากับ 2.86 % มีค่าความถูกต้องเฉลี่ย (Accuracy) เท่ากับ 0.930 ค่าความแม่นยำเฉลี่ย (Precision) เท่ากับ 0.931 ค่าความระลึกเฉลี่ย (Recall) เท่ากับ 0.930 และค่าความถ่วงดุลเฉลี่ย (F-Measure) เท่ากับ 0.930 และได้ผลลัพธ์กฎพื้นฐานเพื่อนำมาใช้เป็นตัวแบบ ทั้งหมด 885 กฎ

จากนั้นนำตัวแบบที่ได้มาพัฒนาระบบแนะนำกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ เพื่อสนับสนุนการใช้งานให้กับผู้แนะนำการลงทุนในการคัดเลือกกองทุนให้กับลูกค้า โดยมีการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (UX/UI) ด้วยโปรแกรม Figma และสามารถใช้ภาษา HTML CSS JAVA ในการพัฒนา Web Application ได้ในอนาคต ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบแนะนำกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ (RMF) โดยกลุ่มผู้แนะนำการลงทุนที่มีความเชี่ยวชาญในการนำเสนอกองทุน ทั้งหน่วยงานที่สังกัดในหน่วยงานส่วนกลาง จำนวน 5 คน และสังกัดสาขาจำนวน 9 คน รวมทั้งหมด 14 คน พบว่ามีค่าความพึงพอใจต่อระบบแนะนำกองทุนรวมเพื่อการ

เลี้ยงชีพ (RMF) โดยเฉลี่ย เท่ากับ 4.48 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 ซึ่งผลประเมินอยู่ในระดับดีมาก

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องนี้สำเร็จและสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สันต์ชัย รัตตนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความกรุณาแนะนำและชี้แนะแนวทางในการศึกษารั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รอง ศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณี อัครกุลชัย เป็นอย่างสูง ที่ให้คำปรึกษาในการนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ รวมทั้งการใช้งานโปรแกรม Weka ขอขอบคุณส่วนธุรกิจหน่วยลงทุน หน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลแบบประเมินความเสี่ยงของลูกค้า เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล อีกทั้งเจ้าหน้าที่ผู้แนะนำการลงทุน สังกัดธนาคารออมสิน ทั้งหน่วยงานส่วนกลางและสาขา ที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลและร่วมหารือเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ร่วมกัน ที่คอยสละเวลาทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบฯ จึงทำให้งานวิจัยครั้งนี้สามารถสำเร็จและลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- โกเมศ อัมพวัน. Data mining - การทำเหมืองข้อมูล คณะวิทยาการสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยบูรพา
แ ห ล่ ง ขั อ มู ล : <https://staff.informatics.buu.ac.th/~komate/886464/%5B6%5D-Classification.pdf> ค้นเมื่อ 9 กันยายน 2565.
- วัทัญญา นิลภาตระกูล. 2562. การศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจลาออกและการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ตัวแบบพยากรณ์การลาออกของพนักงาน กรณีศึกษาบริษัทประกันภัย. สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.
- สมจิตต์ รัตนอุดมโชค. 2564. การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสภาพของนักศึกษา ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อรรถพร สะพะพันธุ์. 2559. การออกแบบระบบช่วยตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กองทุน กรณีศึกษา บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุนแห่งหนึ่ง. สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- อรนุช พันโท. 2557. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกรูปแบบการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- เอกสิทธิ์ พัทธวงศ์ศักดิ์ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคดาต้า ไมน์นิง เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. เอเชีย ดิจิตอล การพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- อนันต์ ปินะเต. 2560. การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลในการเลือกสาขาเพื่อโอกาสในการเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฉบับที่ 6, เดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม 2562.

สถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับธนาคารดิจิทัล

Data architecture for digital banking

สุภัทรพร กวานูนวงศ์^{1*} สุวรรณณี อัสวกุลชัย²

Supattaraporn Pawanuwong^{1*} Suwannee Adsavakulchai²

¹กลุ่มวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีทางการเงิน มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ถนนวิภาวดีรังสิต เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400

²Master of Engineering Program in Computer Engineering and Financial Technology

University of the Thai Chamber of Commerce

Vibhavadi Rangsit Rd, Din Daeng, Bangkok 10400

*Corresponding author E-mail: 2111131605008@live4.utcc.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำสถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับธนาคารดิจิทัล (Data architecture for digital banking) รวมถึงการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพ ทั้งในแง่ของตัวเงิน ชื่อเสียง รวมไปถึงประสิทธิภาพในการนำข้อมูลไปใช้เพื่อวิเคราะห์ และตัดสินใจ และเพิ่มมุมมองในการใช้ข้อมูล เพื่อให้สามารถเข้าใจความต้องการของลูกค้า และนำเสนอผลิตภัณฑ์ หรือบริการได้อย่างแม่นยำ โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชุดข้อมูลหรือรายงานที่สำคัญ (CDE) ที่ไม่ซ้ำกัน บนระบบ Data Lake จำนวน 3 ชุดข้อมูลที่ใช้งานบ่อย (Top 3 Data Sets Usage) จากนั้นนำมาพัฒนาสถาปัตยกรรมข้อมูล (Data Architecture) ผ่านกระบวนการบริหารจัดการข้อมูล โดยใช้แนวทางการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล ตามนโยบายการกำกับดูแลข้อมูล ของธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.)

ผลการศึกษา พบว่ามีชุดข้อมูลที่สำคัญจากการที่จำแนกแบ่งหมวดหมู่ข้อมูลออกเป็น 3 ชุดข้อมูล (Data Domain) ได้แก่ ชุดข้อมูลลูกค้า (Customer) ชุดข้อมูลเงินฝาก (Deposit) และชุดข้อมูลสินเชื่อ (Loan) สาเหตุของปัญหาคุณภาพข้อมูลที่สำคัญดังนี้ 1) ข้อมูลไม่เป็นปัจจุบัน 2) ข้อมูลไม่เป็นมาตรฐานและไม่สอดคล้องกับหลักการด้านสถาปัตยกรรมข้อมูล รวมถึงมาตรฐานด้านคุณภาพข้อมูล เช่น สาขากรอกข้อมูลไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน ในกรณีสินเชื่อ เช่น ถ้าเป็นบุคคลธรรมดา ต้องมีชื่อและเลขที่บัตรประชาชน ส่วนลูกค้านิติบุคคล จะแยกย่อยประเภทนิติบุคคล เช่น บริษัท ห้าง ร้าน เป็นต้น จากนั้นเมื่อดำเนินการประมวลผลการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Scorecard) ผู้ศึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลดังกล่าวไปรายงานผลประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Dashboard) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมและติดตามข้อมูล ในบริหารจัดการปัญหาด้านคุณภาพข้อมูลให้กับผู้ดูแลคุณภาพข้อมูล (Data Quality Steward) และดำเนินการแจ้งเจ้าของข้อมูล (Data Owner) หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สาขาให้แก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องภายใต้ SLA ที่กำหนด

คำสำคัญ : สถาปัตยกรรมข้อมูล, คุณภาพข้อมูล, กระบวนการบริหารจัดการข้อมูล, ธนาคารแห่งประเทศไทย

Abstract

The purpose of this independent study is to develop a data architecture for digital banking as well as a data quality assessment to mitigate potential risks arising from poor data quality. Both in terms of cost, reputation, as well as efficiency in using data to analyze and make decisions and increase perspectives on using data. to be able to understand the needs of customers and present products or services precisely by collecting information related to data sets or unique reports (CDE) on the Data Lake system, 3 frequently used data sets (Top 3 Data Sets Usage) and then developing a data architecture through information management process using data quality management guidelines according to the data governance policy of the Bank of Thailand (BOT). The results of the study revealed that when categorizing 3 data sets (Data Domain), namely Customer data set, Deposit data set, and Loan data set, the important data quality problems are as follows: 1) The data is not up-to-date; 2) The data is non-standard and inconsistent with data architecture principles, including data quality standards, such as branches filling in incorrect and incomplete information. In the case of credit, for example, individual customers should have names and ID card numbers. For corporate customers, it is divided into types of juristic persons such as companies, department stores, shops, etc. Then, when processing the data quality assessment (Data Quality Scorecard), the study has collected such data to report the results of the data quality assessment to increase efficiency, control and track information to manage data quality problems with a Data Quality Steward and proceed to notify the Data Owner or relevant stakeholders such as branches to correct the data under the specified SLA.

Keywords : Data architecture, Data quality, Data management process, Bank of Thailand

บทนำ

ธนาคารออมสิน เป็นรัฐวิสาหกิจในสังกัดกระทรวงการคลังที่มีสาขาครอบคลุมทุกจังหวัดทั่วประเทศ โดยดำเนินธุรกรรมในการให้บริการลูกค้าที่มีความทันสมัยและครบวงจร ซึ่งได้ปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ เพื่อรักษาฐานลูกค้า โดยเตรียมการปรับปรุงภาพลักษณ์ และรูปแบบการให้บริการ เพื่อรองรับการให้บริการที่สอดคล้องความต้องการลูกค้าและครอบคลุมทุกกลุ่ม ทุกอาชีพ และทุกช่วงวัย โดยมีผลิตภัณฑ์ทางการเงินทั้งในด้านเงินฝาก สินเชื่อ และบริการทางการเงินที่หลากหลาย

โดยจากสถานการณ์ Covid-19 ที่เกิดขึ้น ส่งผลกระทบต่อประชาชนและผู้ประกอบการในวงกว้าง ธนาคารได้ดำเนินมาตรการและโครงการต่าง ๆ เพื่อช่วยเหลือประชาชน ด้วยการสนับสนุนแหล่งเงินทุนเพื่อเสริม

สภาพคล่องและฟื้นฟูอาชีพ การผ่อนปรนภาระหนี้เพื่อป้องกันการเสียประวัติทางการเงินและได้พัฒนาช่องทาง การให้บริการผ่าน Mobile Banking หรือ MyMo ให้เป็นช่องทางหลักในการให้บริการเพื่อสามารถเข้าถึงง่าย สะดวก และรวดเร็ว ไม่ต้องไปติดต่อธนาคาร สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการ ลูกค้าที่เปลี่ยนแปลง ตลอดจนจนถึงการขับเคลื่อนองค์กรไปข้างหน้าภายใต้สถานการณ์ความไม่แน่นอน แต่ใน ขณะเดียวกันข้อมูลที่เข้ามาสนับสนุนเพื่อสามารถเข้าใจถึงความต้องการของลูกค้า ในการเข้าถึงผลิตภัณฑ์หรือ บริการได้อย่างตรงความต้องการนั้น ข้อมูลต้องมีคุณภาพและเป็นปัจจุบัน สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลิตภัณฑ์หรือบริการได้อย่างแม่นยำและทันท่วงที ทำให้ธนาคารเพิ่มรายได้จากการที่มีข้อมูลที่มี คุณภาพได้ สนับสนุนการแลกเปลี่ยน เชื่อมโยง และเปิดเผยข้อมูลที่ชัดเจน ระหว่างหน่วยงานภายในและ หน่วยงานกำกับดูแลภายนอก ในการสนับสนุนข้อมูลปัจจุบัน ซึ่งพบปัญหาด้านคุณภาพข้อมูล ดังนี้ 1) ข้อมูลไม่ เป็นปัจจุบัน 2) ข้อมูลไม่เป็นมาตรฐานและไม่สอดคล้องกับหลักการด้านสถาปัตยกรรมข้อมูล รวมถึง มาตรฐานด้านคุณภาพข้อมูล ทำให้เล็งเห็นถึงความสำคัญจึงได้ดำเนินการศึกษาและจัดทำสถาปัตยกรรมข้อมูล สำหรับธนาคารดิจิทัล (Data architecture for digital banking) ที่มีการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล (Data Quality Management) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำสถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับธนาคารดิจิทัล (Data architecture for digital banking) รวมถึงการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) เพื่อลด ความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพ ทั้งในแง่ของตัวเงิน ชื่อเสียง หรือการขัดต่อกฎหมาย กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน รวมไปถึงประสิทธิภาพในการนำข้อมูลไปใช้เพื่อ วิเคราะห์ และตัดสินใจ และเพิ่มมุมมองในการใช้ข้อมูล เพื่อให้สามารถเข้าใจความต้องการของลูกค้า และ นำเสนอผลิตภัณฑ์ หรือบริการได้อย่างแม่นยำ และทันท่วงที

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการจัดทำสถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับธนาคารดิจิทัล (Data architecture for digital banking) ได้แก่ วิธีการเก็บข้อมูล ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล มี รายละเอียดดังนี้

วิธีการเก็บข้อมูล

รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชุดข้อมูลหรือรายงานที่สำคัญ (CDE) ที่ไม่ซ้ำกัน บนระบบ Data Lake จำนวน 3 ชุดข้อมูลที่ใช้งานบ่อย (Top 3 Data Sets Usage) ทำการคัดเลือกจะมีทั้งหมด 3 ชุดข้อมูล (Data Domain) ได้แก่ 1) ชุดข้อมูลลูกค้า (Customer) 2) ชุดข้อมูลเงินฝาก (Deposit) และ 3) ชุดข้อมูลสินเชื่อ (Loan) และจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ จากทางหน่วยงานธุรกิจ (Business Unit: BU) ซึ่งในการ พิจารณาและคัดเลือกชุดข้อมูลหรือรายงานที่สำคัญ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ กลุ่มลูกค้าธนาคารออมสิน

กลุ่มตัวอย่าง คือ ชุดข้อมูลหรือรายงาน จากระบบ Data Lake ที่มีองค์ประกอบข้อมูลที่สำคัญ (CDE) ที่ไม่ซ้ำกัน จำนวน 3 ชุดข้อมูลที่ใช้งานบ่อย (Top 3 Data Sets Usage)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1) Informatica Analyst (Analyst Tool) และ Developer Tool เป็นเครื่องมือการบริหารจัดการข้อมูลที่ใช้ในหน่วยงาน เพื่อพัฒนาการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) ของแต่ละชุดข้อมูล รวมทั้งการตรวจสอบ และควบคุมคุณภาพข้อมูลของชุดข้อมูลที่กำหนดไว้ รวมถึงการสร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Data Model) ด้วย Developer Tool

2) Microsoft Power BI Desktop เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ (Business Analytics Tool) และสร้างรายงานและ Dashboard รวมถึงการสร้างแบบจำลองข้อมูล (Data Model) เพื่อประกอบการตัดสินใจ

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การศึกษาในบทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสัมภาษณ์ แบบสำรวจปัญหาการใช้งานข้อมูล การนำข้อมูลจากระบบ Data Lake นำมาวิเคราะห์ข้อมูลการจัดทำสถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับธนาคารดิจิทัล (Data architecture for digital banking) ที่มีการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล (Data Quality Management) โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีหลักวงจรชีวิตของกระบวนการของการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software development life cycle : SDLC) สามารถอธิบายในแต่ละขั้นตอนดังนี้

3) การกำหนดปัญหา โดยเริ่มจากขั้นตอนการวางแผนศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อให้เข้าใจปัญหา โดยรวบรวมปัญหาและความต้องการผู้ใช้งาน

4) ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ เป็นการศึกษาและวิเคราะห์สภาพแวดล้อมปัจจุบันการดำเนินการที่มีอยู่ (AS IS) พร้อมทั้งประเมินสถานะและข้อกำหนดสถาปัตยกรรมข้อมูลปัจจุบัน และความต้องการของระบบ โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่ผู้ใช้งานจะได้รับโอกาสการนำระบบไปใช้งานจริง รวมถึงระยะเวลาที่เป็นไปได้ที่จะพัฒนา

5) ความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้งานระบบเป็นผู้ระบุความต้องการ

6) วิเคราะห์และออกแบบระบบ

7) การพัฒนาระบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

(1) พัฒนาด้านสถาปัตยกรรมข้อมูล (Data Architecture)

(1.1) สร้าง และออกแบบ โครงสร้างข้อมูล จากกระบวนการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูลของชุดข้อมูล ในรูปแบบของแบบจำลองข้อมูล (Data Model) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- สร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงความคิด (Conceptual Data Model) และแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ (Logical Data Model)

- สร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Data Model)

(1.2) สร้างความสอดคล้องของชุดข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

(2) พัฒนาด้านการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) ของแต่ละชุดข้อมูลที่กำหนด ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีความสอดคล้องตามกระบวนการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล ตามนโยบายการกำกับดูแลข้อมูล (Data Governance Policy) ของธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.) โดยเริ่มจากขั้นตอนดังต่อไปนี้

(2.1) การกำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพข้อมูล เป็นการกำหนดลักษณะคุณภาพข้อมูลและระดับคุณภาพข้อมูล

- วิเคราะห์และจัดทำตามหลักเกณฑ์คุณภาพข้อมูล ครอบคลุมชุดข้อมูล (Data Set) หรือระบบงาน

- ระบุองค์ประกอบข้อมูลที่สำคัญ (Critical Data Element: CDE) โดยประเมินตามคุณลักษณะข้อมูลที่มีคุณภาพหรือมิติตัวชี้วัดตามที่ธนาคารกำหนด

- สร้างกฎเกณฑ์ด้านคุณภาพข้อมูล (Data Quality Rule)

(2.2) การประเมินคุณภาพข้อมูล ประเมินคุณภาพข้อมูลเทียบกับระดับคุณภาพข้อมูลที่กำหนด

- จัดทำโปรไฟล์ข้อมูล (Data Profiling) ที่มีการเปรียบเทียบคุณภาพข้อมูลกับระดับคุณภาพ (Data Quality Threshold)

- จัดทำผลการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Scorecard) เพื่อใช้ในการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล

(2.3) การปรับปรุงคุณภาพข้อมูล นำข้อมูลที่มีคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดมาวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงคุณภาพข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ

- วิเคราะห์ปัญหาสาเหตุที่แท้จริง (Root Cause Analysis)

(2.4) ควบคุมและติดตามให้ข้อมูลมีคุณภาพ กระบวนการรายงานผลการประเมินคุณภาพข้อมูล เช่น แดชบอร์ด (Dashboard)

8) การทดสอบระบบ

9) การบำรุงรักษา

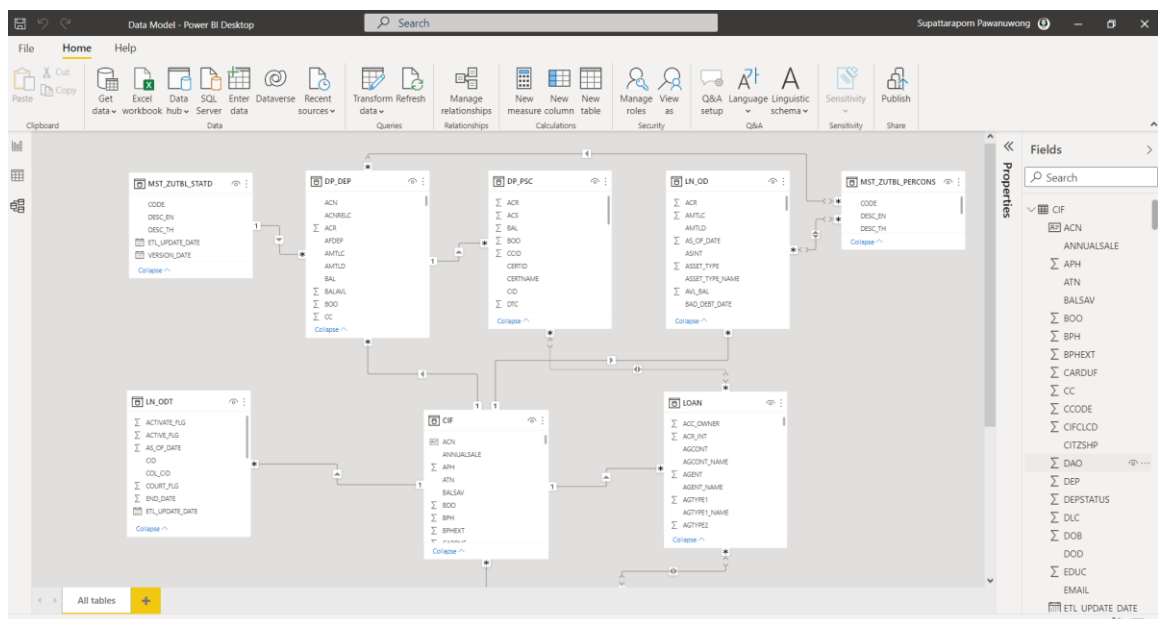
ผลการวิจัย

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลในการจัดทำสถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับธนาคารดิจิทัล (Data architecture for digital banking) ที่มีการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล ตามนโยบายกำกับดูแลข้อมูล ธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.) ตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชุดข้อมูลหรือรายงาน บนระบบ Data Lake (ข้อมูล ณ สิ้นเดือนสิงหาคม 2565) และจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ จากทางหน่วยงานธุรกิจ (Business Unit: BU) ซึ่งในการพิจารณาและคัดเลือกชุดข้อมูลหรือรายงานที่สำคัญ มีรายละเอียดดังนี้

1) พัฒนาสถาปัตยกรรมข้อมูล (Data Architecture) เป็นการนำข้อมูลในระดับชุดข้อมูล (Data Set) จากหลักเกณฑ์การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Group) และชุดข้อมูล (Data Set) ของสถาปัตยกรรมองค์กร (Enterprise Architecture) ธนาคาร นำชุดข้อมูล ทั้งหมด 3 ชุดข้อมูล (Data Domain) ได้แก่ ชุดข้อมูลลูกค้า (Customer) ชุดข้อมูลเงินฝาก (Deposit) และชุดข้อมูลสินเชื่อ (Loan) โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชุดข้อมูลหรือรายงานบนระบบ Data Lake มาสร้างและออกแบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

(1) แบบจำลองข้อมูลเชิงความคิด (Conceptual Data Model) และแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ (Logical Data Model) โดยใช้เครื่องมือ Microsoft Visio Professional 2019 เป็นการกำหนดเค้าโครงในระดับเบื้องต้น สามารถมองเห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

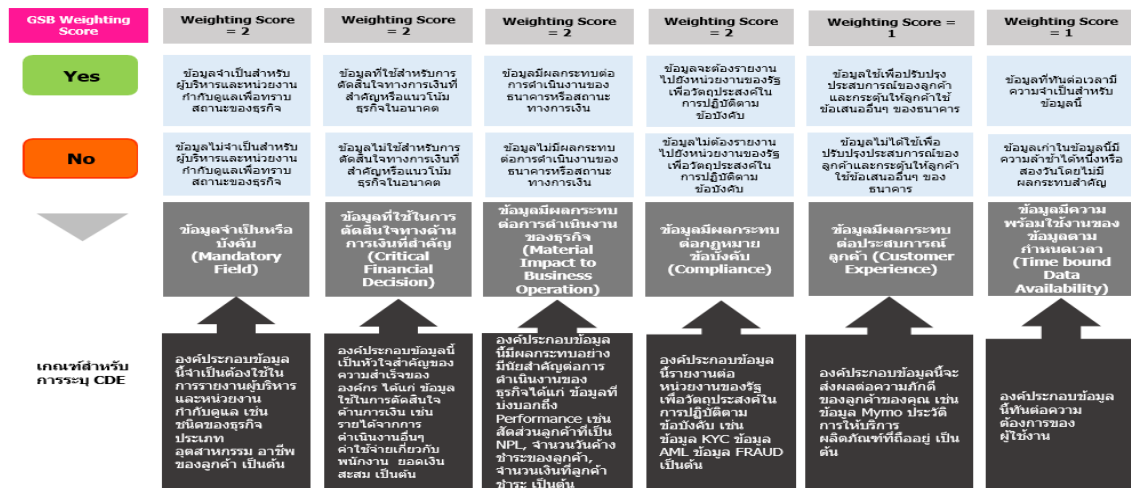
(2) แบบจำลองข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Data Model) ขั้นตอนสุดท้ายจึงกำหนดแบบจำลองข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Data Model) เพื่อให้สามารถใช้งานได้จริง ผู้ศึกษาจะสร้าง และออกแบบ โดยใช้เครื่องมือ Microsoft Power BI Desktop



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแบบจำลองข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Data Model) ทั้ง 3 ชุดข้อมูล (Data Domain)

2) พัฒนาการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) ตามนโยบายกำกับดูแลข้อมูล ธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.) จากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชุดข้อมูลหรือรายงาน บนระบบ Data Lake และแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาการใช้ข้อมูล จากทางหน่วยงานธุรกิจ (Business Unit: BU) พบว่ามีชุดข้อมูลที่สำคัญจากการที่จำแนกแบ่งหมวดหมู่ข้อมูลออกเป็น 3 ชุดข้อมูล (Data Domain) ได้แก่ ชุดข้อมูลลูกค้า (Customer) ชุดข้อมูลเงินฝาก (Deposit) และชุดข้อมูลสินเชื่อ (Loan) พบว่าสาเหตุของปัญหาคุณภาพข้อมูลที่สำคัญดังนี้ 1) ข้อมูลไม่เป็นปัจจุบัน 2) ข้อมูลไม่เป็นมาตรฐานและไม่สอดคล้องกับหลักการด้านสถาปัตยกรรมข้อมูล รวมถึงมาตรฐานด้านคุณภาพข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้ ขอบเขตการศึกษาเพื่อพัฒนาการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) จะพิจารณาและคัดเลือกชุดข้อมูลหรือรายงานที่สำคัญที่ไม่ซ้ำกัน จำนวน 3 ชุดข้อมูลที่ใช้งานบ่อย (Top 3 Data Sets Usage) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีความสอดคล้องตามกระบวนการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล ตามนโยบายการกำกับดูแลข้อมูล (Data Governance Policy) ของธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.) โดยเริ่มจากขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การกำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพข้อมูล ที่ผ่านหลักเกณฑ์ในการพิจารณาองค์ประกอบข้อมูลที่สำคัญ Critical Data Element: CDE รวมทั้งสร้างกฎเกณฑ์ด้านคุณภาพข้อมูล (Data Quality Rule)

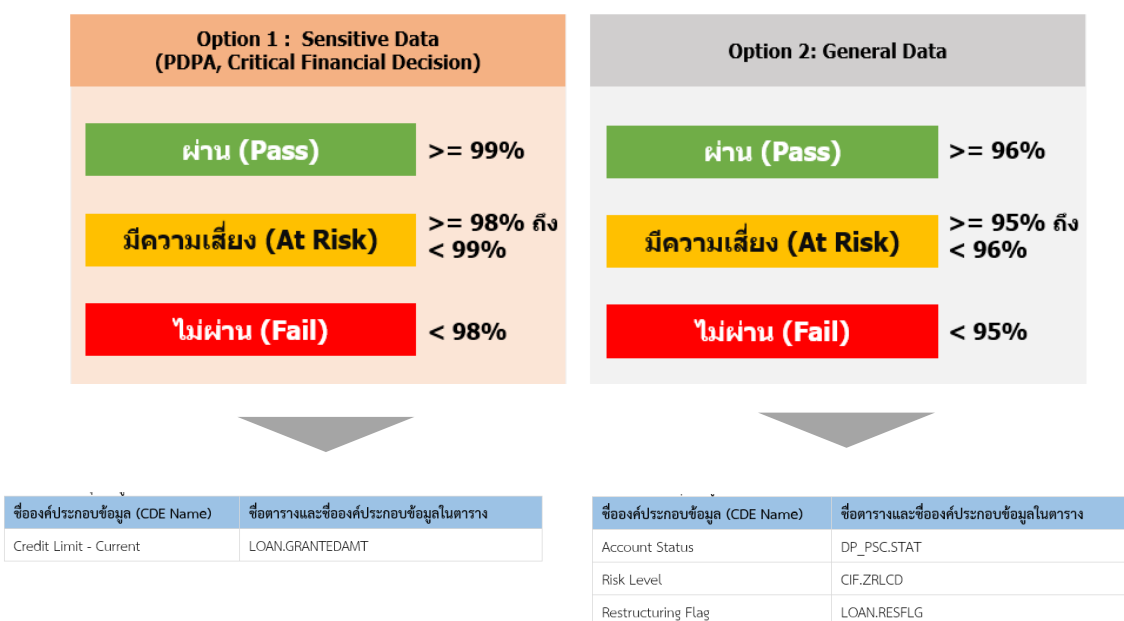


ภาพที่ 2 แสดงผลการกำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพข้อมูล ครอบคลุมชุดข้อมูลตามขอบเขตการศึกษา

ตารางที่ 1 ผลการคัดเลือกองค์ประกอบข้อมูลที่สำคัญ (Critical Data Element: CDE)

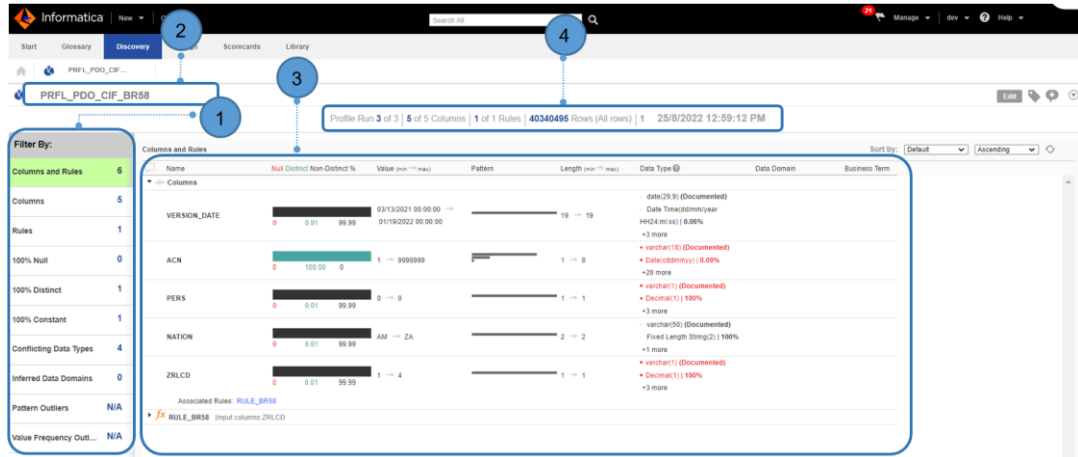
ลำดับ	ที่มาของข้อมูล	ชื่อองค์ประกอบ	คำอธิบายทางธุรกิจ	ชื่อตาราง	ชื่อองค์ประกอบข้อมูลในตาราง	ปัญหาจากการใช้ข้อมูลในปัจจุบัน	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder)		
							ผู้ใช้ข้อมูล	เจ้าของข้อมูล	ระบบต้นทาง
1	Top 5 Data Sets Usage	Credit Limit - Current	จำนวนเงินขอกู้/อนุมัติ	LOAN	GRANTEDAMT	สาขาทำการแก้ไขค่าจำนวนเงินขอกู้/อนุมัติ (GRANTEDAMT) ทำให้ค่า LTV Ratio เกิน 100% (ค่า LTV Ratio เกิดจากค่า ค่า GRANTEDAMT หารด้วย EVAL_AMT (มูลค่าทั้งหมดของหลักประกัน)) ซึ่งจะทำให้ธนาคารไม่ปฏิบัติตามเกณฑ์ของ ธปท. ได้ เช่น อนุมัติในระบบ LOR ไปในเดือนแรก 1 ล้าน เดือนต่อมาเข้ามาเปลี่ยนค่า ทำให้เกิน 1 ล้าน เป็นต้น	ผบช.	ผบช.	CBS
2	Top 5 Data Sets Usage	Restructuring Flag	สถานะบัญชีปกติหรือปรับโครงสร้างหนี้	LOAN	RESFLG	ไม่พบปัญหาข้อมูลในปัจจุบัน	ผบช.	ผบช.	CBS
3	Top 5 Data Sets Usage	Account Status	รหัสสถานะบัญชีเงินฝาก / สถานะสลาก	DP_PSC	STAT	ไม่พบปัญหาข้อมูลในปัจจุบัน	ผบช.	ผบช.	CBS
4	Top 5 Data Sets Usage	Risk Level	ระดับความเสี่ยง	CIF	ZRLCD	ไม่พบปัญหาข้อมูลในปัจจุบัน	ผบช.	-	CBS
5	Top 5 Data Sets Usage	Bad Debt Flag	ตัดหนี้สูญ	LOAN	BAD_DEBT_FLAG	บางสัญญามีการตัดหนี้สูญไปแล้ว แต่ลูกค้ามาชำระ ทำให้เกิดการแก้ไข และเกิดยอดคงค้างในการตัดหนี้สูญเกิดขึ้น ทำให้การตัดหนี้สูญหลายครั้ง ทำให้ข้อมูลไม่ตรงกันในแต่ละระบบ เช่น ระบบ CBS และระบบบัญชี ทางธนาคารจึงต้องทำการปรับแก้ไขข้อมูลถูกต้อง	ผบช.	ผบช.	CBS

จากนั้นมากำหนดกฎเกณฑ์ทางธุรกิจที่เกี่ยวข้อง (Business Rules) และกำหนดกฎเกณฑ์ด้านคุณภาพข้อมูล (Data Quality Rule) รวมถึงการกำหนดระดับคุณภาพข้อมูล (Data Quality Threshold) และกำหนดข้อตกลงระดับการให้บริการคุณภาพข้อมูล (SLA)



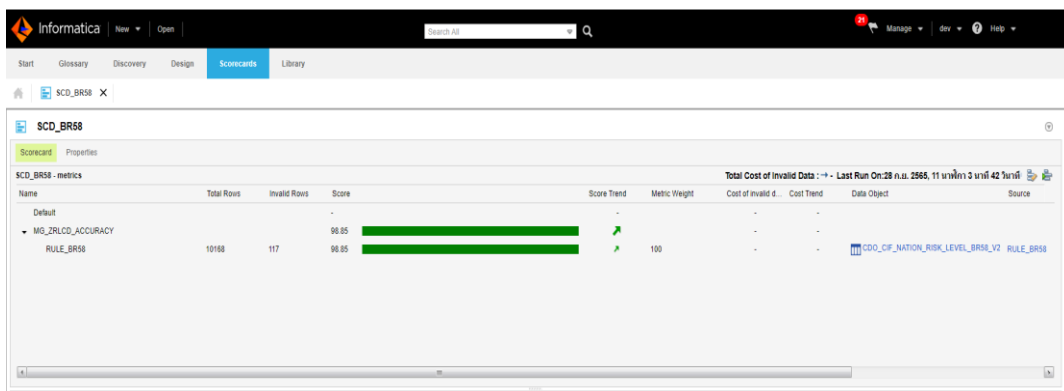
ภาพที่ 3 แสดงผลการกำหนดระดับคุณภาพข้อมูล (Data Quality Threshold)

(2) การประเมินคุณภาพข้อมูล ประเมินคุณภาพข้อมูลเทียบกับระดับคุณภาพข้อมูลที่กำหนด โดยเริ่มจากการจัดทำโปรไฟล์ข้อมูล (Data Profiling) เป็นการประเมินคุณภาพของข้อมูล ทำความเข้าใจในเนื้อหาและโครงสร้างของข้อมูลในฐานข้อมูล เช่น จำนวนค่าว่าง ค่าสูงสุด (Max) ค่าต่ำสุด (Min) การนับข้อมูล (Count) ผลรวมของข้อมูล (Sum) ของการระบุค่าที่ผิดปกติ ผลการจัดทำโปรไฟล์ข้อมูลอยู่ในเกณฑ์ปกติ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงผลการจัดทำโปรไฟล์ข้อมูล (Data Profiling)

ในส่วนสุดท้ายเป็นการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Scorecard) ซึ่งองค์ประกอบข้อมูลที่สำคัญ Critical Data Element: CDE) ที่พิจารณาคัดเลือกมา จะอยู่ระดับคุณภาพข้อมูล (Data Quality Threshold) กลุ่มข้อมูลที่มีความละเอียดอ่อน (Sensitive Data) และข้อมูลทั่วไป (General Data) ผลการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Scorecard) อยู่ในระดับ ผ่าน (Pass) มีคะแนนสูงกว่า $\geq 96\%$ ระบบแสดงผลการประเมินคุณภาพข้อมูลออกมาเป็นสีเขียว หากมีคะแนนต่ำกว่าระดับคุณภาพข้อมูล (Data Quality Threshold) ที่ได้กำหนดไว้ ได้แก่ ระดับข้อมูลที่มีความเสี่ยง (At Risk) ระบบแสดงผลการประเมินคุณภาพข้อมูลออกมาเป็นสีเหลือง และระดับข้อมูลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ (Fail) ระบบแสดงผลการประเมินคุณภาพข้อมูลออกมาเป็นสีแดง ดังภาพที่ 5



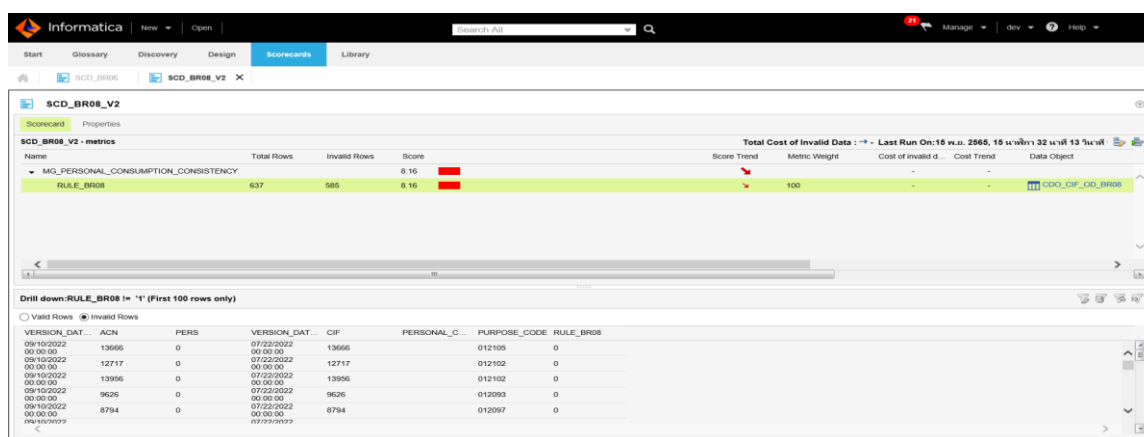
ภาพที่ 5 แสดงผลการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Scorecard)

(3) การปรับปรุงคุณภาพข้อมูล นำข้อมูลที่มีคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนดมาวิเคราะห์หาสาเหตุ และปรับปรุงคุณภาพข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ

ตัวอย่างกระบวนการแก้ไขปัญหาคุณภาพข้อมูล

กฎเกณฑ์ด้านคุณภาพข้อมูล (Data Quality Rule)

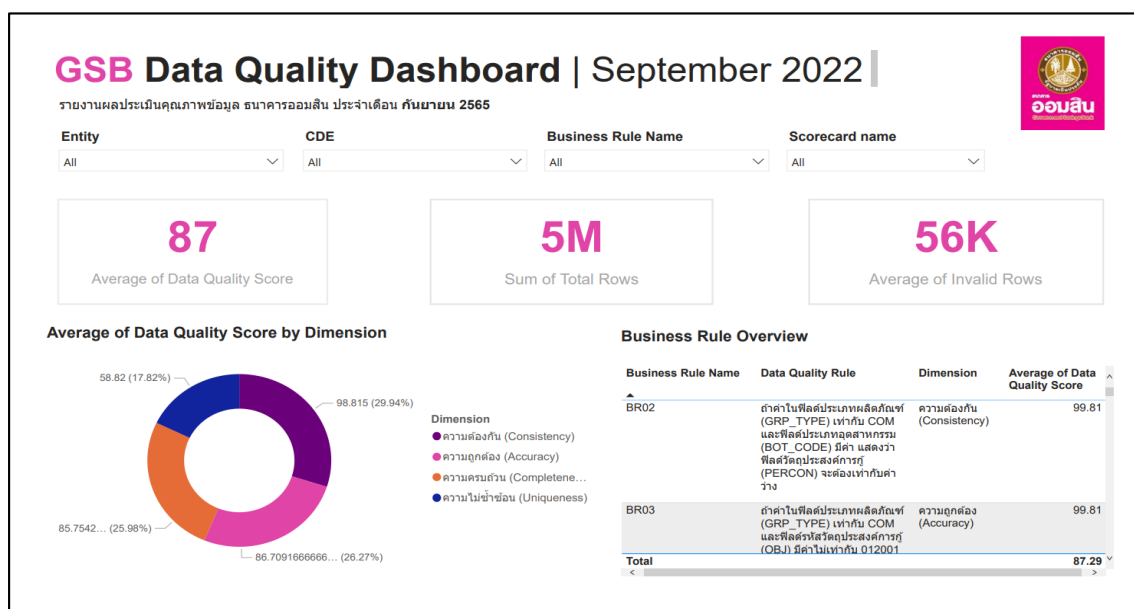
เงื่อนไข : ถ้าค่าในฟิลด์บุคคลธรรมดาหรือไม่ใช่บุคคลธรรมดา (CIF.PERS) เท่ากับ 1 (JURISTIC) และฟิลด์รหัสวัตถุประสงค์การกู้ (PURPOSE_CODE) ไม่เท่ากับ 012001 แสดงว่าฟิลด์วัตถุประสงค์การกู้ (PERSONAL_CONSUMPTION) จะต้องเท่ากับค่าว่าง (ใช้เงื่อนไขการเชื่อมความสัมพันธ์ของตาราง CIF.ACN และ LN_OD.CIF)



ภาพที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Scorecard) อยู่ในระดับ ไม่ผ่าน (Fail) มีระดับคะแนนเท่ากับ 8.16% คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ < 96% ระบบจะแสดงผล สีแดง

- 1) หน่วยงานกำกับดูแลข้อมูลตรวจสอบผลของปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเบื้องต้นที่พบ
- 2) หน่วยงานกำกับดูแลข้อมูลดำเนินการแจ้งคณะบริการข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 3) ทั้งหน่วยงานกำกับดูแลข้อมูลและคณะบริการข้อมูลพิจารณาแนวทางแก้ไขปัญหาและกำหนดผู้รับผิดชอบในการแก้ไขคุณภาพของข้อมูล ได้สาเหตุของปัญหาตามรายละเอียดดังนี้
 - สาขากรอกข้อมูลมาไม่ถูกต้อง ทำให้ฟิลด์วัตถุประสงค์การกู้ (PERSONAL_CONSUMPTION) ในกรณีที่เป็นลูกค่านิติบุคคลไม่เป็นค่าว่าง
 - เป็นข้อมูลเก่าที่ยกมาจากระบบเก่า สามารถดูได้จากวันที่เปิดบัญชี (Account Open Date) ก่อน สิ้นเชื่อ พ.ศ. ปี 2553 เงินฝาก ต.ค. ปี 2552
- 4) หน่วยงานกำกับดูแลข้อมูลดำเนินการแจ้งสาขาแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง ภายใต้ SLA ที่กำหนด
- 5) หน่วยงานกำกับดูแลข้อมูลทำการประมวลผลการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Scorecard) อีกครั้งและตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลหลังการแก้ไขว่าถูกต้องตามเกณฑ์ที่วางไว้หรือไม่

(4) ควบคุมและติดตามให้ข้อมูลมีคุณภาพ กระบวนการรายงานผลการประเมินคุณภาพข้อมูล เช่น แดชบอร์ด (Dashboard) เมื่อได้ผลลัพธ์ที่ได้คือผลการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Scorecard) เพื่อใช้ในการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล จากนั้นนำผลดังกล่าวมาออกแบบหน้าจอรายงาน (Dashboard) เพื่อให้หน่วยงานที่มีหน้าที่ Data Quality Steward ในบริหารจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ แสดง ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ภาพรวมปัญหาและสาเหตุที่ส่งผลให้ชุดข้อมูลไม่มีคุณภาพ เป็นการเน้นข้อมูลสำคัญในด้าน การจัดเก็บข้อมูล ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลจะช่วยให้เกิดมาตรฐานในการทำงาน เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของ คุณภาพข้อมูลในแง่ของมิติคุณภาพข้อมูล ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่าง รายงานผลประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Dashboard) ผ่าน เครื่องมือ Microsoft Power BI Desktop

วิจารณ์ผล

การศึกษาเรื่องสถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับธนาคารดิจิทัล (Data architecture for digital banking) ที่ผ่านกระบวนการบริหารจัดการข้อมูล โดยใช้แนวทางการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล ตามนโยบายการกำกับดูแลข้อมูล ของธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.) โดยกำหนดมาตรฐานและระเบียบวิธีปฏิบัติการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล จัดให้มีหน่วยงานหรือผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล และจัดให้มีการกำหนดคุณลักษณะข้อมูลที่มีคุณภาพที่ชัดเจน รวมทั้งมีกระบวนการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล รวมถึงด้านสถาปัตยกรรมข้อมูลที่น่ามาตรฐาน Data Management Body of Knowledge (DMBOK) ของ DAMA International มาปรับใช้ในองค์ประกอบการบริหารจัดการข้อมูล เช่น สถาปัตยกรรมข้อมูล (Data Architecture) และการจำลองและการออกแบบข้อมูล (Data Modeling and Design) (Henderson et al., 2017) รวมถึงมีการปฏิบัติตามกฎระเบียบต่าง ๆ ซึ่งการกำกับดูแลข้อมูลที่ดี ต้องสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ขององค์กร โดยมุ่งเน้นการลดความเสี่ยงทั้งความปลอดภัยของข้อมูล รักษาความเป็นส่วนตัวส่วนบุคคล หรือปรับปรุง

กระบวนการปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ ซึ่งวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำสถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับธนาคารดิจิทัล (Data architecture for digital banking) รวมถึงการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากข้อมูลที่ไม่มีความคุณภาพ ทั้งในแง่ของตัวเงิน ชื่อเสียง หรือการขัดต่อกฎหมาย กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน รวมไปถึงประสิทธิภาพในการนำข้อมูลไปใช้เพื่อวิเคราะห์ และตัดสินใจ และเพิ่มมุมมองในการใช้ข้อมูล เพื่อให้สามารถเข้าใจความต้องการของลูกค้า และนำเสนอผลิตภัณฑ์ หรือบริการได้อย่างแม่นยำ และทัน่วงที่ โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชุดข้อมูลหรือรายงาน บนระบบ Data Lake และจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ จากทางหน่วยงานธุรกิจ (Business Unit: BU) ซึ่งในการพิจารณาและคัดเลือกชุดข้อมูลหรือรายงานที่สำคัญ ใช้กลุ่มตัวอย่างคือ ชุดข้อมูลหรือรายงานจากระบบ Data Lake ที่มีองค์ประกอบข้อมูลที่สำคัญ (CDE) ที่ไม่ซ้ำกัน จำนวน 3 ชุดข้อมูลที่ใช้ ดำเนินการสร้างและออกแบบสถาปัตยกรรมข้อมูล ในรูปแบบ Data Model โดยใช้เครื่องมือ Data Model Management Tool เช่น MS Visio 2019 และ Microsoft Power BI Desktop จากนั้นนำมาพัฒนาสถาปัตยกรรมข้อมูล (Data Architecture) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล กำหนดการออกแบบข้อมูล ในรูปแบบของ Star schema model หรือ Snowflake schema model เมื่อได้วางรากฐานให้กับข้อมูล รวมถึงวางแผนและออกแบบการจัดการข้อมูลตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำอย่างเป็นระบบแล้วนั้น ต่อมาจะดำเนินการพัฒนาการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) ของแต่ละชุดข้อมูลตามหลักเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ และสร้างเป็นรายงาน (Dashboard) สรุปผลการประเมินคุณภาพข้อมูล ให้กับชุดข้อมูลที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อตกลงระดับการให้บริการคุณภาพข้อมูล รวมถึงกระบวนการควบคุมคุณภาพข้อมูลทั้งเชิงแก้ไขและเชิงป้องกัน

สรุปผล

สามารถสรุปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนี้

1) ด้านสถาปัตยกรรมข้อมูล (Data Architecture) การนำข้อมูลในระดับชุดข้อมูล (Data Set) จากหลักเกณฑ์การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Group) และชุดข้อมูล (Data Set) ของสถาปัตยกรรมองค์กร (Enterprise Architecture) ธนาคาร นำชุดข้อมูล ทั้งหมด 3 ชุดข้อมูล (Data Domain) ได้แก่ ชุดข้อมูลลูกค้า (Customer) ชุดข้อมูลเงินฝาก (Deposit) และชุดข้อมูลสินเชื่อ (Loan) โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชุดข้อมูลหรือรายงานบนระบบ Data Lake มาสร้าง และออกแบบ ออกเป็น 2 ส่วน

(1) แบบจำลองข้อมูลเชิงความคิด (Conceptual Data Model) และ แบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ (Logical Data Model) โดยใช้เครื่องมือ Microsoft Visio Professional 2019 เป็นการกำหนดเค้าโครงในระดับเบื้องต้น สามารถมองเห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

(2) แบบจำลองข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Data Model) ขั้นตอนสุดท้ายจึงกำหนดแบบจำลองข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Data Model) เพื่อให้สามารถใช้งานได้จริง ผู้ศึกษาจะสร้าง และออกแบบ โดยใช้เครื่องมือ Microsoft Power BI Desktop นำไปใช้งานข้อมูลต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ แนวทางการพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาโครงสร้างด้านข้อมูลขององค์กร ควรมีการกำหนดเป็นพัฒนาข้อกำหนดด้านการบริหารจัดการข้อมูล เพื่อกำหนดไว้ในขอบเขตของงาน และรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Terms of Reference: TOR) เกี่ยวกับการจัดทำและบำรุงรักษาโครงสร้างข้อมูลตามมาตรฐานสถาปัตยกรรมข้อมูล เมื่อมีชุดข้อมูลหรือระบบงานที่เกิดขึ้นใหม่ เพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยน เชื่อมโยง และเปิดเผยข้อมูลที่ชัดเจน ระหว่างหน่วยงานภายในและหน่วยงานกำกับดูแลภายนอก สิ่งสำคัญในการนำไปใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องผ่านกระบวนการพิจารณาตรวจสอบ และทดสอบการใช้งานจากผู้ดูแลระบบงาน รวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2) ด้านประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) จากการที่จำแนกแบ่งหมวดหมู่ข้อมูล ออกเป็น 3 ชุดข้อมูล (Data Domain) ได้แก่ ชุดข้อมูลลูกค้า (Customer) ชุดข้อมูลเงินฝาก (Deposit) และชุดข้อมูลสินเชื่อ (Loan) พบว่าปัญหาของข้อมูลส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุของปัญหาคุณภาพข้อมูล พบว่าสาเหตุของปัญหาคุณภาพข้อมูลที่สำคัญดังนี้ 1) ข้อมูลไม่เป็นปัจจุบัน 2) ข้อมูลไม่เป็นมาตรฐานและไม่สอดคล้องกับหลักการด้านสถาปัตยกรรมข้อมูล รวมถึงมาตรฐานด้านคุณภาพข้อมูล ได้แก่

(1) ผู้สร้างข้อมูลกรอกข้อมูลมาไม่ถูกต้อง เช่น สาขาบันทึกกลุ่มของบุคคล ประเภทนิติบุคคลไม่ถูกต้อง

(2) มีฟิลด์ข้อมูล (Data Field) แต่ผู้สร้างข้อมูลไม่กรอกข้อมูลหรืออัปเดตข้อมูลมาให้ เช่น

- สาขาบันทึกข้อมูลมาไม่ครบถ้วน ในกรณีสินเชื่อ เช่น ถ้าเป็นบุคคลธรรมดา ต้องมีชื่อและเลขที่บัตรประชาชน ส่วนลูกค่านิติบุคคล จะแยกย่อยประเภทนิติบุคคล เช่น บริษัท ห้าง ร้าน เป็นต้น
- สาขาไม่บันทึก BOT Purpose Code ของลูกค้า ทำให้ข้อมูลเป็นค่าว่าง
- มีฟิลด์ข้อมูล (Data Field) แต่ผู้สร้างข้อมูลไม่กรอกข้อมูลหรืออัปเดตข้อมูลมาให้

(3) ไม่มีฟิลด์ข้อมูล (Data Field) ให้บริการแก่ผู้ใช้ข้อมูล (Data User) เช่น ไม่มีข้อมูลประเภทอุตสาหกรรม (ISIC Code) และวัตถุประสงค์การกู้ (Purpose Code) ในกรณีสินเชื่อห้องแถว สินเชื่ออิมใจ สินเชื่อสร้างงานสร้างอาชีพบน MyMo

ขอบเขตการศึกษาเพื่อพัฒนาการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Assessment) จะพิจารณาและคัดเลือกชุดข้อมูลหรือรายงานที่สำคัญที่ไม่ซ้ำกัน จำนวน 3 ชุดข้อมูลที่ใช้งานบ่อย (Top 3 Data Sets Usage) ที่ผ่านหลักเกณฑ์ในการพิจารณาองค์ประกอบข้อมูลที่สำคัญ Critical Data Element: CDE) จากขั้นตอนการกำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพข้อมูล รวมถึงการประเมินผลคุณภาพข้อมูล ผลการจัดทำโปรไฟล์ข้อมูล (Data Profiling) อยู่ในเกณฑ์ปกติ ในส่วนการประเมินคุณภาพข้อมูล (Data Quality Scorecard) อยู่ในระดับ ผ่าน (Pass) มีคะแนนสูงกว่า $\geq 96\%$ ระบบแสดงผลการประเมินคุณภาพข้อมูลออกมาเป็นสีเขียว หากระดับข้อมูลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ (Fail) ระบบแสดงผลการประเมินคุณภาพข้อมูลออกมาเป็นสีแดง ต้องดำเนินการตามขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหาสาเหตุที่แท้จริง (Root Cause Analysis) ต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารุ่นนี้

การศึกษารุ่นนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการนำเอากรอบไปใช้พัฒนา เนื่องจากมีกรอบเวลาเพียงเล็กน้อย และยังมีข้อจำกัดเรื่องเครื่องมือการบริหารจัดการข้อมูลที่ใช้ค่อนข้างจำกัด ทำให้ต้องทำการศึกษาด้านเทคโนโลยีใหม่ เพื่อสร้างความเข้าใจมากขึ้น ปัจจุบันจึงทำได้เพียงแค่การเสริมเข้าไปกับระบบเดิม โดยที่ไม่สามารถเปลี่ยนแกนหลักของระบบได้ เนื่องจากจะมีผลกระทบมาก ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ทันต่อกรอบเวลาที่ ได้รับ และด้วยข้อจำกัดเรื่องความต้องการทางธุรกิจ ทำให้มีข้อจำกัดในการเลือกเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ รวมถึงการร่วมมือของกลุ่มผู้ใช้งานและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้วย

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นสิ่งที่ผู้ศึกษาได้รับโอกาสอันดี จากการที่ได้เข้ามาศึกษาต่อในหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต กลุ่มวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีทางการเงิน ในระหว่างการศึกษาผู้ศึกษาได้รับความรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากอาจารย์ทุกท่านอย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.ดร. สุวรรณิ อัครกุลชัย อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ ให้ความรู้ เสียสละเวลาอันมีค่า เพื่อให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบและแก้ไขเนื้อหา ตลอดจนให้กำลังใจในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ ซึ่งเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงาน และเป็นแรงผลักดันในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และ ดร. ชัชชัย หวังวิวัฒนา รศ.ดร. น้ำฝน อัครเมธิน และ รศ.ดร. วรรณญา ปุณณวัฒน์ คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่า และช่วยชี้แนะแนวทาง ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์กับการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้

ขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาและเพื่อนร่วมงาน ในฝ่ายบริหารข้อมูลสารสนเทศ ที่คอยสนับสนุนให้ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะการใช้งานระบบ ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบฯ จนการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง เพื่อน ๆ พี่ ๆ เพื่อนนักศึกษาปริญญาทุกท่าน ที่ได้ให้กำลังใจและความช่วยเหลือที่คอยสนับสนุน คอยเป็นกำลังใจ ในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระตลอดเวลา

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). 2563. กรอบการกำกับดูแลข้อมูล (Data Governance Framework) (DGA): องค์ประกอบในการบริหารจัดการข้อมูล (Data Management

Component). แหล่งข้อมูล: https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/data-governance-framework ค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2565.

National Science and Technology Development Agency (NSTDA). 2020. (Data Governance Framework): Data Management Component. Available: https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/data-governance-framework. Accessed Jul. 23, 2022.

ธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.). 2563. แนวปฏิบัติการกำกับดูแลข้อมูล (Data Governance Guideline): แนวทางการบริหารจัดการคุณภาพข้อมูล ตามนโยบายการกำกับดูแลข้อมูล ของธนาคารแห่งประเทศไทย. แหล่งข้อมูล: https://www.bot.or.th/Thai/Segmentation/Public/PublicHearing/Documents/C-consultationPaper_DataGovernanceGuideline.PDF. ค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2565.

Bank of Thailand (BOT). 2020. Data Governance Guideline: Guidelines for data quality management according to the data governance policy of the Bank of Thailand. Available: https://www.bot.or.th/Thai/Segmentation/Public/PublicHearing/Documents/C-consultationPaper_DataGovernanceGuideline.PDF. Accessed Jul. 24, 2022.

ศักดา เลิศพิพัฒน์วานิชย์. 2564. การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพข้อมูล (The development of data quality audit system). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

Loetpipatwanich, S. 2021. The development of data quality audit system. M. S. Thesis. National Institute of Development Administration (NIDA). Bangkok.

ศิษย์ ภูภัทรกิจ. 2560. การออกแบบกรอบการพัฒนาระบบงานข้อมูลเพื่อรองรับข้อมูลขนาดใหญ่ กรณีศึกษา ธนาคารแห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

Phupatarakit, T. 2017. Research for Design Data Management system framework and Architecture for Big Data Case Study: Bank Of Thailand (BOT). Thammasat University. Bangkok.

การพัฒนาระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำ
อัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
Development of Temperature and Humidity Monitoring System in
Mushroom Farm to Control Automatic Irrigation Using Internet of
Things Technology

บุญญาดา เปลวานานนท์^{1*} ปราโมทย์ ก้าวเจริญ¹

Punyada Pleawnanont^{1*} Pramote Kuacharoen¹

¹ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ 148 ถนนเสรีไทย แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

¹ Graduate School of Applied Statistics National Institute of Development Administration (NIDA) 148 SeriThai Rd., Bangkok,
Bangkok 10240, Thailand.

*Corresponding author E-mail: punyada.ple@stu.nida.ac.th

บทคัดย่อ

การเพาะปลูกเห็ดหูหนู ซึ่งถือเป็นหนึ่งในเห็ดเศรษฐกิจ มีปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตคือ อุณหภูมิและความชื้น ในการทำเกษตรแบบดั้งเดิมพบปัญหาในการควบคุมปัจจัยหลักที่มีต่อการเจริญเติบโตของเห็ดหูหนู เช่นการประเมินสภาพอากาศ และการควบคุมความชื้น การพัฒนาระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เป็นการนำองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาประยุกต์ใช้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.ลดขั้นตอนในการดำเนินงานของเกษตรกร และ 2.ช่วยให้เกษตรกรผู้เพาะปลูกเห็ดหูหนู สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ โดยระบบใช้โมดูลตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น DHT11 เป็นอุปกรณ์ในการตรวจวัด และใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU ESP8266 ที่เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต ผ่านเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) ส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นไปเก็บไว้ที่ Google sheets โดยใช้ Google apps script หลังจากนั้นใช้แอปพลิเคชัน IFTTT สร้างการแจ้งเตือนผ่านเว็บเซอร์วิส LINE Notify บนแอปพลิเคชัน LINE เพื่อให้เกษตรกรผู้เพาะปลูกใช้ในการตัดสินใจในสั่งให้มีการรดน้ำผ่านแอปพลิเคชัน eWeLink ที่เชื่อมต่อกับโมดูลรีเลย์สวิตช์ไร้สาย (SONOFF BasicR2) เพื่อควบคุมโซลินอยด์วาล์วที่สั่งการระบบรดน้ำได้ตามต้องการ ผลการวิจัยพบว่าสามารถตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเพาะปลูก ทำให้เกษตรกรที่ได้ทดสอบใช้งานสามารถใช้ข้อมูลเพื่อตัดสินใจในการสั่งรดน้ำ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อการเพาะปลูกกับปริมาณผลผลิตที่ได้ต่อไป

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, ระบบการแจ้งเตือน, อุณหภูมิ, ความชื้น

Abstract

The growth of Jew's Ear Mushroom, an economic mushroom, is affected by temperature and humidity, which traditional farming method struggle to control. To address these challenges, an IoT-based Temperature and Humidity Monitoring System was developed to aid farmers in controlling these factors and streamline operations. The system uses a DHT11 temperature and humidity measurement module and a microcontroller Node MCU ESP8266 that connects to the internet via Wi-Fi to send data to Google Sheets using Google apps script, then creates a notification through LINE Notify web service on the LINE application using IFTTT. This data is then used by farmers to make watering decisions through the eWeLink application, which is connected to a wireless switch relay module (SONOFF BasicR2) to control the solenoid valve for the watering system. The results show that the temperature and humidity of the cultivated greenhouse can be effectively monitored, and the data can be used to make informed watering decisions. Additionally, the temperature and humidity data are stored in a database to compare factors affecting cultivation with yields in the future.

Keywords : Internet of Things, Notification System, temperature, humidity

บทนำ

ปัจจุบันการเติบโตของเทคโนโลยีด้านเครือข่าย ทำให้เข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้จากทั่วทุกมุมโลก นั้นทำให้แนวคิดด้านระบบอัจฉริยะพัฒนาอย่างรวดเร็ว ในทุกมิติของการดำรงชีวิตเช่น เมืองอัจฉริยะ (Smart cities) ระบบบ้านอัจฉริยะ (Smart home) รวมไปถึงการพัฒนาในระบบการเกษตร ที่จะเข้ามาสร้างความเปลี่ยนแปลงให้กับการทำเกษตรในรูปแบบเดิม (Traditional farming) เครื่องมือที่หลากหลายถูกนำมาใช้พัฒนาระบบการทำเกษตรที่เรียกว่า ระบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) โดยเฉพาะเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT: Internet of things) โดยระบบนี้จะมีตัววัดสภาพดิน ความชื้นอากาศ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นในดิน อุณหภูมิในดิน และเมื่อทำการวัดแล้ว ข้อมูลที่ได้ก็จะถูกส่งตรงไปยังอุปกรณ์สื่อสาร (Smart phone) ของเกษตรกร ทำให้รู้สภาพของฟาร์มได้ในทันที และสามารถวางแผนจัดการและบริหารการเพาะปลูกต่อไปได้ เมื่อมีเทคโนโลยีนี้เกษตรกรก็จะสามารถขยายการเพาะปลูกได้ เนื่องจากไม่ต้องดูแลอย่างใกล้ชิดด้วยตนเอง สามารถดูผลจากการวัดที่แม่นยำผ่านแอปพลิเคชันได้ในทันที ทำให้สามารถควบคุมจากระยะไกลได้เลย (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2562)

จากข้อมูลการเพาะปลูกเห็ดหูหนู เห็ดหูหนูถือเป็นหนึ่งในเห็ดเศรษฐกิจ มีเป้าหมายในการเพาะปลูกให้ได้รับผลผลิตในปริมาณมาก มีปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตที่เกษตรกรสามารถควบคุมได้ของเห็ดหูหนูคือ อุณหภูมิ และความชื้น (ชำนาญ, 2559) ในการทำเกษตรแบบดั้งเดิมพบปัญหาในการควบคุมปัจจัยที่เหมาะสม

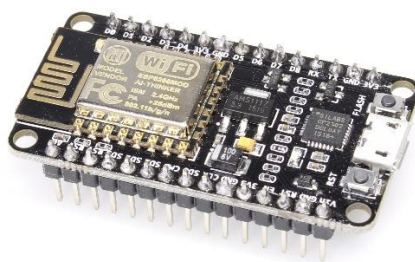
ต่อการเจริญเติบโตของเห็ดหูหนู ความล้มเหลวในการประเมินสภาพอากาศ และการจัดการความชื้น ปัญหาสำคัญอีกประการคือการขาดการเก็บข้อมูลปัจจัยต่างๆที่มีผลกับปริมาณผลผลิต ซึ่งเป็นฐานข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อพัฒนาระบบการเกษตรแม่นยำต่อไปได้ในอนาคตไม่ได้ถูกจัดเก็บไว้ และสุดท้ายในกรณีที่ย้ายพื้นที่การเพาะปลูก ทำให้ไม่สามารถดูแลฟาร์มเห็ดอย่างทั่วถึง ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดพัฒนาระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งขึ้น โดยการนำองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเช่น เซนเซอร์ไร้สายมาประยุกต์ใช้งาน (สิทธิโชค และคณะ, 2564) เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกเห็ด (ศุภวุฒิ และคณะ, 2557) และสร้างระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิและความชื้นให้เกษตรกรได้ทราบผ่านแอปพลิเคชัน LINE (ภูมินทร์ และคณะ, 2565) โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญดังนี้ 1. ลดขั้นตอนในการดำเนินงานของเกษตรกร 2. ช่วยให้เกษตรกรผู้เพาะปลูกเห็ดหูหนู สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนได้ และ 3. เพื่อเก็บข้อมูลไว้เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ในอนาคต

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาความสามารถและข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้งาน

1.1 โรงเรือนเพาะปลูกเห็ดหูหนู เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเพาะปลูกเห็ดให้มีประสิทธิภาพ ขนาดของโรงเรือนเพาะปลูกขึ้นอยู่กับพื้นที่และความสามารถในการดูแล โดยทั่วไปโรงเรือนมีขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 10 เมตร ลักษณะเฉพาะของโรงเรือนเพาะปลูกเห็ดคือมีหลังคาโรงเรือนต่ำ เนื่องจากความสูงของเพดานส่งผลต่อประสิทธิภาพในการระบายอากาศ โรงเรือนควรปิดมิดชิดเพื่อรักษาความชื้น และป้องกันแสงอาทิตย์ในเวลากลางวันที่จะทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว กระทั่งการเจริญเติบโตได้

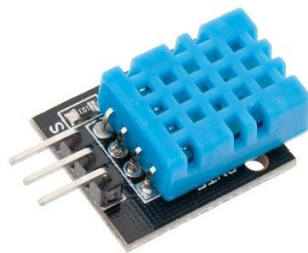
1.2 Microcontroller - Node MCU ESP8266 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีพอร์ตอินพุตเอาต์พุตมาพร้อมกับโมดูลการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Wi-Fi) สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (I/O port) ได้โดยตรงทำให้ Node MCU มีความสามารถในการควบคุมการทำงานผ่าน Wi-Fi การใช้งานจำเป็นต้องลงไดรเวอร์เพื่อให้ไอซีเบอร์ CH340G บนบอร์ดทำงานก่อนทำงานด้วย นอกจากนี้ยังใช้งานร่วมกับ Node MCU Base Ver.1.0 ที่มี Decorator สำหรับแปลงกระแสไฟ input 6-24 V. ให้เป็นไฟกระแสไฟ Output 3-5 V.



ภาพที่ 1 Microcontroller - Node MCU ESP8266

1.3 Arduino IDE เป็นโปรแกรม Open-source Arduino IDE จะทำหน้าที่ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU ESP8266 โปรแกรมนี้ออกแบบให้ง่ายต่อการเขียนโค้ดและอัปโหลดโปรแกรมที่เขียนเข้าสู่บอร์ด เพราะมีส่วนเสริมของระบบการพัฒนา หรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนาต่าง ๆ เร็วมากขึ้น

1.4 Sensor - DHT11 (Digital Humidity and Temperature Sensor) เซนเซอร์ตรวจจับความชื้นและอุณหภูมิในอากาศแบบดิจิทัล โดยให้ค่าออกมา 3 แบบคือ ความชื้น อุณหภูมิ และดัชนีความร้อน การใช้งานจำเป็นต้องติดตั้ง Library จำนวน 2 ตัวคือ DHT Library และ Adafruit Library บน Arduino IDE ก่อนใช้งาน



ภาพที่ 2 Sensor DHT11

1.5 Database – Google sheets เป็นซอฟต์แวร์ด้าน Spreadsheet สร้างตารางคำนวณ ทำงานแบบ Online บน Cloud ในการทำวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้งานบริการ Google sheets เป็นฐานข้อมูล ข้อดีของการจัดเก็บข้อมูลบนบริการ Google sheets คือมีลักษณะเป็น Cloud server ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายดาย

1.6 Google Apps Script เป็น Scripting Language ที่อยู่บนพื้นฐานของภาษา JavaScript สามารถใช้งานได้และพัฒนาต่อยอดได้ทันทีโดยไม่ต้องติดตั้งอะไรเพิ่มเติม สามารถเรียกใช้ Google Service ต่างๆได้มากมาย รวมถึง Google Sheets เพื่อสร้าง เมนูพิเศษ หรือ Macro เพื่อให้การทำงานที่ทําหลายๆขั้นตอนลดลงเหลือเพียงแค่ไม่กี่ขั้นตอน อีกทั้งยังสามารถตั้งเวลาให้ทำงานอัตโนมัติ หรือ ตั้ง Trigger เพื่อให้ทำงานเมื่อเกิด Action ต่างๆได้อีกด้วย

1.7 IFTTT เป็นแพลตฟอร์มที่ถูกพัฒนามาเพื่อเชื่อมต่อการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆให้ทำงานโดยอัตโนมัติ โดยการสร้างตัวกระตุ้น (trigger) ว่าหากมีสิ่งหนึ่งเกิดขึ้น ให้ทำสิ่งหนึ่งด้วย (IFTTT: IF This Then That) โดยผู้วิจัยได้นำมาใช้งานเพื่อสร้างการแจ้งเตือนผ่าน LINE application เมื่อข้อมูลใหม่ถูกเพิ่มเข้าไปใน Google sheets นอกจากนั้น IFTTT ยังรองรับการสร้างตัวกระตุ้นจากผู้บริการอื่น เช่น LINE Notify, eWeLink, Whether Underground

1.8 LINE Notify เป็นบริการรับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการในรูปแบบ API สำหรับโปรแกรมเมอร์ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ นำไปใช้ต่อยอดพัฒนาโปรเจกต์ต่างๆ เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิส เช่น GitHub, IFTTT และ

Mackert สร้างการแจ้งเตือนแบบข้อความไปยังกลุ่มหรือบัญชีส่วนตัวได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ยกเว้นกรณีที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสอื่นๆ ซึ่งอาจมีบางบริการที่ใช้ได้เฉพาะบัญชีแบบเสียค่าบริการเท่านั้น.

1.9 eWeLink เป็นแพลตฟอร์มแอปพลิเคชันที่รองรับอุปกรณ์อัจฉริยะหลายยี่ห้อ รวมถึง SONOFF ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์อัจฉริยะที่หลากหลาย ควบคุมอุปกรณ์อัจฉริยะที่เชื่อมต่อเพื่อสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi

1.10 Smart relay switch module – SONOFF BasicR2 เป็นโมดูลสั่งงาน Relay Switch ผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi โดยตัวอุปกรณ์ SONOFF BasicR2 สามารถเชื่อมต่อและควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน eWeLink ได้



ภาพที่ 3 Smart relay switch module – SONOFF BasicR2

1.11 Solenoid valve - วาล์วควบคุมด้วยไฟฟ้าขนาด 1" input 24VDC



ภาพที่ 4 Solenoid valve

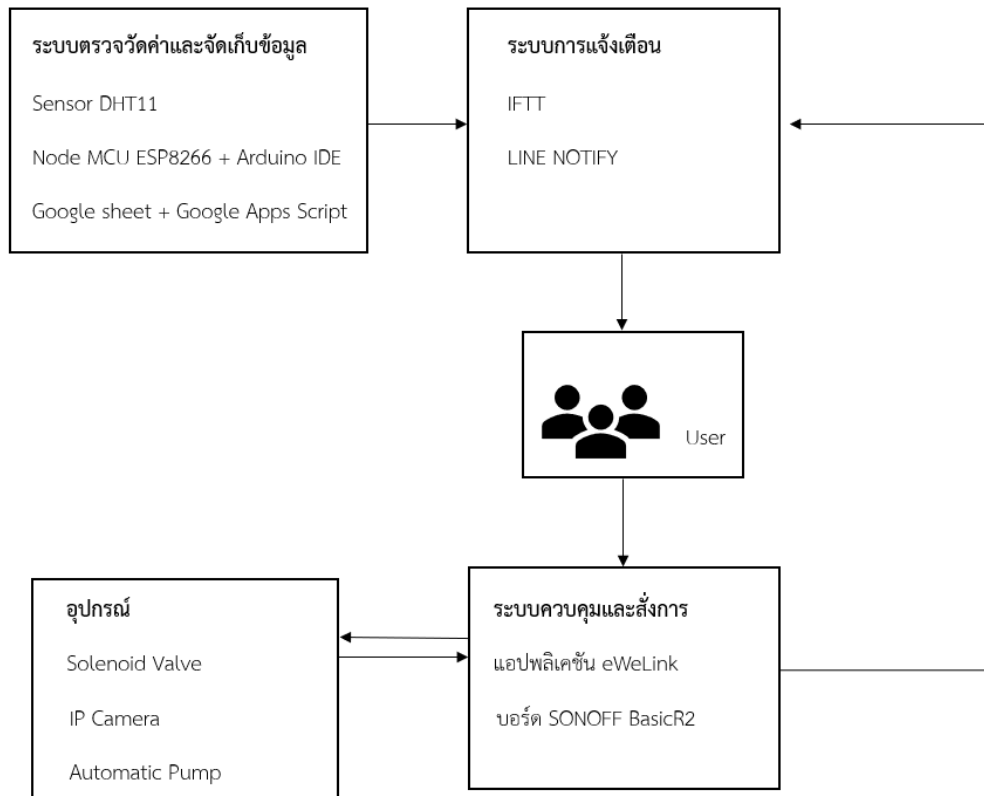
1.12 Automatic Water Pump - Mizuma รุ่น PSA60 ป้อนน้ำแบบส่งน้ำคงที่ สม่่าเสมอ แบบตัดและต่ออัตโนมัติ ให้แรงของน้ำ 1.6-2.6 บาร์, แรงดันไฟฟ้า: 220V/50HZ, กำลังไฟ :0.37kw/0.5hp, Current: 1.6A, ความเร็วรอบ: 2850rpm, ปริมาณน้ำสูงสุด :42L/Min, ระยะส่งสูง: 36m, ระยะดูดลึก: 9m, มาตรฐานการป้องกันน้ำ IP44, ระบบป้องกัน: Thermally protected, ขนาดท่อดูด x ส่ง: 1" * 1"



ภาพที่ 5 Automatic Water Pump – Mizuma รุ่น PSA60

2. ออกแบบกรอบแนวคิดและภาพรวมของระบบ

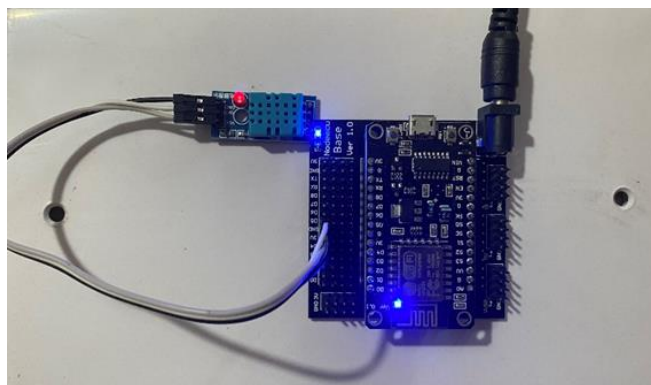
ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบกรอบแนวคิดและภาพรวมของระบบแสดงในเห็นดังภาพที่ 1 ดังนี้ ส่วนที่ 1 ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น เริ่มต้นจากเขียนโปรแกรมสั่งงานผ่าน Arduino IDE สั่งการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU ESP8266 ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) และ Sensor DHT11 ตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นและส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลบน Google Sheets ทุกๆ 15 นาที ซึ่งที่ Google Sheets ได้เขียนเมนูพิเศษด้วย Google Apps Script ให้แผ่นงานบันทึกข้อมูลแถวใหม่ทุกครั้งที่มีการส่งข้อมูลเข้ามาเก็บไว้ หลังจากนั้นจะเข้าสู่ส่วนที่ 2 คือระบบการแจ้งเตือน ที่ระบบการแจ้งเตือนเริ่มต้นจากการตั้งค่า Trigger ไร้ใช้งานบนแพลตฟอร์ม IFTTT โดยกำหนดให้ว่า หากมีการเพิ่มข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นที่แถวใหม่บนแผ่นงาน ให้ส่งการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE บน Smartphone เพื่อเป็นข้อมูลให้เกษตรกรผู้ใช้งานใช้ตัดสินใจในส่วนที่ 3 ต่อไป สำหรับส่วนที่ 3 ระบบควบคุมและสั่งการอุปกรณ์สำหรับผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถสั่งการเปิด-ปิดระบบรดน้ำได้ผ่านแอปพลิเคชัน eWeLink บน Smartphone การทำงานของระบบรดน้ำอัตโนมัติคือเชื่อมต่อ Smart relay switch (SONOFF BasicR2) กับเครือข่ายไร้สาย(Wi-Fi) หลังจากนั้นลงทะเบียนอุปกรณ์กับ แอปพลิเคชัน eWeLink เพื่อควบคุมการทำงานของ Solenoid Valve ที่ติดตั้งไว้หากจ่ายไฟให้ Solenoid Valve แผ่นไดอาแฟรมที่เปรียบเสมือนวาล์วจะถูกสั่งให้ยกขึ้น ป้อนน้ำอัตโนมัติก็จะทำงาน นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์จากแอปพลิเคชัน IFTTT โดยการสร้าง trigger ว่าหากสวิทช์ที่ควบคุมโซลินอยด์ วาล์วทำงานหรือตัดการทำงาน ให้ส่งข้อมูลวัน เวลา และสถานะของสวิทช์นั้นไปเก็บไว้บนฐานข้อมูล Google Sheets พร้อมทั้งส่ง Message แจ้งเตือนเกษตรกรผู้ใช้งานแอปพลิเคชันด้วย



รูปที่ 6 กรอบแนวคิดและภาพรวมของระบบ

ผลการวิจัย

1. ผลการออกแบบองค์ประกอบระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหา และบริบทของการใช้งานเครื่องมือทั้ง 3 องค์ประกอบได้แก่ 1. ส่วนระบบตรวจวัดค่าและจัดเก็บข้อมูล 2. ระบบการแจ้งเตือน และ 3. ระบบควบคุมและสั่งการ แสดงให้เห็นดังรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 7 องค์ประกอบของระบบตรวจวัดค่าและจัดเก็บข้อมูล

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 8 องค์ประกอบของระบบควบคุมและสั่งการ

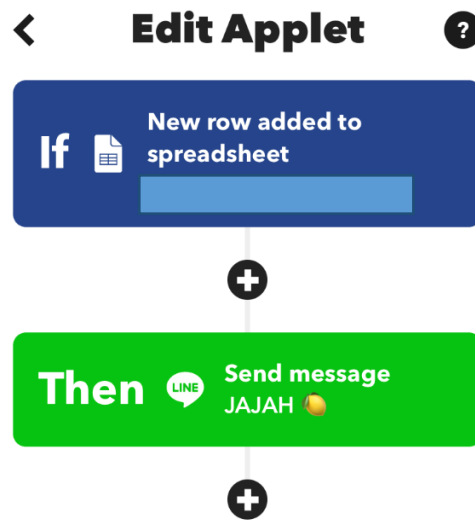
สำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานผ่านอินพุตและเอาต์พุตของ Node MCU ESP8266 เขียนผ่าน Arduino IDE และเขียน Script สั่งคำสั่งพิเศษด้วย Google Apps Scripts สั่งให้ข้อมูลถูกบันทึกไว้ที่ Google sheet

	A	B	C	D	E
1	Date	Time	Temperature(C)	Humidity(%)	
301	1/23/2023	0:27:25	23	62	
371	1/23/2023	18:14:25	28	42	
391	1/24/2023	0:12:11	22	59	
392	1/24/2023	0:27:17	22	61	
393	1/24/2023	0:42:11	22	60	
394	1/24/2023	0:57:12	21	62	
395	1/24/2023	1:12:12	21	63	
396	1/24/2023	1:27:12	21	63	
397	1/24/2023	1:42:12	21	61	
398	1/24/2023	1:57:12	22	60	
399	1/24/2023	2:12:12	22	58	
400	1/24/2023	2:27:12	23	56	
401	1/24/2023	2:42:12	23	53	
402	1/24/2023	2:57:12	23	53	
403					
404					
405					
406					
407					

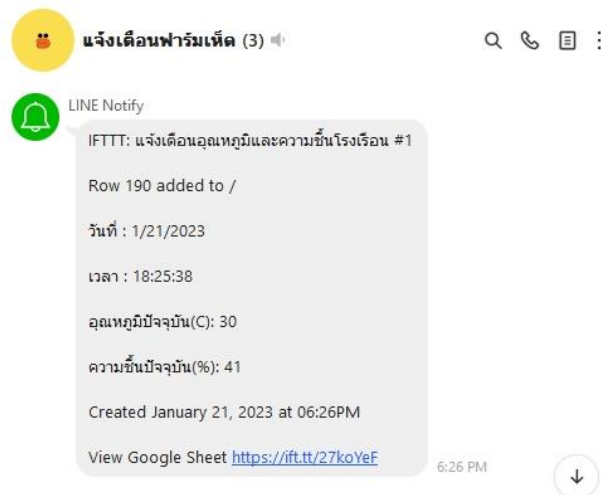
รูปที่ 9 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลบน Google Sheets

จากนั้นใช้งานแพลตฟอร์ม IFTTT เพื่อสร้าง Trigger ว่าหากมีข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นถูกเพิ่มเข้ามาในแถวใหม่ของแผ่นงาน ให้สร้างการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE ที่เกษตรกรใช้งานบน Smartphone

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



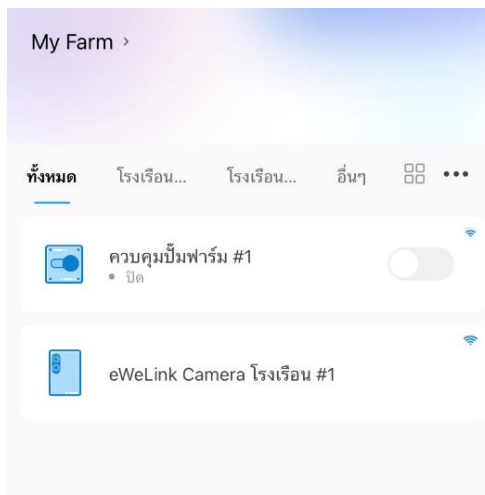
ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างการสร้าง Applet บนแพลตฟอร์ม IFTTT



ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างการแจ้งเตือนอุณหภูมิและความชื้นผ่านแอปพลิเคชัน LINE

เมื่อผู้ใช้งานได้รับข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนแล้ว สามารถนำมาประกอบการตัดสินใจเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนต่อไป หากผู้ใช้งานต้องการรดน้ำ สามารถใช้งานส่วนควบคุมและสั่งการอุปกรณ์ได้ผ่านทางแอปพลิเคชัน eWeLink ซึ่งเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายเพื่อควบคุมโซลินอยวาล์วที่ควบคุมการทำงานของปั้มน้ำอัตโนมัติ ซึ่งแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 12

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 12 แสดงตัวอย่างคำสั่งควบคุมการให้น้ำและอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อบนแอปพลิเคชัน eWeLink

และทุกครั้งหลังจากที่อุปกรณ์เปลี่ยนแปลงสถานะ ผู้วิจัยได้กำหนด Trigger บนแอปพลิเคชันแพลตฟอร์ม IFTTT ให้สร้างการแจ้งเตือนแจ้งให้ผู้ใช้งานได้ทราบ รวมถึงเก็บประวัติการทำงานของอุปกรณ์ไว้ที่ฐานข้อมูล Google Sheets ดังแสดงในรูปที่ 13

	A	B	C	D	E	F
1		วันเวลา	ชื่ออุปกรณ์	สถานะ		
2	January 23, 2023 at 06:59PM	BasicR2 - ควบคุมบึงน้ำ #1	on	http://www.ewelink.cc/en/		
3	January 23, 2023 at 07:11PM	BasicR2 - ควบคุมบึงน้ำ #1	off	http://www.ewelink.cc/en/		
4	January 23, 2023 at 07:12PM	BasicR2 - ควบคุมบึงน้ำ #1	on	http://www.ewelink.cc/en/		
5	January 23, 2023 at 07:12PM	BasicR2 - ควบคุมบึงน้ำ #1	off	http://www.ewelink.cc/en/		
6	January 23, 2023 at 07:28PM	BasicR2 - ควบคุมบึงน้ำ #1	on	http://www.ewelink.cc/en/		
7	January 23, 2023 at 07:30PM	BasicR2 - ควบคุมบึงน้ำ #1	off	http://www.ewelink.cc/en/		
8	January 23, 2023 at 09:12PM	BasicR2 - ควบคุมบึงน้ำ #1	on	http://www.ewelink.cc/en/		
9	January 23, 2023 at 09:13PM	BasicR2 - ควบคุมบึงน้ำ #1	off	http://www.ewelink.cc/en/		
10	January 23, 2023 at 10:04PM	BasicR2 - ควบคุมฟาร์ม #1	off	http://www.ewelink.cc/en/		
11	January 24, 2023 at 12:10AM	ควบคุมบึงฟาร์ม #1	on	http://www.ewelink.cc/en/		
12	January 24, 2023 at 12:10AM	ควบคุมบึงฟาร์ม #1	off	http://www.ewelink.cc/en/		
13	January 24, 2023 at 02:55AM	ควบคุมบึงฟาร์ม #1	on	http://www.ewelink.cc/en/		
14	January 24, 2023 at 02:55AM	ควบคุมบึงฟาร์ม #1	off	http://www.ewelink.cc/en/		
15						
16						
17						
18						

ภาพที่ 13 แสดงประวัติการทำงานของอุปกรณ์

2. ผลการประเมินความพึงพอใจระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้ให้เกษตรกร ผู้เพาะปลูกทดลองใช้งานระบบดังกล่าว จากนั้น ประเมินความพึงพอใจต่อผลการทำงาน จำนวน 10 ท่าน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจ

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความพึงพอใจ
1.ด้านประสิทธิภาพการทำงาน			
1.1 ระบบตรวจวัดมีความน่าเชื่อถือ	4.20	0.84	มาก
1.2 ระบบแจ้งเตือนทันทีและตรงต่อเวลา	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ระบบควบคุมการให้น้ำใช้งานง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.67	0.43	มากที่สุด
2.ด้านประโยชน์ต่อการใช้งาน			
2.1 ระบบควบคุมการให้น้ำช่วยลดเวลาในการทำงานของเกษตรกร	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ระบบสามารถกำหนดการทำงานและควบคุมได้ตามที่เกษตรกรต้องการ	4.40	0.55	มาก
2.3 ระบบจัดเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นไว้เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนในอนาคต	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.53	0.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.60	0.47	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่าความพึงพอใจระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ผลประเมินความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพการทำงานอยู่ในระดับมากที่สุด และผลประเมินความพึงพอใจด้านประโยชน์ต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

วิจารณ์ผล

1. การพัฒนาระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งพบว่า ออกแบบด้วยบริบทและความต้องการของผู้ใช้งาน ประกอบด้วย 3 ระบบคือ 1) ระบบตรวจวัดค่าและจัดเก็บข้อมูล 2) ระบบการแจ้งเตือน และ 3) ระบบควบคุมและสั่งการ ทำให้ผลการประเมินความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพการทำงานอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด และผลการประเมินความพึงพอใจด้านประโยชน์ต่อการใช้งานอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุดเช่นกัน เนื่องจากการเพาะปลูกในรูปแบบเดิมผู้ใช้งานประสบปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน ซึ่งสอดคล้องกับ สิทธิโชค และคณะ(2565) ที่ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ ทำการติดตั้งระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจใน

ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เนื่องจากการพัฒนาระบบนั้นเป็นการพัฒนาตามความต้องการของผู้ใช้งานจริง เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ปัจจุบันยังมีเกษตรกรที่ใช้ประสบการณ์ในการคาดเดาธรรมชาติ ถูกบ้างผิดบ้าง เพื่อทำการเพาะปลูกในฤดูกาลต่างๆ ทำให้ได้ผลผลิตไม่แน่นอน การคาดการณ์ฤดูกาลการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยวคลาดเคลื่อนไป ล้วนทำให้เกิดผลเสียต่อเกษตรกร

2. การพัฒนาระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้น มีระบบการแจ้งเตือนเป็นส่วนสำคัญในการช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ข้อมูลในการประกอบการตัดสินใจได้ ระบบการแจ้งเตือนได้รับการประเมินความพึงพอใจในระดับมากที่สุดว่า ระบบการแจ้งเตือนนั้นทันถ่วงทีและตรงต่อเวลา ซึ่งสอดคล้องกับ ภูมิินทร์ และคณะ(2565) ที่ได้ศึกษาระบบตรวจจับเพลิงไหม้ในอาคารด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชัน LINE ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานในการตรวจจับสัญญาณควัน ตรวจวัดอุณหภูมิ และสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน LINE บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พร้อมทั้งส่งสัญญาณเสียงและแสดงสถานะหลอดไฟแจ้งเตือนให้กับผู้อยู่ภายในอาคารร่วมด้วยหากไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

สรุปผล

ผลการพัฒนาระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในฟาร์มเห็ดเพื่อควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้น ประการแรกพบว่า สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบองค์ประกอบไว้ได้ตามที่ต้องการ โดยผู้ใช้งานสามารถทราบอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ตัดสินใจหรือควบคุมการรดน้ำ ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ประการสุดท้ายผู้ใช้งานสามารถเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน รวมถึงประวัติการรดน้ำ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์และประเมินสภาวะที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกได้ในอนาคต เพื่อให้เกิดกระบวนการเกษตรแม่นยำ ซึ่งจะสามารถลดการใช้ทรัพยากรตัวอย่างเช่น น้ำหรือปุ๋ยลงได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและประสิทธิภาพวิชาความรู้ด้วยความกรุณาโดยตลอด คุณความดีอันเกิดจากประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความซาบซึ้งใจ มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

คุณกรณ์ หอศิริธรรม. 2557.วิธีการใช้ Google Sheets เป็นฐานข้อมูล แหล่งข้อมูล:

<https://sysadmin.psu.ac.th/2014/10/10/googleappscript-googleheets-database/>. ค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2565.

ชำนาญ พิทักษ์ทอง . 2559.เห็ดเศรษฐกิจ. สำนักพิมพ์เกษตรสยาม, กรุงเทพฯ.

ภาสกร พาเจริญ.2563. พัฒนา IoT ผ่าน Cloud ด้วย Arduino. สำนักพิมพ์โปรวิชั่น, กรุงเทพฯ.

ภูมินทร์ ฮงมา ระวีวร ฮงมา และ จิม ยืนนาน. 2565. ระบบตรวจจับเพลิงไหม้ในอาคารด้วยเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชัน LINE. น. 873-879. ใน: ประชุมวิชาการ ระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 19 มีนาคม 2565. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์.

ศุภวุฒิ ผากา สันติ วงศ์ใหญ่ และ อติศร ถมยา. 2557. การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านหุบป่าแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตรจังหวัดลำปาง. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง 7(1): 58-69.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2562. การเกษตรอัจฉริยะ. แหล่งข้อมูล:

<https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2020/20200313-smart-farming.pdf>. ค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2565.

สิทธิโชค พรรค์พิทักษ์ กาญจนา ดงสงคราม ศศิธร อ่อนเหลา กฤตภาส ยุทธอาจ และ อุดมศักดิ์ พิมพ์พาศรี. 2565. การพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ. วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 7(2): 17-30.

Eduard R., W. Ruslan, I. Iskandar, and D. Setyanto. 2022. Setting Temperature and Humidity with a Misting System in a Pilot Greenhouse at Cisauk-Tangerang, Indonesia. Appl. Sci. 2022, 12(18), 9192

Lea, P. 2020. IoT and Edge Computing for Architects. 2nd Edition. Packt Publishing, UK.

การพัฒนาบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ Sale Information Management System: Case Study Ake Electronics

ณัฐนันท์ ปานกลัด^{1*} วุฒิกร เนตรกระจ่าง² สุภาภรณ์ จันปาน³

Natthanan Panklad^{1*} Wuttikorn Netkarjunk² Supaporn Janpan³

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

¹ Faculty of Science and Technology, Tapee University, Surat Thani Province, 84000

*Corresponding author E-mail: 6431220016@student.tapee.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ และ ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากทางร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ พนักงานจะทำการจดบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับการจำหน่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจจะทำให้สูญหายได้ จึงได้ทำการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ขึ้นมาเพื่อให้การดำเนินงานเกิด ความสะดวก และ เพิ่มประสิทธิภาพในการจำหน่ายสินค้า อิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ การจัดการสินค้า จัดการประเภทสินค้า จัดการยี่ห้อสินค้า จัดการรายการขายสินค้า และ ดูสรุปยอดการขายสินค้า รายวัน/เดือน/ปี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ พนักงานประจำร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 11 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แบบสัมภาษณ์เบื้องต้น 2) แบบประเมิน ประสิทธิภาพของระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ พื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ มีส่วนประกอบในการใช้งาน 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการข้อมูลพนักงาน สามารถจัดการ ข้อมูลสินค้า จัดการข้อมูลการขายสินค้า สามารถออกใบเสร็จ สามารถดูสรุปยอดรวมการขาย รายวัน/เดือน/ปี และส่วนของผู้ใช้งาน สามารถจัดการข้อมูลการขายสินค้า ออกใบเสร็จ สามารถดูสรุปยอดรวมการขาย รายวัน/เดือน/ปี 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของ ระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอก อิเล็กทรอนิกส์ 2 ด้าน ด้านความสวยงามของระบบ และ ด้านลักษณะการทำงานของระบบ จากผลการประเมิน ประสิทธิภาพของระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ ($\bar{X} = 4.32$ S.D. 0.15) แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมา ทุกด้านมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับ มากที่สุด ตาม scale 5 ระดับ โดยมีมาตรการวัดของ (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2551)

คำสำคัญ : การจัดการข้อมูล, ระบบจัดการสินค้า, ร้านขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

Abstract

The objectives of this research were to Sale Information Management System: Case Study Ake Electronics and to study user satisfaction. Sale Information Management System: Case Study Ake Electronics because Ake Electronics Employees will record details about the sale of electronic devices. which may cause loss Therefore, a Sale Information Management System: Case Study Ake Electronics came up to make the operation happen. Convenience and increase efficiency in selling electronic products, including product management manage product categories Brand Management Manage product sales list and view product sales summary daily/month/year The samples used were 11 employees of Ake Electronics Shop by purposive sampling. Research Tools 1) Preliminary interview form 2) Evaluation form for evaluating the efficiency of the Sale Information Management System: Case Study Ake Electronics The data were analyzed using basic statistics, namely mean and standard deviation.

The research findings were as follows: 1) Sale Information Management System:Case Study Ake Electronics There are 2 parts to use, namely the admin part. can manage employee information able to manage product information Manage merchandising information can issue a receipt Able to view summary of total sales daily/month/year and part of the staff Able to manage product sales information Issue a receipt, able to see a summary of the total sales daily/month/year 2) Efficiency evaluation results Sale Information Management System: Case Study Ake Electronics 2: Beauty of the system and performance of the system From the results of system performance evaluation Sale Information Management System: Case Study Ake Electronics have the total mean of all aspects equal (\bar{X} = 4.32 S.D. 0.15), indicating that the developed system All aspects are effective at the level. the most according to the 5-level scale, with measurement measures of (Sirichai Pongwichai, 2008)

Keywords : Information Management, Product Management System, Electronics Store

บทนำ

ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ตั้งอยู่ที่ เลขที่ 298/36 ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000 เปิดมาแล้ว 9 ปี มีบริการซ่อม ติดตั้ง และ จำหน่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น กล้องวงจรปิด, หลอดไฟ, กล่องรับสัญญาณดิจิตอล เป็นต้น ทำให้ได้รับความไว้วางใจจากลูกค้าที่มาใช้บริการ เมื่อลูกค้าต้องการซ่อมหรือซื้ออุปกรณ์ใหม่ ทำให้ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ เป็นร้านที่ได้รับความน่าเชื่อถือจากลูกค้าที่มาใช้บริการ ซึ่งทั้งหมดนี้มีความสำคัญและทำให้ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ เป็นที่ยอมรับในกลุ่มบุคคลจำนวนมาก จากปัญหาที่พบของร้าน

เอกอิเล็กทรอนิกส์ คือ พนักงานจะทำการจดบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับการจำหน่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และ ข้อมูลการรับคำสั่งซื้ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า เช่น ใบคำสั่งซื้อจากลูกค้า จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการ ติดต่อประสานงาน และ เอกสารอาจจะสูญหายหรือไม่คงสภาพเดิม ทำให้บางครั้งไม่สามารถตอบลูกค้าเกี่ยวกับ รายละเอียดต่าง ๆ ให้แก่ลูกค้าได้ทันที จึงทำให้เกิดปัญหาข้างต้นที่กล่าวมา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเอาปัญหาดังกล่าว มาจัดทำเป็นระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อลดปัญหาของการจัดการ เอกสารจำหน่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รวมถึงภาพรวมของการบริหารจัดการของร้านให้มีความสะดวก และ ใช้งานง่าย ที่สำคัญของระบบนี้ ช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ลดปัญหาการสูญหายของข้อมูล และสามารถ นำไปใช้งานจริง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์

ขอบเขตงานวิจัย

1.ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ พนักงานประจำ ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้งานระบบ
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ พนักงานประจำร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 11 คน

2.ขอบเขตด้านระบบ

ระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ มีขอบเขต การทำงานดังนี้

1. ผู้ดูแลระบบ (Administrator) สามารถเข้าสู่ระบบ สามารถจัดการข้อมูลพนักงาน สามารถจัดการ ข้อมูลสินค้า สามารถบันทึกการขายสินค้า สามารถออกใบเสร็จ สามารถดูสรุปยอดขายสินค้าประจำวัน/เดือน/ปี และ แสดงข้อมูลยอดขายรายวันในรูปแบบแผนภูมิแท่ง

2. พนักงาน (Staff) สามารถเข้าสู่ระบบ สามารถบันทึกการขายสินค้า สามารถออกใบเสร็จ สามารถดู สรุปยอดขายสินค้าประจำวัน/เดือน/ปี และ แสดงข้อมูลยอดขายรายวันในรูปแบบแผนภูมิแท่ง

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ มี กรอบแนวคิดดังนี้

ตัวแปรต้น

ระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า
กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์



ตัวแปรตาม

ประสิทธิภาพของระบบจัดการข้อมูล
การขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอก
อิเล็กทรอนิกส์

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ได้มีการพัฒนาตามแบบวงจร SDLC : System Development Life Cycle เป็นวงจรที่มีการพัฒนา 7 ขั้นตอนประกอบด้วย

- 1) กำหนดปัญหา (Problem Definition) 2) วิเคราะห์ (Analysis) 3) ออกแบบ (Design)
- 4) พัฒนา (Development) 5) ทดสอบ (Testing) 6) ติดตั้ง (Implementation) 7) บำรุงรักษา (Maintenance)

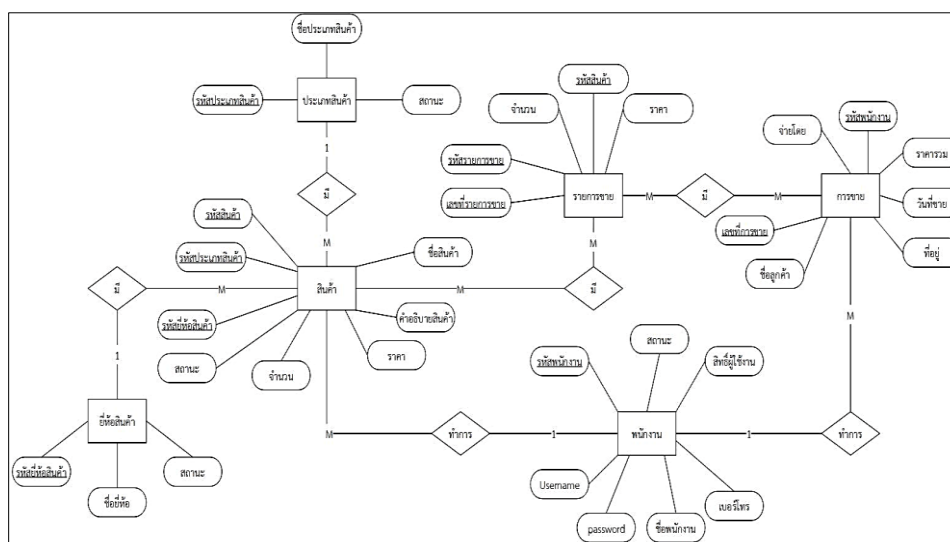


ภาพที่ 1 วงจรการพัฒนากระบวนการ

ในส่วนของการดำเนินการวิจัย เป็นงานวิจัยเชิงพัฒนา (Research & Development) มีวิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษารวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ การออกแบบระบบ การพัฒนาระบบให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน การประเมินระบบ การทดสอบระบบ และการบำรุงรักษาระบบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทางผู้วิจัยทำการศึกษาปัญหาเบื้องต้นของร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการสัมภาษณ์จากเจ้าของร้านและพนักงาน ทำให้ได้ทราบปัญหา



ภาพที่ 2 ER-Diagram

การวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 วิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบประเมินกับลักษณะที่จะวัด (IOC) โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553 : 117)

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

โดย IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับลักษณะที่วัด
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การพิจารณา

ถ้าค่า IOC ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 แสดงว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ถ้าค่า IOC ได้น้อยกว่า 0.50 แสดงว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ไม่ตรงจุดมุ่งหมายการวิจัย

จากแบบประเมินผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเครื่องมือวิจัย ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยที่ 0.85 ทำให้ดัชนีความสอดคล้องกับข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้จริง

1.2 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) สูตรคำนวณดังนี้ (ระพินทร์ โพธิ์ศรี, 2553 : 18)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 x แทน ค่าคะแนนที่ได้ของพนักงานแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ได้ทั้งหมด
 n แทน จำนวนพนักงานกลุ่มตัวอย่าง

โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล แบบจำแนกแต่ละช่วงย่อยต่างกันไป แบ่งระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ โดยการกำหนดช่วงของการวัดได้ดังนี้ (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2551)

ระดับ 5 คะแนนตั้งแต่ 4.21 – 5.00 หมายถึงระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

ระดับ 4 คะแนนตั้งแต่ 3.41 – 4.20 หมายถึงระดับความพึงพอใจ มาก

ระดับ 3 คะแนนตั้งแต่ 2.61 – 3.40 หมายถึงระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

ระดับ 2 คะแนนตั้งแต่ 1.81 – 2.60 หมายถึงระดับความพึงพอใจ น้อย

ระดับ 1 คะแนนตั้งแต่ 1.00 – 1.80 หมายถึงระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) สูตรคำนวณ ดังนี้ (ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี, 2553 : 25)

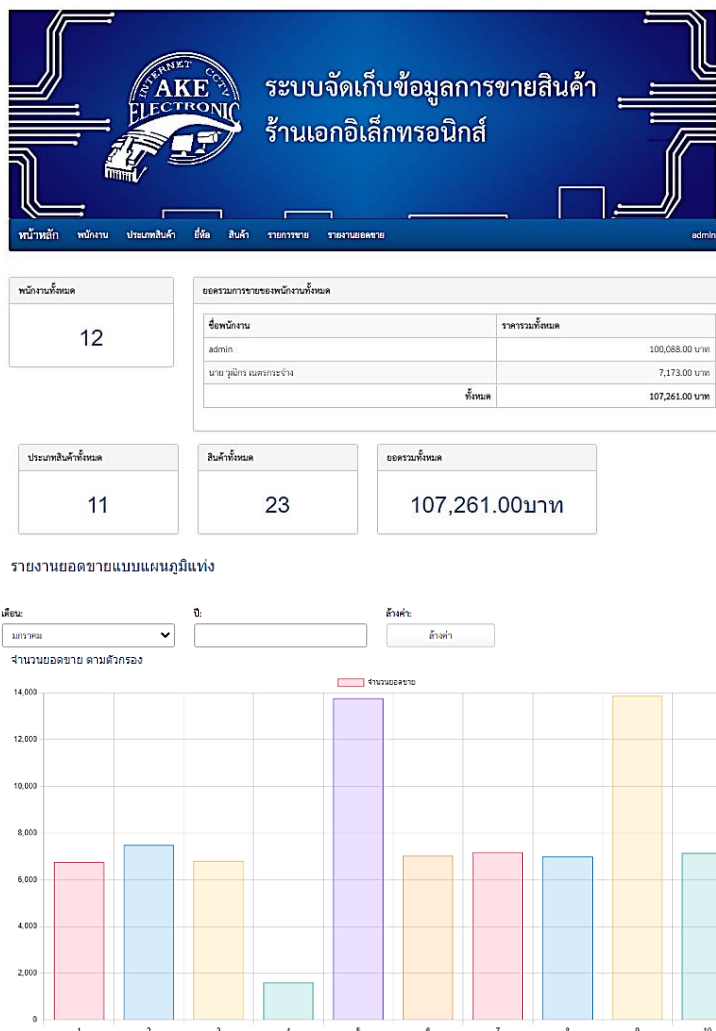
$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
x แทน ค่าของคะแนนที่ได้แต่ละคนในกลุ่มตัวอย่าง
 \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง
n แทน จำนวนพนักงานกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

1. ระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 3 หน้าจอหลักของ ผู้ดูแลระบบ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

เป็นส่วนของหน้าจอหลักของ ผู้ดูแลระบบ ประกอบด้วยเมนูดังนี้ หน้าหลัก พนักงาน ประเภทสินค้า ยี่ห้อ สินค้า รายการขาย รายงานยอดขาย ยี่ห้อ สินค้า รายการขาย รายงานยอดขาย และ แสดงสรุยอดขาย แสดงจำนวนพนักงานทั้งหมด แสดงยอดรวม การขายของพนักงานทั้งหมด แสดงยอดรวมทั้งหมด แสดงประเภทสินค้าทั้งหมด แสดงจำนวนสินค้าทั้งหมด และ แสดงรายงานยอดขายแบบแผนภูมิแท่ง

รหัสสินค้า	ประเภทสินค้า	ยี่ห้อ	ชื่อสินค้า	จำนวนที่เหลือ	เพิ่มโดย	สถานะ	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
35	สายแลน	148a	สายแลน 5 เมตร	97 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
34	เสาอากาศ	D3E	เสาอากาศวีวีดีจิตอล	96 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
33	กล้องวงจรปิด	HIKVISION	กล้องวงจรปิด รุ่น DS-2CD1023G0E-I	100 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
32	กล้องวงจรปิด	HIKVISION	ชุดกล้องวงจรปิด 2 ล้านพิกเซล 8 ตัว	96 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
31	หลอดไฟ	ฟิลิปส์	หลอดไฟแอลอีดี	100 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
30	เสาเคเบิล	Watashi	Jack Terminal Male	91 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
28	เสาเคเบิล	Watashi	Jack Terminal FeMale	35 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
27	วาวล์น้ำ	VRH	สติ๊กเกอร์ 1 ทาง	93 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
26	กล้องดิจิตอล	PSI	PSI S2X HD	95 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ
25	มิเตอร์ไฟฟ้า	MITSUBISHI	มาตรวัดไฟฟ้า 5A,10A,15A	73 ชิ้น	admin	ใช้จน	รายละเอียด	แก้ไข	ลบ

ภาพที่ 4 หน้าจอรายการสินค้า

เป็นส่วนของหน้าแสดงรายการสินค้า สามารถทำการเพิ่มสินค้า ลบสินค้า แก้ไขข้อมูลสินค้าหรือ รายละเอียด และสามารถค้นหาข้อมูลสินค้าได้

Add Product

ประเภทสินค้า
เลือกประเภทสินค้า

ยี่ห้อ
เลือกยี่ห้อ

ชื่อสินค้า

ใส่คำอธิบายสินค้า

จำนวน
ชิ้น

ราคาต่อหน่วย

ภาษีมูลค่าเพิ่ม(%)
7

Add ปิด

ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอเพิ่มสินค้า


รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

เป็นหน้าเพิ่มสินค้าเข้าไปในระบบ โดยมีส่วนประกอบดังนี้ ประเภทสินค้า ยี่ห้อสินค้า ชื่อสินค้า รายละเอียดสินค้า จำนวนสินค้า ราคาสินค้า และภาษีมูลค่าเพิ่ม

รหัสขาย	ชื่อลูกค้า	ราคาทั้งหมด	จ่ายโดย	วันที่ขาย	เพิ่มโดย	ใบเสร็จ	แก้ไขข้อมูล
62	นายวิณษุ	683.00	เงินสด	2023-01-03	pop	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข
61	นาย ปกป้อง	158.00	เงินสด	2023-01-06	admin	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข
60	นายวิชัย	670.00	เงินสด	2023-01-05	admin	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข
59	นาย พัททพท	1595.00	เงินสด	2023-01-04	admin	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข
58	test	316.00	เงินสด	2023-01-03	admin	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข
57	นาย ก	989.00	เงินสด	2023-01-02	admin	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข
56	วิชัย	258.00	เงินสด	2023-01-01	admin	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข
55	456	1595.00	เงินสด	2022-12-25	admin	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข
54	123	654.00	เงินสด	2022-12-27	admin	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข
53	test	13166.00	เงินสด	2022-12-27	admin	พิมพ์ใบเสร็จ	แก้ไข

ภาพที่ 6 แสดงข้อมูลรายการการขาย

หน้ารายการการขาย สามารถดูรายการสินค้าที่ขายไปทั้งหมด พร้อมสั่งพิมพ์ใบเสร็จ

 ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ตั้งอยู่ที่ เลขที่ 298/36 ต.มะขามเตี้ย อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี เบอร์โทร : 093-3924915				
ใบเสร็จ				
ชื่อลูกค้า : นาย ปกป้อง ที่อยู่ : 559/895			เลขที่ใบเสร็จ : 61 วันที่ : 2023-01-06	
ลำดับ	ชื่อสินค้า	จำนวน	ราคาต่อชิ้น	ราคารวม
1	สตอปวาล์ว 1 ทาง	1	158.00	158.00
2	CCTV Set. 4CH. HDCVI	1	6490.00	6,490.00
3	Adapter Travel (หัวแบน)	4	20.00	80.00
4	Mini Smart Wi-Fi Socket	1	299.00	299.00
ทั้งหมด				7,027.00
----- ผู้รับเงิน				

ภาพที่ 7 แสดงหน้าจอบใบเสร็จ

แสดงหน้าจอการออกใบเสร็จ โดยมีรายละเอียดที่อยู่ของร้าน แสดงชื่อ และ ที่อยู่ของลูกค้า แสดงวันที่ เลขที่ใบเสร็จ และ แสดงรายการสินค้าที่ขาย

2. ผลของการประเมินคุณภาพระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์
ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	การแปลผล
ด้านความสวยงามของระบบ			
1. การออกแบบหน้าจอ	4.27	0.64	มากที่สุด
2. การจัดวางตำแหน่งของโปรแกรม	4.18	0.60	มาก
3. ความสวยงามของตัวอักษร	4.45	0.68	มากที่สุด
รวม	4.30	0.37	มากที่สุด
ด้านลักษณะการทำงานของระบบ			
1. ความสะดวกของการใช้งาน	4.09	0.70	มาก
2. ปริมาณข้อมูลที่แสดงในแต่ละหน้า	4.45	0.68	มากที่สุด
3. ความสะดวกในการใช้งานเมนูของระบบ	4.09	0.70	มาก
4. ความถูกต้องของข้อมูล	4.00	1.00	มาก
5. ข้อมูลอ่านและเข้าใจง่าย	4.45	0.68	มากที่สุด
6. ความเร็วในการทำงานของโปรแกรม	4.45	0.68	มากที่สุด
7. โปรแกรมไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย	4.45	0.68	มากที่สุด
8. โปรแกรมมีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง	4.54	0.68	มากที่สุด
9. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.27	0.64	มากที่สุด
10. การใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสม	4.54	0.68	มากที่สุด
รวม	4.33	0.17	มากที่สุด
รวมทุกด้าน	4.32	0.15	มากที่สุด

ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้ใช้งานโดยพนักงาน จำนวน 11 คน พบว่า ภาพรวมของระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.15) แยกเป็นรายด้าน 2 ด้านดังนี้ ด้านความสวยงามของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.37) ด้านลักษณะการทำงานของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.17)

จากข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมินจำนวน 11 คน ซึ่งแบ่งตามลักษณะเพศ และสถานะ พบว่าเพศชาย มีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 100 แบ่งตามสถานะ เป็นผู้ดูแลระบบ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 9.10 เป็นพนักงาน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 90.90

สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อให้ได้ระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ในการช่วยจัดการข้อมูล เพิ่มความถูกต้องและสะดวกรวดเร็วตรงตามความต้องการของผู้ใช้จากที่กล่าวมา ระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ ได้มีการพัฒนาระบบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ซึ่งสามารถจัดทำแบบประเมินเพื่อวัดประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ มี การกำหนดหัวข้อเพื่อให้ผู้ใช้งานตอบแบบประเมิน ในด้านความสวยงามของระบบ และ ด้านลักษณะการทำงานของระบบดังนี้ ผลการประเมินของผู้ใช้งาน จำนวน 11 คน พบว่า ภาพรวมของระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.32$, $S.D. = 0.15$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ โดยพนักงาน จำนวน 11 คน อยู่ในระดับมากที่สุด ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบขึ้นมาจากโปรแกรม Visual Studio Code โดยใช้ในการควบคุมระบบและใช้ Xampp ในการทดสอบเว็บไซต์ ระบบมีขอบเขตการทำงานครอบคลุมตั้งแต่ การจัดการข้อมูลพนักงาน จัดการข้อมูลสินค้า จัดการข้อมูลประเภทสินค้า จัดการข้อมูลยี่ห้อสินค้า จัดการรายการขาย สอดคล้องกับ ปันดดา บุญมี และ สุวิช อัจฉริยะ ได้พัฒนาระบบบริหารจัดการร้านค้าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านลูกเต๋า ผลการประเมินความพึงพอใจของเว็บไซต์ จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน มีความพึงพอใจภาพรวม อยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.35 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.43 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ปันดดา บุญมี และ สุวิช อัจฉริยะ, 2562)

ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพของระบบจากกลุ่มตัวอย่างระบบจัดการข้อมูลการขายสินค้า กรณีศึกษา ร้านเอกอิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านความสวยงามของระบบ ด้านลักษณะการทำงานของระบบ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้งานได้ สอดคล้องกับ ธนาวุฒิ ชัยชนะ และ มณีรัตน์ ฤทธิ์สิงห์ ได้พัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ประกอบการ 14 คน พนักงาน 36 คนและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 4 คน ใช้วิธีคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์ความต้องการรูปแบบการใช้งานของระบบ 2) แบบเอกสารการศึกษาวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบ 3) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ ใช้สถิติในการวิเคราะห์ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษา พบว่าผู้ใช้ระบบต้องการรูปแบบระบบที่สามารถสนับสนุนการทำงานในด้านจัดการข้อมูลลูกค้า ด้านจัดการงานขาย ด้านการ

ออกแบบติดตั้ง ด้านจัดการเช่าอุปกรณ์ ด้านจัดการคืนอุปกรณ์ ด้านการรับซ่อม ด้านออกรายงาน และหลังจาก พัฒนาระบบที่สอดคล้องกับความต้องการ ได้ประเมินประสิทธิภาพการทำงานจากผู้ใช้ระบบ พบว่าระบบมี ประสิทธิภาพในการทำงานระดับมากทุกด้าน (ธนาวุฒิ ชัยชนะ และมณีนีรัตน์ ฤทธิสังข์, 2564)

กติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ และนักศึกษาในภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยตาปี ที่ให้ความรู้ใน ด้านต่างๆ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นวิทยานิพนธ์นี้ขึ้นมา

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติพงษ์ อุดมชนะธีระ. 2562. วงจรการพัฒนา ระบบ (System Development Life Cycle SDLC). แหล่งข้อมูล: <https://dol.dip.go.th/th/>. ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2566.
- ธนาวุฒิ ชัยชนะ และมณีนีรัตน์ ฤทธิสังข์. 2564. ระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส. แหล่งข้อมูล: <https://ph02.tci-thaijo.org/มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี>. ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2566.
- ปนัดดา บุญมี และสุวิช อาจยาเมือง. 2562. ระบบบริหารจัดการร้านค้าออนไลน์กรณีศึกษาลูกเต่า. แหล่งข้อมูล: <https://dspace.bru.ac.th/มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์>. ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2566.
- ภุชงค์ จันทรเปล่ง . 2557. การเขียนโปรแกรมเว็บเบื้องต้น ด้วยภาษา PHP. สำนักพิมพ์ มีเดีย อิน000เทล ลีเจนซ์เทคโนโลยี, กรุงเทพฯ.
- วฤษาย์ ร่มสายหยุด . 2557. พัฒนาเว็บไซต์ด้วย HTML5 ฉบับมืออาชีพ. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

การพยากรณ์ความผิดพลาดของระบบงาน GSB Corporate Internet Banking
ด้วยเหมืองข้อมูล
Failure prediction of GSB Corporate Internet Banking system
by data mining

รัชนิกร ทองปุก^{1*} วัศวี แสนศรีมหาชัย²

RATCHANEKORN THONGPOOK ^{1*} WATSAWEE SANSRIMAHACHAI ²

¹ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ถนนวิภาวดีรังสิต เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400

*Corresponding author E-mail: korn.ratcha@gmail.com

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อพยากรณ์ความผิดพลาดของระบบงาน GSB Corporate Internet Banking โดยใช้ข้อมูลกรรมหลักของระบบงานจำนวน 3 ธุรกิจ ได้แก่ บริการโอนเงินบัญชีตนเองภายในธนาคาร (FUND_OWN) บริการโอนเงินบุคคลอื่นภายในธนาคาร (FUND_3PARTY) บริการโอนเงินรายย่อยระหว่างธนาคาร (PROMPTPAY_ACTUAL_ACCOUNT) เพื่อศึกษาความผิดพลาดและหาการพยากรณ์ความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น เพื่อใช้ข้อมูลการพยากรณ์มาประยุกต์ใช้งานในด้านการวางแผนการดำเนินการเพื่อป้องกันการข้อผิดพลาด และการสร้างรูปแบบการพยากรณ์ที่ถูกต้อง ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลด้วยกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลมาตรฐาน เรียกว่า Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหาของธุรกิจ การทำความเข้าใจข้อมูล การเตรียมข้อมูล แบบจำลอง การประเมินผล การถ่ายทอดเพื่อนำไปปฏิบัติ ผู้ศึกษาได้เลือกใช้อัลกอริทึมในการทดสอบข้อมูลด้วยกัน 3 อัลกอริทึมได้แก่ Decision Tree (J48), Decision Naïve Bayes และ Decision function MultilayerPerceptron (MLP_2hidden) เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่เป็นที่นิยมและมีผลลัพธ์ที่แน่นอน การทดสอบโมเดลด้วยชุดข้อมูลการเรียนรู้ (Training Data) ด้วยชุดข้อมูลที่เตรียมไว้จำนวน 1,000 ชุด เพื่อสร้างโมเดลในโปรแกรม Weka ผลการทดสอบอัลกอริทึม Decision Tree (J48) มีค่าความถูกต้องอยู่ร้อยละ 86.8 มากกว่าอัลกอริทึม MLP_2hidden และ Naïve Bayes ที่มีค่าความถูกต้องร้อยละ 65.69 และ 75.6 ตามลำดับ และนาโมเดลที่ได้ค่าความถูกต้องมากที่สุดคือ อัลกอริทึม Decision Tree (J48) ในการทดสอบชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) จำนวน 500 ชุด ผลการทดสอบมีค่าความถูกต้อง (Correctly Classified Instances) เท่ากับร้อยละ 73.4 และมีค่าการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำนายไม่ถูกต้องมีค่าเท่ากับร้อยละ 26.6

คำสำคัญ : 1.บริการโอนเงินบัญชีตนเองภายในธนาคาร (FUND_OWN) 2.บริการโอนเงินบุคคลอื่นภายในธนาคาร (FUND_3PARTY) 3.บริการโอนเงินรายย่อยระหว่างธนาคาร (PROMPTPAY_ACTUAL_ACCOUNT)

Abstract

In this study to predict the errors of the GSB Corporate Internet Banking system by using the main data of the system for 3 transactions, namely, within the bank's own account transfer service (FUND_OWN), another person's money transfer service within the bank. (FUND_3PARTY) Retail money transfer service between banks (PROMPTPAY_ACTUAL_ACCOUNT) to study the errors and make predictions about the errors that will occur. To use forecasting data to be applied in planning operations to prevent errors. and creating correct transaction forms In this study Using data mining techniques with a standard data analysis process called Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) consists of 6 steps: understanding business problems; understanding the data data preparation, modeling, evaluation, transferring for implementation Three algorithms were used to test the data: Decision Tree (J48), Decision Naïve Bayes, and Decision function MultilayerPerceptron (MLP_2hidden) as they were popular and had results. that's for sure Testing the model with the training data set with 1,000 prepared datasets to create the model in the Weka program. The results of the Decision Tree (J48) algorithm test were more than 86.8% correct. MLP_2hidden and Naïve Bayes algorithms with 65.69% and 75.6% accuracy, respectively, and the model with the highest accuracy was Decision Tree (J48) algorithm in testing the test data set (Testing Data) of 500 sets. The test result has the accuracy (Correctly Classified Instances) equal to 73.4 percent and the data analysis that predicts incorrectly is equal to 26.6 percent.

Keywords : Fund transfer service within the bank (FUND_OWN), other person's money transfer service within the bank (FUND_3PARTY), interbank retail money transfer service (PROMPTPAY_ACTUAL_ACCOUNT)

บทนำ

ธนาคารออมสิน ถือกำเนิดโดยพระราชประสงค์ของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 6 ที่ทรงตระหนักถึงความสำคัญของการเก็บรักษาทรัพย์ให้ปลอดภัยจากโจรผู้ร้าย โดยทรงตราพระราชบัญญัติจัดตั้งคลังออมสินขึ้น เมื่อวันที่ 1 เมษายน พุทธศักราช 2456 ในปัจจุบัน ธนาคารออมสินมีสถานะเป็นนิติบุคคลภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงการคลัง ซึ่งการดำเนินงานในปัจจุบันอยู่ภายใต้ พ.ร.บ.ธนาคารออมสิน พ.ศ. 2560 โดยเป็นไปตามพันธกิจที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติและแผนยุทธศาสตร์รัฐวิสาหกิจ สาขาสถาบันการเงิน ที่กำหนดบทบาทให้รัฐวิสาหกิจสนับสนุนการสร้างโอกาสให้ประชาชนเข้าถึงแหล่งเงินทุนอย่างทั่วถึง เพื่อลดความเหลื่อมล้ำในสังคม ลดช่องว่างทางการเงิน พัฒนาความรู้ทางการเงินด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยี เพื่อเสริมสร้างความ

เข้มแข็งทางการเงินสู่ความยั่งยืนในระยะยาว ธนาคารออมสินมีช่องทางการให้บริการลูกค้าสำหรับการทำธุรกรรมที่แตกต่างกัน ได้แก่ Mobile Banking (MyMo), Internet Banking (IB), Corporate Internet Banking (CoIB), Automatic Teller Machine (ATM), Bank Agent, Branch เป็นต้น

ระบบงาน GSB Corporate Internet Banking คือ บริการธนาคารทางอินเทอร์เน็ตสำหรับลูกค้านิติบุคคล เพื่อบริหารจัดการทางการเงินแบบออนไลน์ จากธนาคารออมสิน สนับสนุนการทำธุรกรรมขององค์กรได้สะดวก รวดเร็ว โดยที่บริษัท หรือหน่วยงานผู้ใช้งาน ไม่ต้องเดินทางมาที่สาขาของธนาคาร ประหยัดเวลา ประหยัดค่าใช้จ่าย ตรวจสอบ Statement ได้แบบ Real Time และย้อนหลัง โดยหัวข้อที่จะศึกษาในครั้งนี้คือ พยากรณ์ความผิดพลาดของระบบงาน GSB Corporate Internet Banking และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ดี ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงบริการทางการเงินได้อย่างทั่วถึง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อองค์กรที่ใช้บริการในระบบ และช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การทำเหมืองข้อมูล ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลมาตรฐาน เรียกว่า Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหาของธุรกิจ การทำความเข้าใจข้อมูล การเตรียมข้อมูล แบบจำลอง การประเมินผล การถ่ายทอดเพื่อนำไปปฏิบัติ ในการทำเหมืองข้อมูล จำเป็นต้องอาศัยบุคลากรจากหลายฝ่าย และต้องอาศัยความรู้จำนวนมาก ถึงจะได้รับประโยชน์อย่างแท้จริง เพราะสิ่งที่ได้จากขั้นตอนวิธีเป็นเพียงตัวเลข และข้อมูล ที่อาจจะนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้เลยก็เป็นได้ ผู้ที่ศึกษาการทำเหมืองข้อมูลจึงควรมีความรู้รอบด้านและต้องติดต่อกับทุกๆ ฝ่าย เพื่อให้เข้าใจถึงขอบเขตของปัญหาโดยแท้จริงก่อน เพื่อให้การทำเหมืองข้อมูลเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้เลือกใช้อัลกอริทึมในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกัน 3 อัลกอริทึม ประกอบด้วย Decision Tree (J48), Decision Lazy (IBk), Decision function MultilayerPerceptron (MLP_2hidden) โดยใช้กลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) จำนวน 1,000 ชุดข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์กับแบบจำลอง ทั้ง 3 อัลกอริทึม มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Weka ดังนี้

อัลกอริทึม	Test Option	ค่าประสิทธิภาพ			
		Accuracy	Precision	Recall	F-Measure
J48	Use training	86.8	0.871	0.868	0.867
	Cross Validation Folds 10	71.7	0.716	0.717	0.714
	Percent split	73.82	0.736	0.738	0.735
Naïve Bayes	Use training	63.4	0.633	0.634	0.619
	Cross Validation Folds 10	61.8	0.614	0.618	0.605
	Percent split	62.35	0.613	0.624	0.595
MLP_2hidden	Use training	75.6	0.756	0.756	0.743
	Cross Validation Folds 10	67.1	0.669	0.671	0.669
	Percent split	69.71	0.695	0.697	0.696

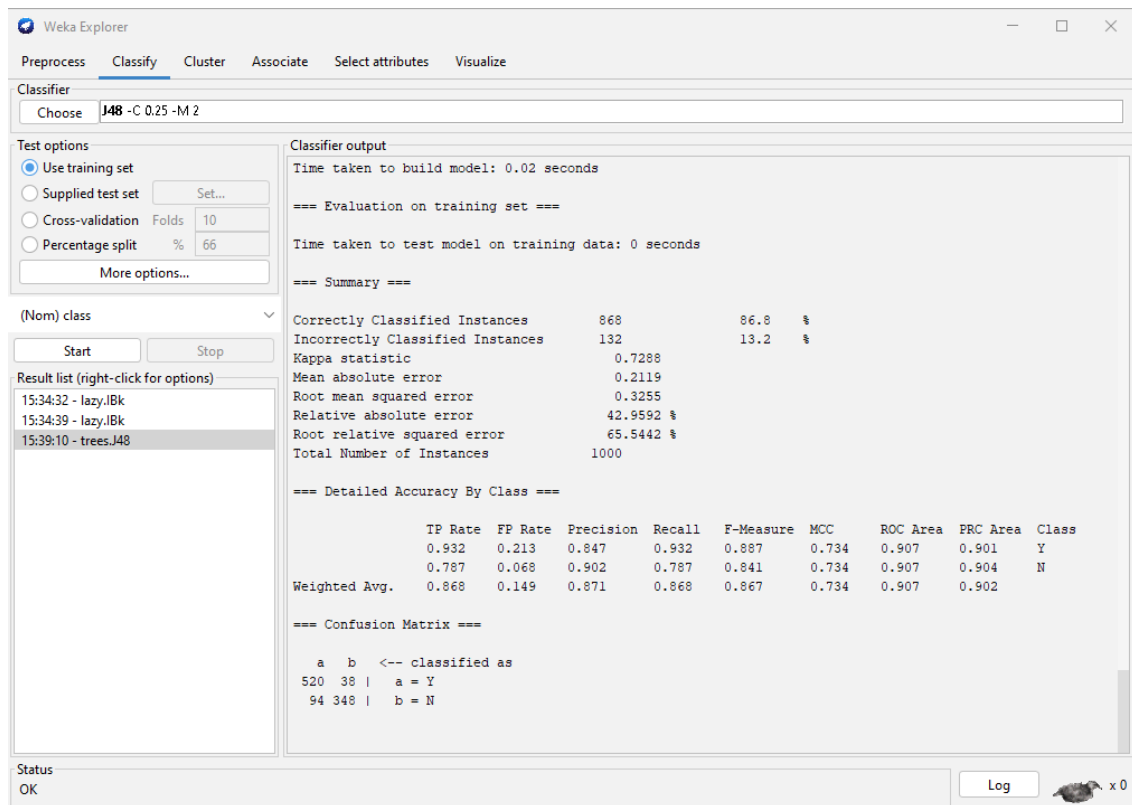
ผลการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง

จากการสร้างโมเดลด้วยอัลกอริทึมที่แตกต่างกันจำนวน 3 อัลกอริทึมนั้น พบว่าค่าการประเมินประสิทธิภาพที่ได้แตกต่างกันตามลำดับดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยสามารถแสดงรายละเอียดค่าประสิทธิภาพได้ดังต่อไปนี้

อัลกอริทึม Decision Tree (J48) สามารถวัดประสิทธิภาพของโมเดล (Evaluation on training set) ด้วยโปรแกรม Weka มีผลการวัดประสิทธิภาพดังนี้

1. Correctly Classified Instances จากข้อมูล 1,000 Instances โมเดลสามารถทำนายข้อมูลถูกต้อง 868 Instances หรือคิดเป็นร้อยละ 86.8 ของจำนวนทั้งหมด
2. Incorrectly Classified Instances จากข้อมูล 1,000 Instances โมเดลสามารถทำนายข้อมูลถูกต้อง 132 Instances หรือคิดเป็นร้อยละ 13.2 ของจำนวนทั้งหมด
3. Root Mean Squared Error (RMSE) ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้ มีค่าเท่ากับ 0.3255 ดังภาพที่ 1

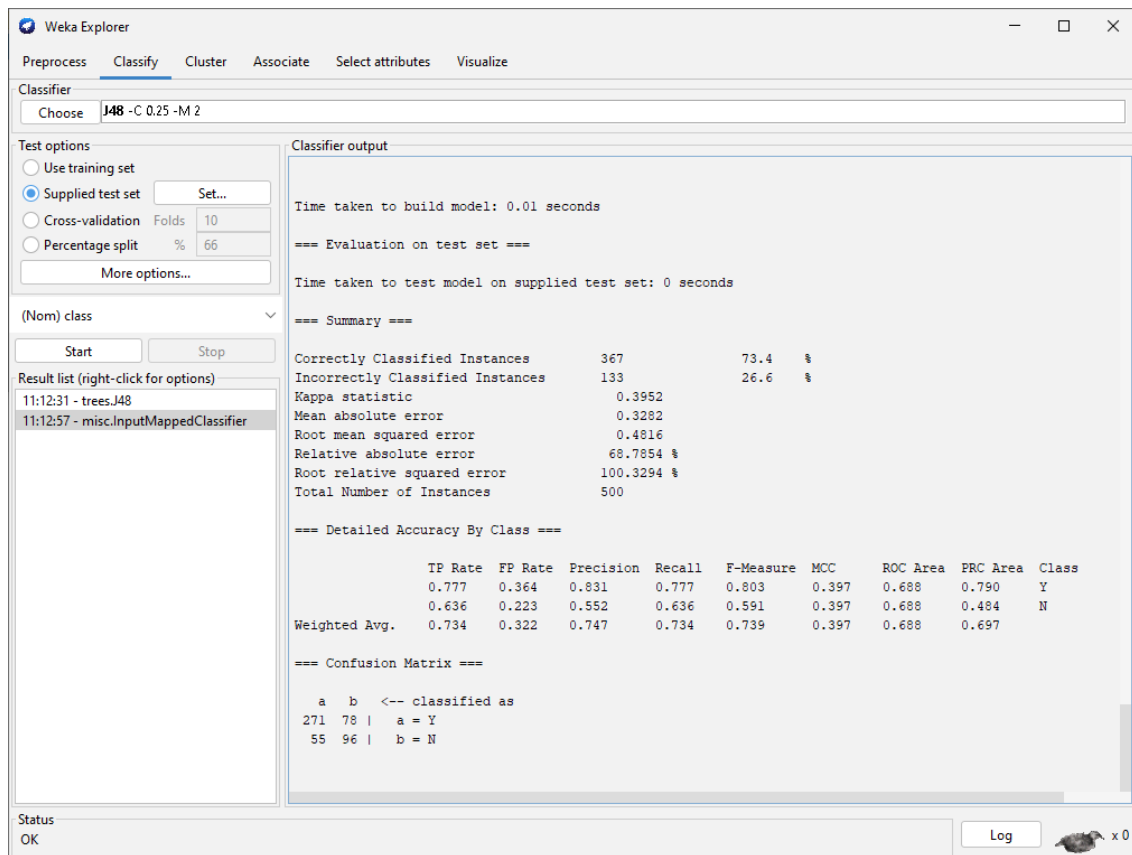
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 1 แสดงส่วนวัดประสิทธิภาพของโมเดลโดยใช้อัลกอริทึม J48

วิจารณ์ผล

เมื่อดำเนินการสร้างโมเดลด้วยอัลกอริทึม J48 เสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบโมเดลด้วยชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) เพื่อทดสอบความถูกต้องของโมเดล โดยใช้ข้อมูลชุดทดสอบจำนวน 500 ชุด สำหรับการทดสอบกับโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นด้วยอัลกอริทึม J48 แสดงผลการวิเคราะห์ที่โปรแกรม Weka ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data)

จากภาพที่ 2 แสดงการใช้โมเดลจากอัลกอริทึม J48 ในการทดสอบชุดข้อมูลทดสอบจำนวน 500 ชุด ผลการทดสอบมีค่าความถูกต้อง (Correctly Classified Instances) เท่ากับร้อยละ 73.4 และมีค่าการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำนายไม่ถูกต้องมีค่าเท่ากับร้อยละ 26.6 ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้น โมเดลที่ได้จึงเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการพยากรณ์ความผิดพลาดของระบบงาน GSB Corporate Internet Banking ด้วยเหมือนข้อมูล

สรุปผล

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลที่มีความเหมาะสมและถูกต้อง สำหรับการพยากรณ์ความผิดพลาดของระบบงาน GSB Corporate Internet Banking ด้วยเหมือนข้อมูล ซึ่งผู้ศึกษาได้เลือกใช้ อัลกอริทึมในการทดสอบข้อมูลด้วยกัน 3 อัลกอริทึมได้แก่ Decision Tree (J48), Decision Naïve Bayes และ Decision function MultilayerPerceptron (MLP_2hidden) เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่เป็นที่นิยมและมีผลลัพธ์ที่แน่นอน

การทดสอบโมเดลด้วยชุดข้อมูลการเรียนรู้ (Training Data) ด้วยชุดข้อมูลที่เตรียมไว้จำนวน 1,000 ชุด เพื่อสร้างโมเดลในโปรแกรม Weka ผลการทดสอบอัลกอริทึม Decision Tree (J48) มีค่าความถูกต้องอยู่ร้อยละ 86.8 มากกว่าอัลกอริทึม MLP_2hidden และ Naïve Bayes ที่มีค่าความถูกต้องร้อยละ 65.69 และ 75.6

ตามลำดับ และนำโมเดลที่ได้ค่าความถูกต้องมากที่สุดคือ อัลกอริทึม Decision Tree (J48) ในการทดสอบชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) จำนวน 500 ชุด ผลการทดสอบมีค่าความถูกต้อง (Correctly Classified Instances) เท่ากับร้อยละ 73.4 และมีค่าการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำนายไม่ถูกต้องมีค่าเท่ากับร้อยละ 26.6

กิตติกรรมประกาศ

งานค้นคว้าอิสระ เรื่อง พยากรณ์ความผิดพลาดของระบบงาน GSB Corporate Internet Banking ด้วยเหมืองข้อมูล สำเร็จได้ด้วยความสามารถจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิศวี แสนศรีมหาชัย อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และคณะอาจารย์หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิตทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนให้กำลังใจในการทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้การศึกษาค้นคว้าฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าของผลงานวิชาการทุกเล่ม และผู้ให้บริการค้นคว้าแหล่งข้อมูลต่างๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยทุกท่าน ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ครอบครัว และเพื่อนร่วมรุ่น ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัย ที่สำคัญยิ่งขอขอบคุณท่านผู้บริหารพนักงาน และลูกจ้างธนาคารออมสิน ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้หากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเกิดข้อผิดพลาด และข้อบกพร่องใดๆ ผู้ศึกษาขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

เอกสารอ้างอิง

- การใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิ่งเพื่อการศึกษา. 2562. 3 การสร้างฝูงพ่อ-แม่พันธุ์ไก่ พื้นเมืองพันธุ์แดง: ค่าอัตราพันธุ์กรรมและคุณค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะเศรษฐกิจในไก่พื้นเมือง. แหล่งข้อมูล: <http://ojslib3.buu.in.th/index.php/social/article/view/6314>. ค้นเมื่อ 1 กันยายน 2565.
- เอกสิทธิ์ พัทธวงศ์ศักดิ์ . 2557. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคดาต้าไมน์นิ่งเบื้องต้น. บริษัท เอเชีย ดิจิตอลกราฟิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- Bashir Mohammed. 2565. Failure Prediction using Machine Learning in a Virtualised HPC System and application. แหล่งข้อมูล: <https://bradscholars.brad.ac.uk/handle/10454/16892>. ค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2565.
- Joao R. Campos. 2561. Exploratory Study of Machine Learning Techniques for Supporting Failure Prediction. แหล่งข้อมูล: <https://www.atmosphereubrazil.eu/sites/default/files/EDCC.pdf>. ค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2565.
- Ke Zhang. 2559. Automated IT System Failure Prediction: A Deep Learning Approach. แหล่งข้อมูล: <https://www.researchgate.net/publication/313456329>. ค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2565.

ระบบคัดแยกผลมะนาวด้วยการประมวลผลภาพ Lime Sorting System with Image Processing

ธีระ คำชู^{1*} จักรพันธ์ คำแก้ว¹ ธนาทร ศิริฐาน¹ ธานินทร์ สุเชียง¹

Theera Khumchou^{1*} Jakkapan Kamkaew¹ Thanatorn SiriTharn¹ Thanin Suchiang¹

¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก 41/1 หมู่ 7 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก 63000

¹ Rajamangala University of Technology Lanna Tak 41/1 m.7 Paholayothin road , Mai Ngam , Muang, Tak, Thailand, 63000

*Corresponding author E-mail: Theerak@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพด้านการเกษตรกรรม ซึ่งปัจจุบันมีการใช้แรงงานคนในการคัดแยก อาจทำให้มีข้อผิดพลาดในการคัดแยกผลมะนาวได้ เนื่องจากการคัดแยกด้วยแรงงานมีความวุ่นวายและทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน ซึ่งสิ้นเปลืองต้นทุนในการจ้างแรงงานอีกด้วย คณะผู้จัดทำวิจัย จึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบคัดแยกผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพในการวัดขนาดและสีของมะนาวตามมาตรฐาน จากผลการทดสอบการคัดแยกขนาดของมะนาวโดยใช้มะนาว 6 ขนาดมีความถูกต้องเฉลี่ย 74.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถแยกสีของมะนาวได้อย่างแม่นยำ โดยมะนาวที่มีส่วนเสียน้อยกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ยังเป็นผลมะนาวดี ส่วนมะนาวที่มีส่วนเสียเกิน 45 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปคือผลมะนาวเสีย โดยการแยกขนาดของมะนาวจะมีเวลาเฉลี่ยไม่เท่ากันทุกขนาด โดยขนาดที่ 1 จะมีการคัดแยกมะนาวเวลาเฉลี่ยเร็วกว่าขนาดอื่นเพราะช่องรับมะนาวอยู่ใกล้ที่สุด ตามลำดับ

คำสำคัญ : การประมวลผลภาพ, การคัดแยก, มะนาว, ราสเบอร์รี่พาย

Abstract

Thailand has a large area of agricultural land. Most of them are engaged in agriculture. Currently, people are employed in the separation. This may result in errors in the separation of lime. Due to the separation of labor, chaos and prolonged work. The cost of hiring labor. This is the subject of this research. The idea is to develop a lime sorting system with image processing technology to measure the size and color of lime according to standard. The results of lime size determination using 6 limes were 74.28 percent accurate. The lemon is less than 45 percent of the lemon is good. The lemon with a loss of more than 45 percent is lime waste. By size separation of lime will have an average time not equal all sizes. Size 1 will be lime separation time is faster than other sizes, because the lime box is closest, respectively.

Keywords: Image processing, lime, Raspberry Pi, Sorting

บทนำ

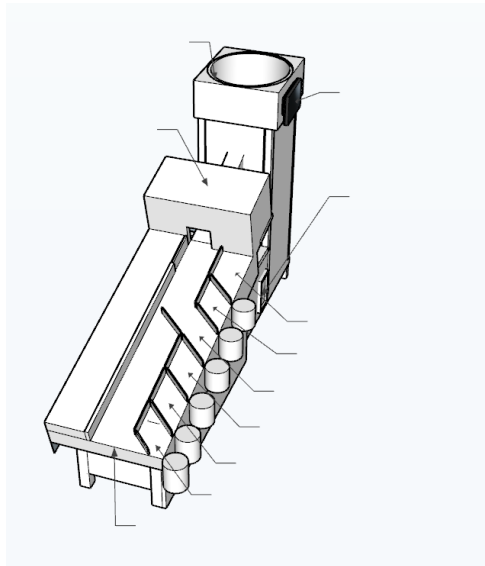
เทคโนโลยีในปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นมาหลายด้าน ทั้งเทคโนโลยีช่วยในด้านการเกษตร ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ชาวบ้านส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพด้านการเกษตรกรรมไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงสัตว์ การเพาะปลูก ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเพาะปลูกนำผลจากการเพาะปลูกไปจำหน่ายกับสถานที่ใกล้ตัวหรือนำส่งออกไปจำหน่ายในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อนำไปแปรรูปเป็นสินค้าในการจำหน่าย ซึ่งก่อนจะนำไปจำหน่ายต้องมีการคัดแยกตามชนิดและขนาดมาตรฐาน เพื่อให้ได้ราคานำไปจำหน่ายตามมาตรฐาน เช่น การคัดแยกมะนาวด้วยแรงงาน ซึ่งมีข้อผิดพลาดในการคัดแยกมะนาวเกิดขึ้นบ่อย เนื่องจากการคัดแยกด้วยแรงงานมีความวุ่นวายและทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน ซึ่งสิ้นเปลืองต้นทุนในการจ้างแรงงาน ซึ่งกลุ่มข้าพเจ้าเห็นว่ามะนาวนั้นเป็นผลผลิตอย่างหนึ่งทางการเกษตรและต้องมีการคัดแยกตามมาตรฐานที่ถูกต้องและแม่นยำจึงจะได้ราคาที่ถูกต้องและคุณภาพที่ดี

ที่กล่าวมานั้นจึงทำให้คณะวิจัยมีความคิดการจัดทำระบบคัดแยกผลมะนาวด้วยการประมวลผลภาพ เพื่อที่จะได้สะดวกในการคัดแยกผลมะนาวให้มีประสิทธิภาพ ประหยัดต้นทุนในการจ้างแรงงาน และไม่เกิดข้อผิดพลาดบ่อยครั้ง ซึ่งจะต่อยอดให้เกิดการพัฒนาในรูปแบบใหม่ๆ ในอีกทางเลือก

วิธีการดำเนินการวิจัย

การทำงานของระบบโดยรวม

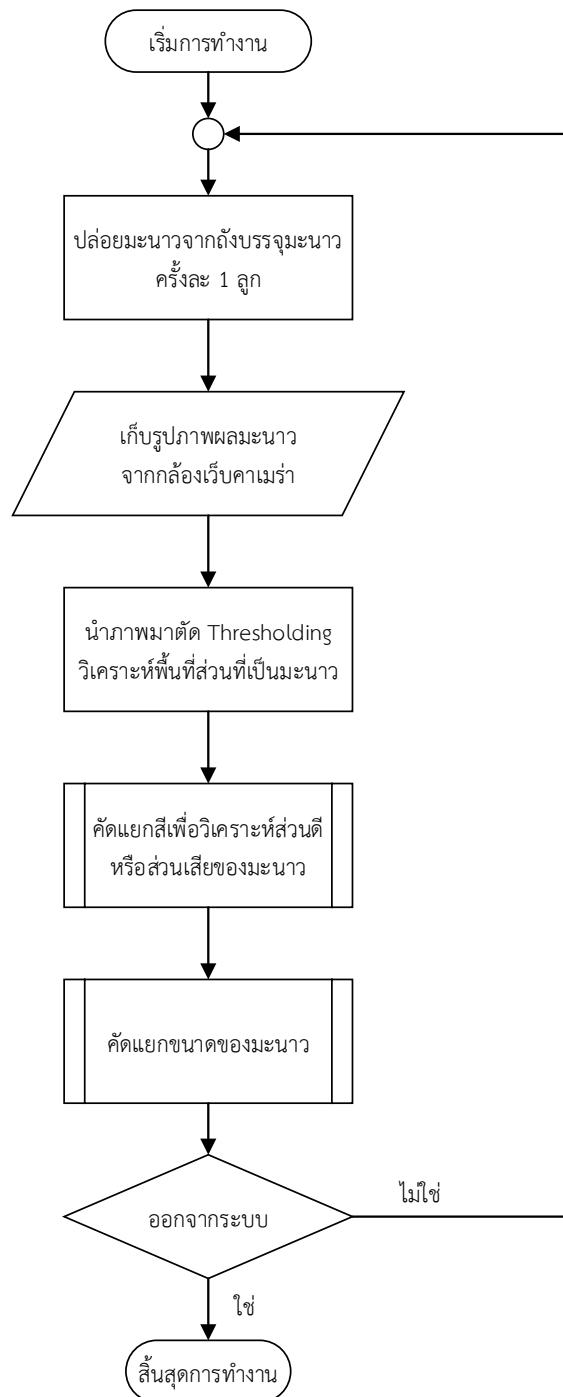
ขั้นตอนการทำงานของระบบคัดแยกผลมะนาวด้วยการประมวลผลภาพที่ประกอบไปด้วยการตรวจสอบขนาดทั้ง 6 ขนาดของมะนาวและการตรวจสอบสีของมะนาวว่าเป็นผลดีหรือผลเสียโดยใช้กล้องเว็บแคม จำนวน 2 ตัว ส่วนการขนย้ายมะนาวจะใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวส่งโดยใช้ เซอร์โวมอเตอร์ หลักการทำงานของระบบ เมื่อนำมะนาวบรรจุลงในถังบรรจุมะนาว โดยส่วนถังบรรจุมะนาวจะมีมอเตอร์ดีซีและเซอร์โวมอเตอร์เป็นตัวคัดแยกมะนาวให้ลงไปยังทางลำเลียงที่ละลูก เมื่อมะนาวถูกปล่อยลงไปยังทางลำเลียง โดยที่ทางลำเลียงจะเป็นทางเอียงราบจนไหลมาถึงจุดตรวจ โดยส่วนของจุดตรวจจะมีกล้องใช้ในการประมวลผลภาพ เพื่อหาขนาดของผลมะนาวและสีในการตรวจหาสีของมะนาว จากนั้นจึงนำผลมะนาวที่หาขนาดและสีเรียบร้อยแล้วไปเทียบกับเกณฑ์ข้อมูลที่กำหนดไว้ เพื่อจำแนกขนาดและสีผลมะนาวที่ต้องการแล้วส่งการให้ฮาร์ดแวร์ทำงานโดยคัดแยกผลมะนาวตามขนาดและสีที่กำหนดไว้ลงในแต่ละช่องแบบอัตโนมัติโดยแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพรวมของระบบโดยรวม

ขั้นตอนการทำงานของซอฟต์แวร์

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาการทำงานของระบบโดยเขียนอธิบายเป็นผังงาน(Flow Chart) เมื่อระบบเริ่มทำงานโดยการติดต่อกับกล้องด้วยการตั้งเวลา และเมื่อผลมະนาวมาถึงตำแหน่งที่กล้องถ่ายภาพจากนั้นก็ทำการจับภาพของผลมะนาวแล้วนำภาพที่ได้ไปแปลงเป็นภาพไบนารี(Binary) แล้วทำการแยกสีและขนาดของมะนาว เมื่อคัดแยกเรียบร้อยแล้ว ระบบก็ทำการปล่อยมะนาวอีกลูกเพื่อทำการประมวลผล แต่ถ้าไม่ต้องการทำงานอีกให้กดหยุดทำงานโดยอธิบายดังภาพที่ 2

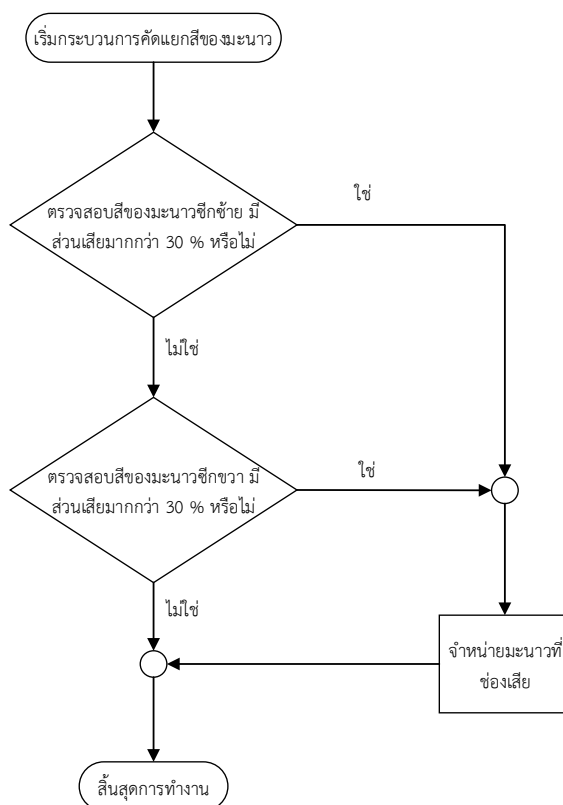


ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของซอฟต์แวร์

ขั้นตอนการคัดแยกสีของม่าน

ขั้นตอนการคัดแยกสีของม่าน โดยรับภาพที่แปลงเป็นภาพไบนารีมาทำการตรวจสอบสีของม่าน โดยมีการตรวจสอบสีของม่านสองข้าง ซึ่งข้างที่หนึ่งจะเป็นครึ่งลูกซีกซ้ายส่วนข้างที่สองจะเป็นครึ่งลูกซีกขวาแล้วทำ

การแยกสีของผลมะนาวถ้าไม่ใช่ก็ทำการส่งไปช่องผลเสียแล้วกลับไปทำงานใหม่โดยการปล่อยผลมะนาวอีกลูกมา
ประมวลผลใหม่ ถ้าใช่ก็ไปคำนวณขั้นตอนต่อไปโดยอธิบายดังภาพที่ 3

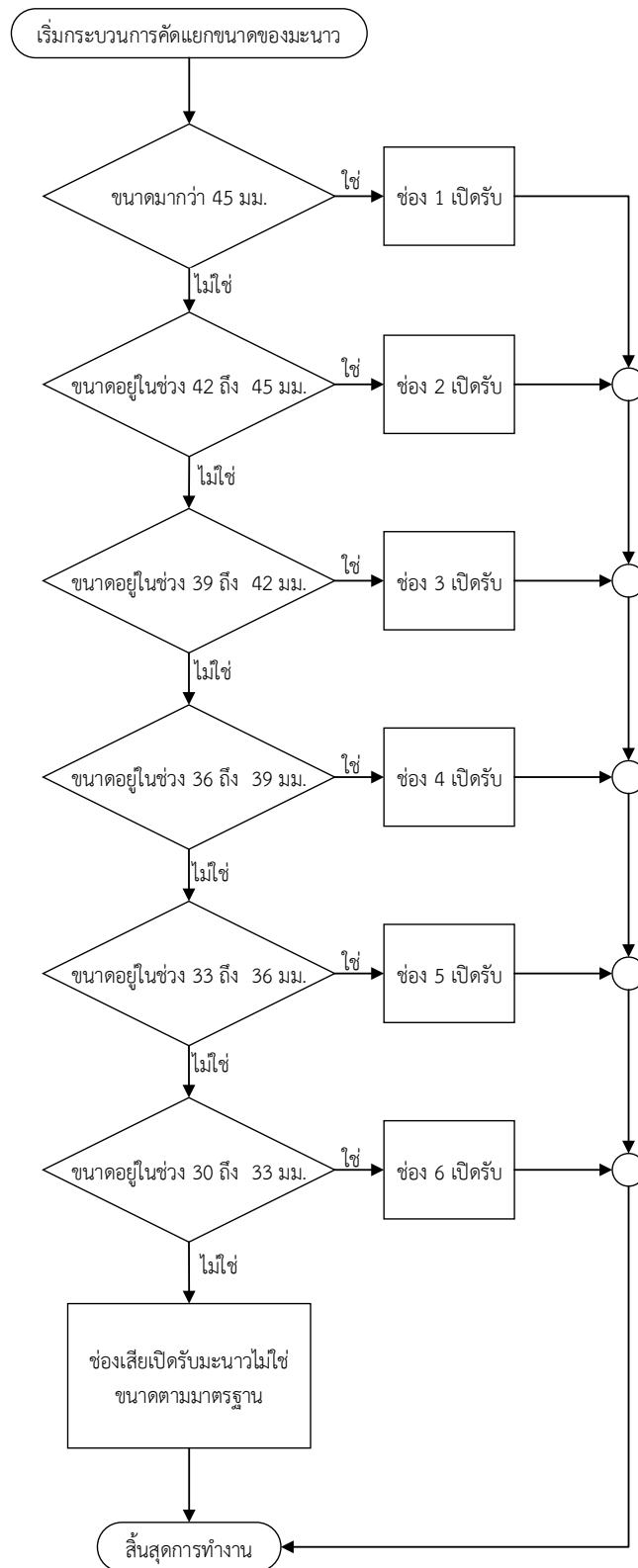


ภาพที่ 3 ขั้นตอนการคัดแยกสีของมะนาว

ขั้นตอนการคัดแยกขนาดของมะนาว

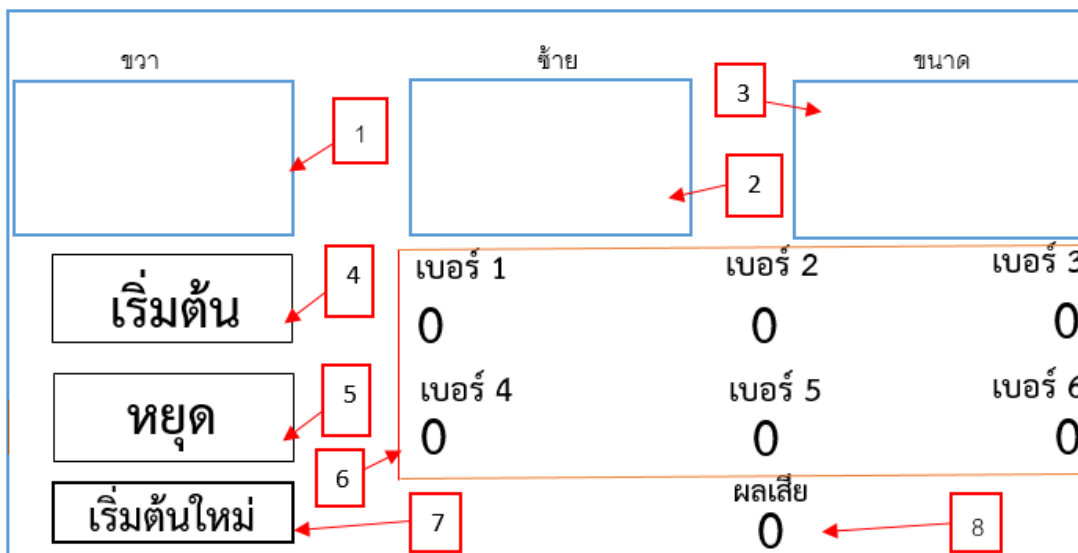
ขั้นตอนการคัดแยกขนาดของมะนาวโดยอธิบายดังภาพที่ 4 ซึ่งจะทำงานต่อขั้นตอนการแยกสี โดย
คำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมะนาวถ้าไม่ใช่ขนาดที่ต้องการก็กลับไปทำงานใหม่ แต่ถ้าถูกต้องตามขนาด
ที่กำหนด แขนของช่องรับมะนาวก็ทำการปิดเพื่อมารับมะนาวเข้าไปในช่องรับมะนาวตามขนาดของมะนาวของแต่ละช่อง โดยมี 6 ขนาดดังนี้

- ขนาดที่ 1 > 45 มิลลิเมตร
- ขนาดที่ 2 > 42 ถึง 45 มิลลิเมตร
- ขนาดที่ 3 > 39 ถึง 42 มิลลิเมตร
- ขนาดที่ 4 > 36 ถึง 39 มิลลิเมตร
- ขนาดที่ 5 > 33 ถึง 36 มิลลิเมตร
- ขนาดที่ 6 > 30 ถึง 33 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการคัดแยกขนาดของมะนาว

การออกแบบจอแสดงผล GUI (Graphical User Interface)



ภาพที่ 5 การออกแบบจอแสดงผล GUI

การออกแบบหน้าจอแสดงผลของขนาดต่างๆ โดยอธิบายดังภาพที่ 5 มีรายละเอียดดังนี้

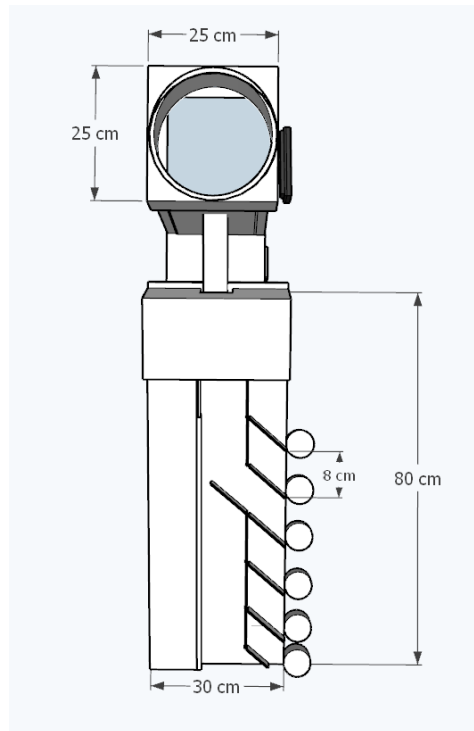
- ส่วนที่ 1 เป็นการแสดงภาพการเปรียบเทียบสีชีกขวา
- ส่วนที่ 2 เป็นการแสดงภาพการเปรียบเทียบสีชีกซ้าย
- ส่วนที่ 3 เป็นการแสดงภาพในการหาขนาด
- ส่วนที่ 4 เป็นปุ่มเริ่มทำงานของระบบ
- ส่วนที่ 5 เป็นปุ่มหยุดทำงานของระบบเมื่อเครื่องดับ ถ้าเปิดเครื่องระบบจะทำการเริ่มนับใหม่
- ส่วนที่ 6 เป็นปุ่มเริ่มต้นใหม่ทำงานของระบบ เมื่อกดระบบจะทำการเริ่มนับใหม่
- ส่วนที่ 7 เป็นการแสดงผลของมะนาวทั้ง 6 ขนาด
- ส่วนที่ 8 เป็นการแสดงผลเสียของมะนาว

การออกแบบเครื่องคัดแยกมะนาว

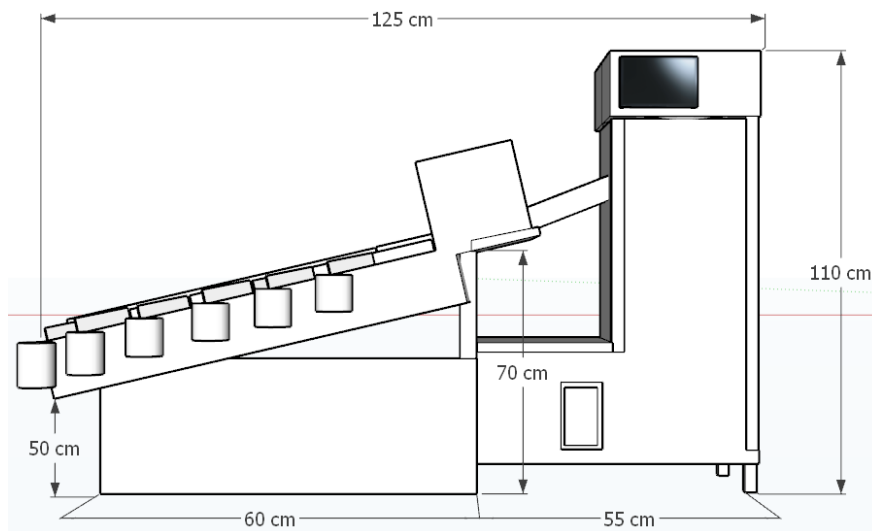
จากมุมมองด้านบนของเครื่องโดยมองจากด้านนี้จะเห็นได้ว่าส่วนของทางลำเลียงมีขนาดความยาว 80 ซม. กว้าง 30 ซม. และยังเห็นได้ว่าช่องรับขนาดของมะนาว กว้าง 8 ซม. ส่วนของถังบรรจุมะนาวมีขนาดความยาว 25 ซม. กว้าง 25 ซม. แสดงดังภาพที่ 6

จากมุมมองด้านข้างของเครื่องโดยมองจะด้านนี้จะเห็นได้ว่าส่วนของทางลำเลียง ขนาดความสูงขาข้างหน้า 50 ซม. และ ความสูงขาข้างหลัง 70 ซม. ส่วนความยาวระหว่างขาข้างหน้าถึงขาข้างหลัง 60 ซม. ส่วนถังบรรจุมีความสูงจากพื้น 110 ซม. ความยาวทั้งหมด 125 ซม. แสดงดังภาพที่ 7

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



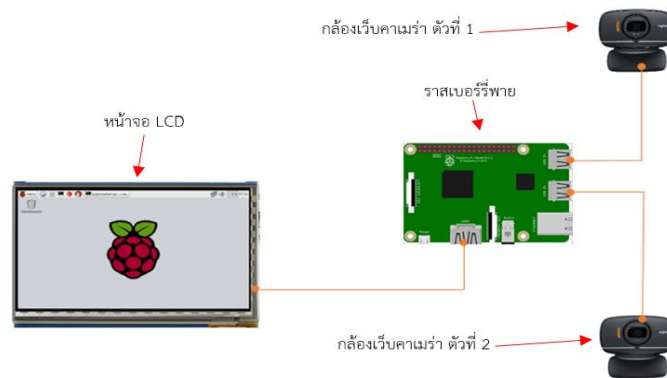
ภาพที่ 6 ระบบคัดแยกมะนาวจากมุมมองด้านบน



ภาพที่ 7 ระบบคัดแยกมะนาวจากมุมมองด้านข้าง

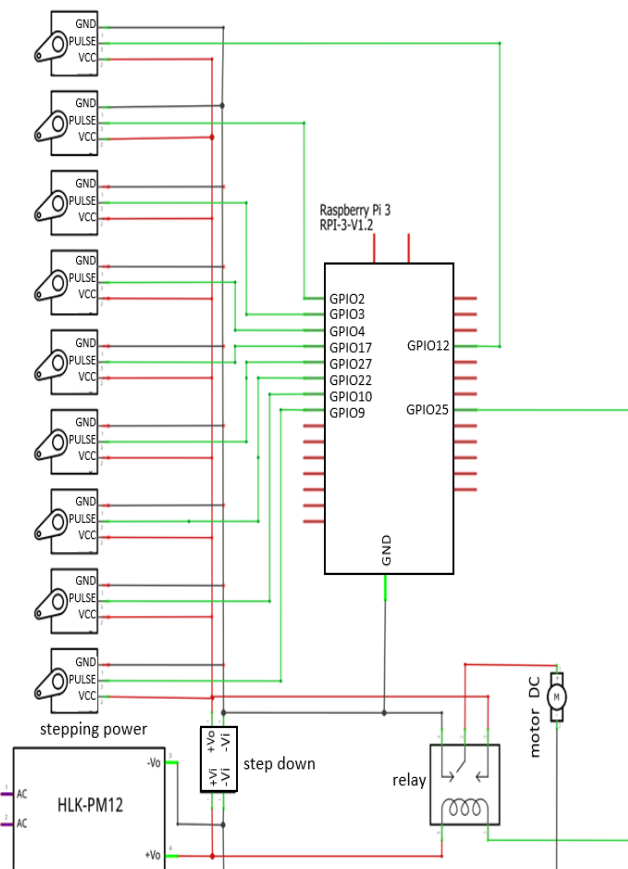
การเชื่อมต่อวงจรกึ่งและการแสดงผล

การเชื่อมต่อบอร์ดราสเบอร์รี่เข้ากับกล่องทั้งสองตัวด้วยพอร์ต USB(Universal Serial Bus)และจอ LCD (Liquid Crystal Display) ต่อเข้ากับพอร์ต HDMI(High Definition Multimedia Interface) ของราสเบอร์รี่พายโดยอธิบายดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การเชื่อมต่อวงจรกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การเชื่อมต่อวงจรควบคุมการตัดแยก



ภาพที่ 9 การเชื่อมต่อวงจร

จากภาพที่ 9 ต่อสวิตซ์ิงพาวเวอร์ เข้ากับรีเลย์เพื่อไปคุมการทำงานของมอเตอร์ดีซี ในการปล่อยมะนาว และต่อสวิตซ์ิงพาวเวอร์ เข้ากับสแต็ปดาวเพื่อทำการแปลงไฟจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ เพื่อนำไปจ่ายเข้ากับ

เซอร์โวมอเตอร์ โดยเซอร์โวตัวที่ 1 ต่อเข้า Pin GPIO12 ทำหน้าที่ในการปล่อยมะนาว เซอร์โวตัวที่ 2 ต่อเข้า Pin GPIO2 ทำหน้าที่ในการปล่อยมะนาว เซอร์โวตัวที่ 3 Pin GPIO3 หยุดมะนาวและปล่อยผลเสีย เซอร์โวตัวที่ 4 Pin GPIO4 ทำหน้าที่ในการรับมะนาวช่องที่ 1 เซอร์โวตัวที่ 5 Pin GPIO17 ทำหน้าที่ในการรับมะนาวช่องที่ 2 เซอร์โวตัวที่ 6 Pin GPIO27 ทำหน้าที่ในการรับมะนาวช่องที่ 3 เซอร์โวตัวที่ 7 Pin GPIO22 ทำหน้าที่ในการรับมะนาวช่องที่ 4 เซอร์โวตัวที่ 8 Pin GPIO10 ทำหน้าที่ในการรับมะนาวช่องที่ 5 เซอร์โวตัวที่ 9 Pin GPIO9 ทำหน้าที่ในการรับมะนาวช่องที่ 6

ผลการวิจัย

การทดลองการทำงานของระบบคัดแยกมะนาวด้วยการประมวลผลภาพ จะทำการแสดงผลของการคัดแยกมะนาวแต่ละสีและขนาดของมะนาว สามารถใช้คัดแยกขนาดและสีของมะนาวได้อัตโนมัติ และยังมีการแสดงผลบนหน้าจอแอลซีดี โดยแสดงภาพรวมของเครื่องคัดแยกมะนาวด้วยการประมวลผลภาพดังภาพที่ 10

จากภาพที่ 11 เป็นถึงบรรจุมะนาว ใช้บรรจุมะนาวเพื่อลำเลียงมะนาวไปยังขั้นตอนการตรวจสอบขนาดและสีของมะนาว จากภาพที่ 12 เป็นลักษณะภายในกล่องตรวจสอบมะนาว ภายในกล่องจะมีกล้องเว็บแคมร่าติดตั้งอยู่ด้านซ้ายและด้านขวาของกล่องและจากภาพที่ 13 เป็นหน้าจอแสดงผลของระบบคัดแยกมะนาวด้วยการประมวลผลภาพ



ภาพที่ 10 ลักษณะภายนอกของระบบคัดแยกมะนาว

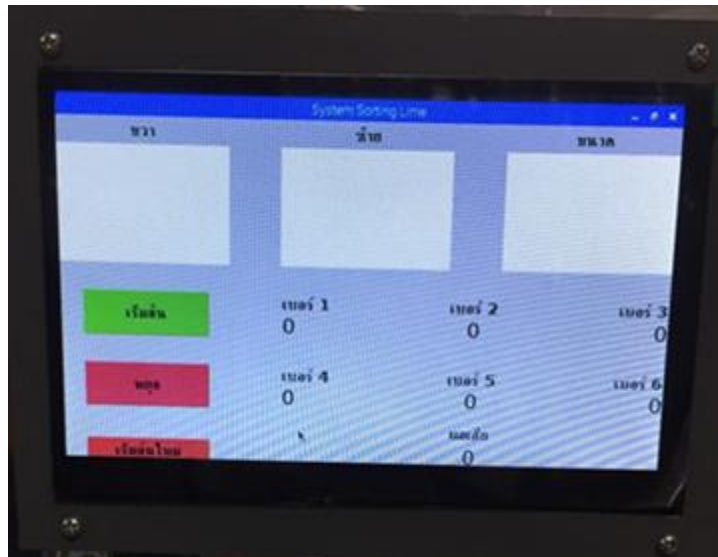
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 11 ถังบรรจุมะนาว



ภาพที่ 12 ภายในกล่องตรวจสอบมะนาว



ภาพที่ 13 หน้าจอแสดงผล

การทดสอบความแม่นยำในการตรวจสอบขนาดของมะนาว

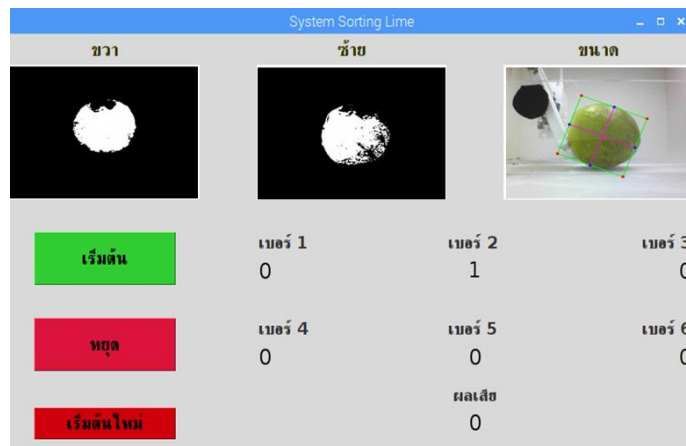
การทดสอบความแม่นยำในการตรวจสอบขนาดของมะนาวว่าตรงตามกำหนดมาตรฐานของ มะนาว 6 ขนาด โดยจะทำการทดสอบทั้ง 6 ขนาด โดยจะมีรูปร่างลักษณะเป็น 6 ขนาด ขนาดละ 10 ลูก โดยอ้างอิงจากมะนาว 10 ลูกของแต่ละขนาดที่ทำการทดสอบ มีขั้นตอนการทดลองดังนี้ภาพที่ 14 - 16 โดยแสดงผลการทดสอบในตารางที่ 1



ภาพที่ 14 การวัดขนาดมะนาวด้วยเวอร์เนีย



ภาพที่ 15 การจำแนกมะนาว



ภาพที่ 16 การวัดขนาดมะนาวด้วยระบบ

ตารางที่ 1 การทดสอบความแม่นยำขนาดของมะนาว

ครั้งที่	ขนาดที่						ต่ำกว่ามาตรฐาน
	1	2	3	4	5	6	
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓
3	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓
4	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓
5	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓
6	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓
7	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
8	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓
9	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เปอร์เซ็นต์	90%	80%	60%	60%	60%	70%	100%

หมายเหตุ ทำเครื่องหมาย ✓ แสดงว่าผลออกมาถูกต้อง ทำเครื่องหมาย ✗ แสดงว่าผลออกมาผิด
 ขนาดที่ 1 มีขนาด มากกว่า 45 มิลลิเมตร

ขนาดที่ 2 อยู่ในช่วง 42 ถึง 45 มิลลิเมตร

ขนาดที่ 3 อยู่ในช่วง 39 ถึง 42 มิลลิเมตร

ขนาดที่ 4 อยู่ในช่วง 36 ถึง 39 มิลลิเมตร

ขนาดที่ 5 อยู่ในช่วง 33 ถึง 36 มิลลิเมตร

ขนาดที่ 6 อยู่ในช่วง 30 ถึง 33 มิลลิเมตร

การคำนวณค่าเฉลี่ยในการตรวจสอบการคัดแยกขนาดของมะนาว

การคำนวณค่าเฉลี่ยในการตรวจสอบการคัดแยกขนาดของมะนาวโดยสมการที่ 1

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย} = \frac{d}{x_i} \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ d คือ จำนวนมะนาวที่วิเคราะห์ถูกต้องตามขนาด

x_i คือ ผลรวมของข้อมูลที่ต้องการหาเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย

1) การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของมะนาวขนาดที่ 1

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย} = \frac{d}{x_i} \times 100 = \frac{9}{10} \times 100 = 90 \%$$

2) การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของมะนาวขนาดที่ 2

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย} = \frac{d}{x_i} \times 100 = \frac{8}{10} \times 100 = 80 \%$$

3) การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของมะนาวขนาดที่ 3

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย} = \frac{d}{x_i} \times 100 = \frac{6}{10} \times 100 = 60 \%$$

4) การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของมะนาวขนาดที่ 4

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย} = \frac{d}{x_i} \times 100 = \frac{6}{10} \times 100 = 60 \%$$

5) การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของมะนาวขนาดที่ 5

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย} = \frac{d}{x_i} \times 100 = \frac{6}{10} \times 100 = 60 \%$$

6) การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของมะนาวขนาดที่ 6

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย} = \frac{d}{x_i} \times 100 = \frac{7}{10} \times 100 = 70 \%$$

7) การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของมะนาวขนาดต่ำกว่ามาตรฐาน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย} = \frac{d}{x_i} \times 100 = \frac{10}{10} \times 100 = 100 \%$$

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

โดย x_i คือ ผลรวมของข้อมูลที่ต้องการหาค่าเฉลี่ย
N แทนค่าจำนวนครั้งของการทดลอง

8) การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยรวมของมะนาวทั้ง 6 ขนาด

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{90+80+60+60+60+70+100}{7} = 74.28 \%$$

วิจารณ์ผล

การวิจัยการพัฒนาระบบคัดแยกมะนาวด้วยการประมวลผลภาพ ตามขนาดมาตรฐานของผลมะนาวซึ่งมีทั้งหมด 6 ขนาด ซึ่งสามารถคัดแยกสีได้แม่นยำและคัดแยกขนาด เฉลี่ย 74.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งข้อผิดพลาดเกิดจากมุมมองในการถ่ายรูปทำให้มะนาวมีความ คลาดเคลื่อนในการตรวจสอบขนาดความแม่นยำของมะนาว จาก การทดลองสามารถแยกสีของมะนาวได้อย่างแม่นยำ โดยมะนาวที่มีส่วนเสีย 0-15 เปอร์เซ็นต์ ยังเป็นผลดี ส่วนมะนาวที่มีส่วนเสียเกิน 45 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปคือผลเสียซึ่งไม่สามารถรับประทานได้ โดยการแยกขนาดของมะนาว จะมีเวลาเฉลี่ยไม่เท่ากันทุกขนาด โดยขนาดที่ 1 จะมีการคัดแยกมะนาวเวลาเฉลี่ยเร็วกว่าขนาดอื่นเพราะช่องรับมะนาวอยู่ใกล้ที่สุด เรียงตามลำดับ

สรุปผล

การวิจัยการพัฒนาระบบคัดแยกมะนาวด้วยการประมวลผลภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในอุตสาหกรรม การเกษตรมากขึ้น เพื่อที่จะได้สะดวกในการคัดแยกผลมะนาว ให้มีประสิทธิภาพ ประหยัดต้นทุนในการจ้างแรงงาน และไม่เกิดข้อผิดพลาดบ่อยครั้ง ซึ่งจะต่อยอดให้เกิดการพัฒนาในรูปแบบใหม่ๆ ในการใช้งานรูปแบบอื่นๆ ได้ โดยเลือกวิธีการประมวลผลภาพมา เพื่อคัดแยกมะนาวจากภาพถ่าย เพื่อพัฒนาการคัดแยกสีและขนาดของมะนาวตามขนาดมาตรฐานของผลมะนาวซึ่งมีทั้งหมด 6 ขนาด ซึ่งสามารถคัดแยกสีได้แม่นยำและคัดแยกขนาด เฉลี่ย 74.28 %

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงศ์ โพธิ์ศรี,กนกกร ทองบ่อ. 2013. เครื่องคัดแยกวัตถุด้วยการประมวลผลภาพ. แหล่งข้อมูล : <http://www.repository.rmutt.ac.th>. สืบค้นวันที่: 1 มิ.ย. 2565
- ยณพคุณ เพ็ชรบุรณิล,พัชรี บุญเรือง. 2014. ระบบการควบคุมการคัดแยกขนาดและการบรรจุมะนาวสำหรับ เกษตร. แหล่งข้อมูล : <http://hrd.rmutl.ac.th>. สืบค้นวันที่: 1 มิ.ย. 2565
- ศิริชัย คลองการพานิช. 2539. สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย. แหล่งข้อมูล : https://www.cpe.ku.ac.th/power/switching_regulator. สืบค้นวันที่ : 25 ส.ค. 2565
- Acfs. 2017. การจัดขนาด. แหล่งข้อมูล : http://www.acfs.go.th/acfs_26-07-59-04.pdf. สืบค้นวันที่ : 15 มิ.ย. 2565

- Chanaphinp. 2014. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor). แหล่งข้อมูล : <https://chanaphinp.blogspot.com>. สืบค้นวันที่ : 7 มิ.ย. 2565
- Electronic. 2010. กล้องเว็บคาเมร่า (Web Camera). แหล่งข้อมูล : <http://electronic-unlimited.blogspot.com/2010/07/>. สืบค้นวันที่ : 5 มิ.ย. 2565
- Gkma4702. 2014. สเต็ปดาว. แหล่งข้อมูล : http://gkma4702.tripod.com/step_down. สืบค้นวันที่ : 25 ส.ค 2565
- Honestdocs. 2018. มะนาว (Lime). แหล่งข้อมูล : <https://www.honestdocs.co/lemon-be-nefits> , สืบค้นวันที่ : 2 มิ.ย. 2565
- Ibookengineering. 2015. มอเตอร์ (Motor). แหล่งข้อมูล : <https://ibookengineering.com>
- PoundXI. 2017. ราสเบอร์รี่พาย (Raspbrry Pi). แหล่งข้อมูล : <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-A2-qt.html>. สืบค้นวันที่ : 2 มิ.ย. 2565
- Raspberrypith. 2017. หน้าจอ LCD Liquid Crystal Display. แหล่งข้อมูล : <https://raspberrypith.Blogspot.com>. สืบค้นวันที่ : 25 ส.ค 2565
- Research-system. 2015. การประมวลผลภาพ (Image Processing). แหล่งข้อมูล : www.research-system.siam.edu/images/thesistee/09_2.pdf. สืบค้นวันที่ : 10 มิ.ย. 2565
- Wannaphong. 2015. ภาษาไพทอน (Python). แหล่งข้อมูล : <http://www.mindphp.com/A-3.htm>. สืบค้นวันที่ : 9 มิ.ย. 2565

ระบบข้อความตอบกลับอัตโนมัติ Chatbot และร้านค้าออนไลน์ โดย LINE MyShop สำหรับร้านน้ำแฉรออนไลน์

Auto-response Message Chatbot and Online Shop system by LINE

MyShop for NananOnline Shop

ชินวัตร สวนส้ม^{1*} สุภาภรณ์ จันปาน¹

Chinnawat Suansom^{1*} Supaporn Janpan¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

¹ Faculty of Science and Technology, Tapee University, Surat Thani, 84000, Thailand

*Corresponding author E-mail: 6431220002@student.tapee.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบข้อความตอบกลับอัตโนมัติ Chatbot และร้านค้าออนไลน์ โดย LINE MyShop สำหรับร้านน้ำแฉรออนไลน์ เพื่อจุดประสงค์ในการส่งเสริมการจำหน่ายสินค้า การให้บริการของผู้ประกอบการ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบดังกล่าว อีกทั้งยังสามารถช่วยเพิ่มศักยภาพและประสิทธิภาพให้แก่ผู้ประกอบการ เนื่องจากผู้วิจัยมีความสนใจในเรื่องระบบข้อความตอบกลับอัตโนมัติ Chatbot และร้านค้าออนไลน์ โดย LINE MyShop จึงนำมาประยุกต์ใช้กับระบบที่ทางร้านน้ำแฉรออนไลน์เดิมที่กำลังดำเนินการอยู่ ซึ่งเดิมที่พนักงานของร้านน้ำแฉรออนไลน์ต้องมีหน้าที่รับคำสั่งซื้อทางโทรศัพท์ตามที่ผู้ใช้บริการร้องขอ และผู้ใช้บริการหลายท่านมักจะสอบถามคำถามแบบเดิมซ้ำ ๆ หลายครั้ง เช่น รายละเอียดสินค้า ราคา และค่าจัดส่ง เป็นต้น จึงทำให้ต้องเสียเวลากับการอธิบาย หรืออาจจะอธิบายผิดพลาดได้ และมักจะเสียโอกาสในการให้บริการกับผู้ใช้บริการท่านถัดไปอยู่บ่อยครั้ง อันเนื่องจากพนักงานให้บริการไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าว จึงได้จัดทำระบบข้อความตอบกลับอัตโนมัติและร้านค้าออนไลน์โดยใช้แอปพลิเคชัน LINE MyShop โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ในส่วนร้านค้าออนไลน์ ปัจจุบันแอปพลิเคชัน LINE เป็นที่นิยมในประเทศไทยเป็นอย่างมาก จึงสามารถทำให้ผู้ใช้บริการเข้าถึงร้านน้ำแฉรออนไลน์ได้ทันที ผู้ใช้บริการไม่ต้องสมัครสมาชิกใหม่ สามารถสั่งซื้อสินค้าได้ตลอด 24 ชั่วโมง และสามารถชำระเงินผ่านบัตรเครดิตได้ รวมถึงสามารถติดตามสถานะการดำเนินการได้ในส่วนระบบ Chatbot ผู้ใช้บริการสามารถสอบถามกับทางร้านได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยทางผู้วิจัยได้กำหนดคำตอบให้ Chatbot ตอบคำถามให้ตรงประเด็น เช่น เวลาทำการ เบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่ และแผนที่ เป็นต้น ขอบเขตงานวิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของเจ้าหน้าที่ และผู้ใช้บริการ และระบบดังกล่าวได้มีการทำการทดสอบประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้รับคือมีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งทางผู้วิจัยได้ทำการสุ่มผู้ใช้บริการจำนวน 100 ท่านและพนักงาน จำนวน 5 ท่านเพื่อดำเนินการประเมินความพึงพอใจ ซึ่งผลลัพธ์ภาพรวมทุกด้านที่ได้รับคือพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.60

คำสำคัญ : Chatbot ร้านค้าออนไลน์

Abstract

The development of chatbot and online shop by LINE MyShop for NananOnline Shop aimed to promote their sales and services; to study user satisfaction toward the system; and to enhance capabilities as well as efficiency of the shop owner. Because the researcher was interested in chatbot and online shop by LINE MyShop, the system was applied to the current one of NananOnline Shop. Previously, staff of the shop were in charge of taking orders from users by phone. Users usually asked same questions several times, e.g., product details, prices, and delivery/shipment fee; causing wasted time to explain or misexplanations. This finally resulted in frequent loss of opportunities to serve other users due to insufficient staff. The researcher viewed these problems and decided to develop chatbot and online shop by LINE MyShop without any charges for online shop. Nowadays, LINE is a very popular application in Thailand. For this reason, users can access NananOnline Shop immediately without registration. They can also buy products 24 hrs., pay by credit cards, and track progress status. As for Chatbot, users can ask questions with the shop 24 hrs. Chatbot was set to provide correct answers to all questions, e.g., work hours, contact numbers, address, and map. The scope of the research was divided into 2 parts, i.e., for staff and for users. The system was tested for its efficiency by 3 computer experts. According to the test results, the system was trustable. 100 users and 5 staff were also randomized to evaluate their satisfaction toward the system. According to the evaluation results, the overall satisfaction in all aspects was highest ($\bar{x} = 4.35$, $SD = 0.60$).

Keywords : Chatbot, Online Shop

บทนำ

ร้านน้ำเนรออนไลน์ประกอบธุรกิจร้านสะดวกซื้อที่มีหน้าร้าน ผู้ใช้บริการสามารถชำระค่าสาธารณูปโภค ค่าโทรศัพท์ ค่าอินเทอร์เน็ต และ ค่าบัตรเครดิต ผู้ใช้บริการสามารถดูรายการสินค้าได้ที่ www.nananonline.com และสั่งซื้อสินค้าได้ที่ LINE : @NananOnline เปิดทำการทุกวันจันทร์ - อาทิตย์ เวลา 7.00 น. – 20.00 น. ไม่เว้นวันหยุดนักขัตฤกษ์ ทางร้านได้เข้าโครงการของรัฐเช่น ธงฟ้าประชารัฐ คนละครึ่ง และ ยิ่งใช้ยิ่งได้ อีกทั้งทางร้านยังได้รับชนะเลิศในภาคใต้ด้านนวัตกรรมในโครงการโซ่ช่วยต้นแบบ โซ่ช่วยวิถีใหม่จัดขึ้นโดยแม่โครอีกด้วย ในปัจจุบันร้านน้ำเนรออนไลน์พบปัญหาในการตอบกลับผู้ให้บริการที่ติดต่อร้านผ่าน LINE เป็นจำนวนมาก เนื่องจากพนักงานที่ร้านมีจำนวนไม่เพียงพอจึงไม่สามารถตอบกลับผู้ให้บริการได้ทันเวลา ทำให้พลาดโอกาสในการขายนั้นไป เจ้าของกิจการร้านจึงมีความประสงค์ให้ผู้วิจัยช่วยแก้ไขปัญหานี้ ผู้วิจัยจึงเสนอให้นำ Chatbot มาช่วยตอบคำถามทั่ว ๆ ไปแทนพนักงาน เช่น ที่อยู่ร้านค้า เบอร์โทรศัพท์ร้านค้า เวลาทำการ เป็นต้น เนื่องจากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนา Chatbot สำหรับร้านน้ำเนรออนไลน์ โดยใช้เทคโนโลยีของ LINE Official Account โดยใช้ Object ต่าง ๆ มาอำนวยความสะดวกในการพัฒนาให้สามารถตอบคำถาม และให้ข้อมูลแทนพนักงานได้เพื่อลดปัญหาการให้บริการไม่ทัน และสำหรับร้านค้าออนไลน์ทางผู้วิจัยจะใช้ส่วนขยายของ LINE Official Account ที่มีชื่อเรียกว่า MyShop ซึ่งจะมาอำนวยความสะดวกในการจัดการร้านค้าออนไลน์ ได้แก่ จัดการรายการสั่งซื้อ จัดการรายการสินค้า จัดการวิธีการชำระเงิน จัดการวิธีการจัดส่ง และรายงานสรุปการจำหน่ายสินค้า ทั้งนี้เทคโนโลยีที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นส่วนหนึ่งของแอปพลิเคชัน LINE ซึ่งสามารถใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบ Chatbot และ MyShop สำหรับร้านน้ำเนร ออนไลน์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบ Chatbot และ MyShop สำหรับร้านน้ำเนรออนไลน์

วิธีการดำเนินการวิจัย

การกำหนดปัญหา (Problem Definition)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากผู้ประกอบการร้านน้ำเนรออนไลน์พบว่า พนักงานไม่เพียงพอที่จะสามารถตอบกลับผู้ให้บริการได้ทันเวลา และบ่อยครั้งทำให้ผู้บริการยกเลิกคำสั่งซื้อนั้นไป

วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ (Analysis)

ผู้วิจัยได้สอบถามถึงปัญหาและความต้องการกับผู้ประกอบการร้านน้ำเนรออนไลน์ โดยสรุปได้ขอบเขตดังต่อไปนี้

ส่วนของเจ้าหน้าที่

1. ตอบโต้กับผู้ใช้บริการ
2. จัดการรายการสินค้า
3. จัดการวิธีการชำระเงิน
4. จัดการรายการสั่งซื้อ
5. จัดการวิธีการจัดส่งสินค้า
6. ออกใบเสร็จรายการสั่งซื้อ

ส่วนของผู้ใช้บริการ

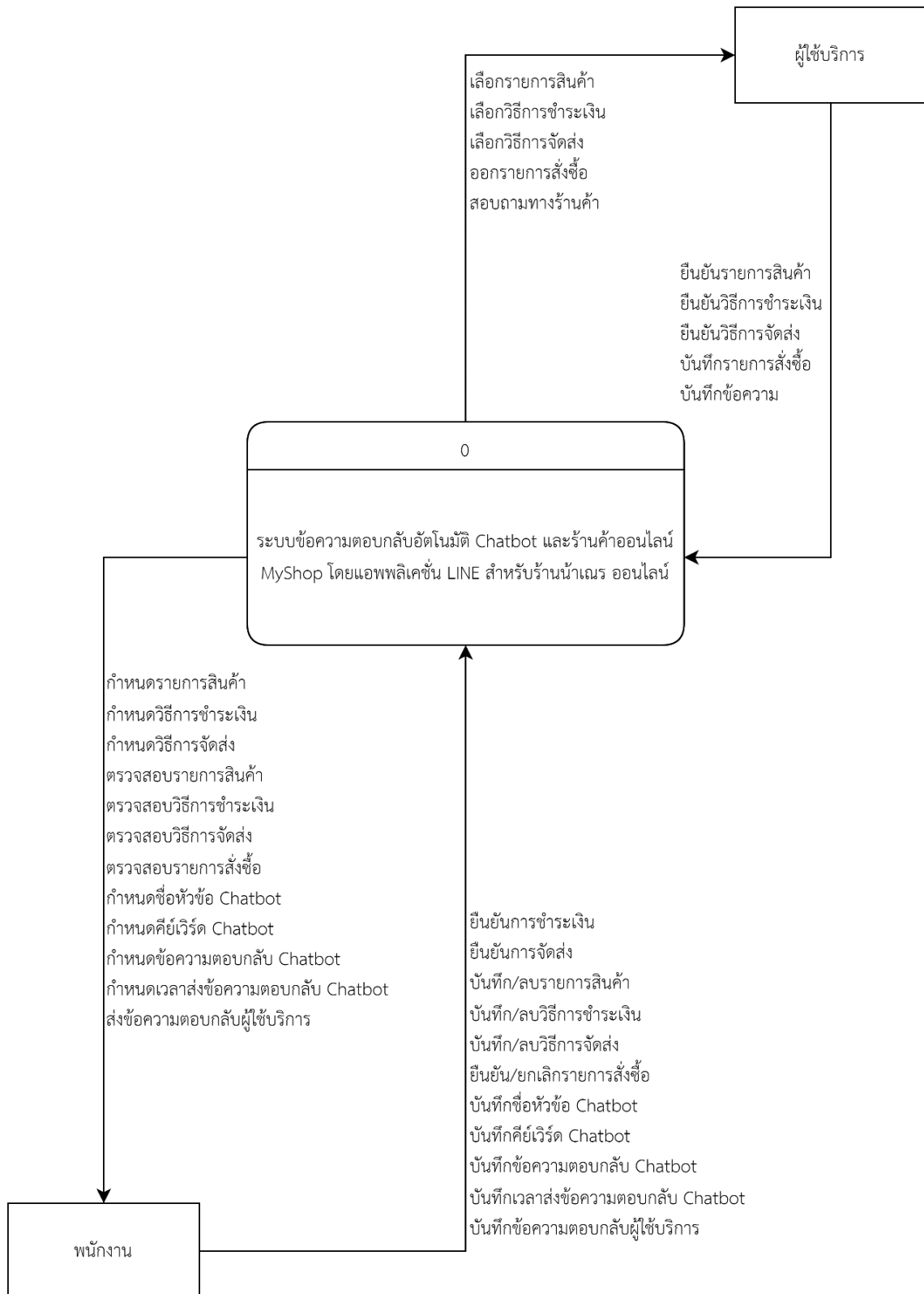
1. สนทนาตอบโต้กับร้านค้า
2. เลือกซื้อสินค้า
3. เพิ่มรายการสินค้าลงในรถเข็น
4. แจ้งรายละเอียดรายการสั่งซื้อ

การพัฒนาระบบ (Development)

ใช้งานในส่วนของ Chatbot กับ LINE Official Account โดยจะทำการตั้งค่าผ่านหัวข้อ “ข้อความตอบกลับอัตโนมัติ” โดยทำการตั้งชื่อหัวข้อ และกำหนดคำตอบของคำถามให้ Chatbot เมื่อผู้ใช้บริการสอบถามเข้ามา Chatbot ก็จะทำการตอบกลับอัตโนมัติ และในส่วนของร้านค้าออนไลน์จะดำเนินการผ่าน LINE MyShop ซึ่งเป็นส่วนขยายของ LINE Official Account เปิดส่วนขยายนี้ได้ที่เมนู “MyShop” เมื่อเปิดใช้งานสำเร็จจะสามารถกำหนดรายการสินค้าต่าง ๆ วิธีการชำระเงิน และวิธีการจัดส่งได้ตามต้องการ

แผนภาพบริบท (Context Diagram)

แผนภาพกระแสข้อมูลระดับบนสุด ที่แสดงภาพรวมของการทำงานของระบบที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางภายนอกของระบบ ทั้งแสดงให้เห็นถึงขอบเขต และเส้นขอบแบ่งเขตของระบบที่ศึกษาและพัฒนาดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพบริบทของพนักงานและผู้ใช้บริการของร้านน้ำแฉะ ออนไลน์

ซึ่งได้พบว่าผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบมีด้วยกัน 2 ส่วนดังต่อไปนี้

1. พนักงาน สิ่งที่สามารถทำได้ ได้แก่ กำหนดรายการสินค้า กำหนดวิธีการชำระเงิน กำหนดวิธีการจัดส่ง ตรวจสอบรายการสินค้า ตรวจสอบวิธีการชำระเงิน ตรวจสอบวิธีการจัดส่ง ตรวจสอบรายการสั่งซื้อ กำหนดชื่อหัวข้อ Chatbot กำหนดคีย์เวิร์ด Chatbot กำหนดข้อความตอบกลับ Chatbot กำหนดเวลาส่งข้อความตอบกลับ Chatbot และส่งข้อความตอบกลับผู้ใช้บริการ

2. ผู้ใช้บริการ สิ่งที่สามารถทำได้ ได้แก่ เลือกรายการสินค้า เลือกรวิธีการชำระเงิน เลือกรวิธีการจัดส่ง ออกรายการสั่งซื้อ และสอบถามทางร้านค้า

การทดสอบระบบ (Testing)

หลังจากพัฒนาระบบเสร็จแล้ว จะเป็นการทดสอบระบบเพื่อตรวจสอบความผิดพลาด หรือจุดบกพร่องของระบบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยจะเป็นการเปิดให้ผู้ใช้บริการทดลองใช้ เป็นเวลา 2 สัปดาห์เพื่อทดสอบความประสิทธิภาพของระบบ Chatbot และร้านค้าออนไลน์ที่ดำเนินการผ่าน LINE MyShop ว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอหรือตอบสนองตอบสนองตามวัตถุประสงค์ได้หรือไม่ หลังจากทดสอบเสร็จสิ้นจะไปขั้นตอนการประเมินผล และนำไปใช้งานจริงตามลำดับ

การประเมินผล (Maintenance)

เป็นการประเมินผลที่ได้จากการทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบ Chatbot ร้านน้ำแฉะ ออนไลน์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยได้มาจากการสุ่มผู้ใช้บริการ จำนวน 100 ท่าน และเจ้าหน้าที่ จำนวน 5 ท่าน และผลที่ได้ก็นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดดังวิธีต่อไปนี้

การหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2542)

$$\text{โดยใช้สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ X แทนคะแนนแต่ละตัว
 N แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล แบบจำแนกแต่ละช่วงย่อยต่างกัน แบ่งระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ โดยทำการกำหนดช่วงของการวัดได้ดังนี้ (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2551)

ระดับ 5 คะแนนตั้งแต่ 4.21 – 5.00 หมายถึงระดับที่พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 คะแนนตั้งแต่ 3.41 – 4.20 หมายถึงระดับที่พึงพอใจมาก

ระดับ 3 คะแนนตั้งแต่ 2.61 – 3.40 หมายถึงระดับที่พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 คะแนนตั้งแต่ 1.81 – 2.60 หมายถึงระดับที่พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 คะแนนตั้งแต่ 1 – 1.80 หมายถึงระดับที่พึงพอใจน้อยที่สุด

ในการกำหนดหัวข้อการประเมินความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินหัวข้อที่จะนำไปประเมินความพึงพอใจว่ามีความน่าเชื่อถือและสอดคล้องหรือไม่ดังวิธีต่อไปนี้

การหาคุณภาพของเครื่องมือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ

- +1 = เห็นด้วยกับคำถามข้อดังกล่าวมีวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้จริง
- 0 = ไม่แน่ใจกับคำถามข้อดังกล่าวจะมีวัตถุประสงค์เชิงที่ระบุไว้จริง
- 1 = ไม่เห็นด้วยกับคำถามข้อดังกล่าวไม่ได้มีวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้จริง

โดยใช้สูตร
$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ R แทนคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การพิจารณา

ถ้าค่า IOC ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 แสดงว่าข้อความถามนั้นวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายการวิจัย

ถ้าค่า IOC ได้น้อยกว่า 0.50 แสดงว่าข้อความถามนั้นวัดไม่ได้ตรงจุดมุ่งหมายการวิจัย

ซึ่งจากการหาค่าความน่าเชื่อถือด้านระบบ Chatbot ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.93 และด้านเครื่องมือวิจัย ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.92 ทำให้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความถามกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้จริง

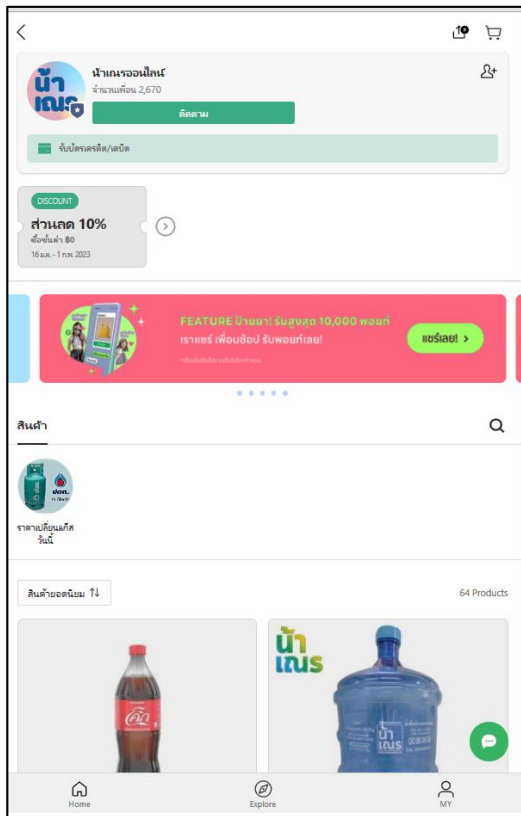
ผลการวิจัย

การพัฒนาระบบข้อความตอบกลับอัตโนมัติ Chatbot และร้านค้าออนไลน์ โดย LINE MyShop สำหรับร้านน้ำเนรออนไลน์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามผลที่คาดว่าจะได้รับและตรงกับวัตถุประสงค์ของการพัฒนา

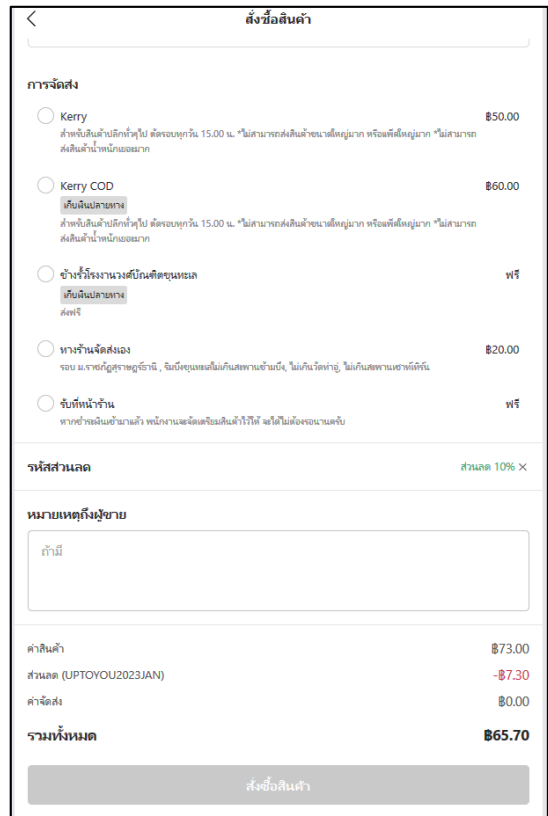
ผลการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยระบบข้อความตอบกลับอัตโนมัติ Chatbot และร้านค้าออนไลน์ MyShop โดยแอปพลิเคชัน LINE สำหรับร้านน้ำเนร ออนไลน์ ได้แบ่งออกเป็น 2 ผู้ใช้งาน ได้แก่ ผู้ให้บริการทั่วไปดังแสดงในภาพที่ 2-9 และพนักงานดังแสดงในภาพที่ 10-13

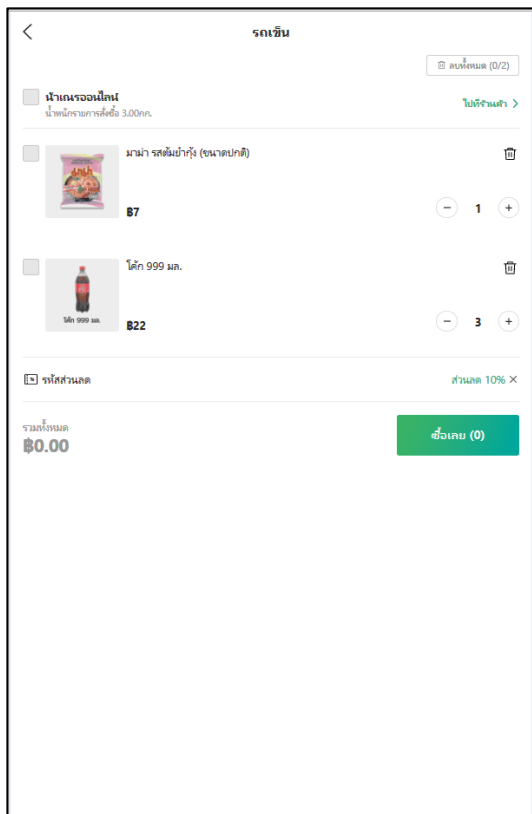
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



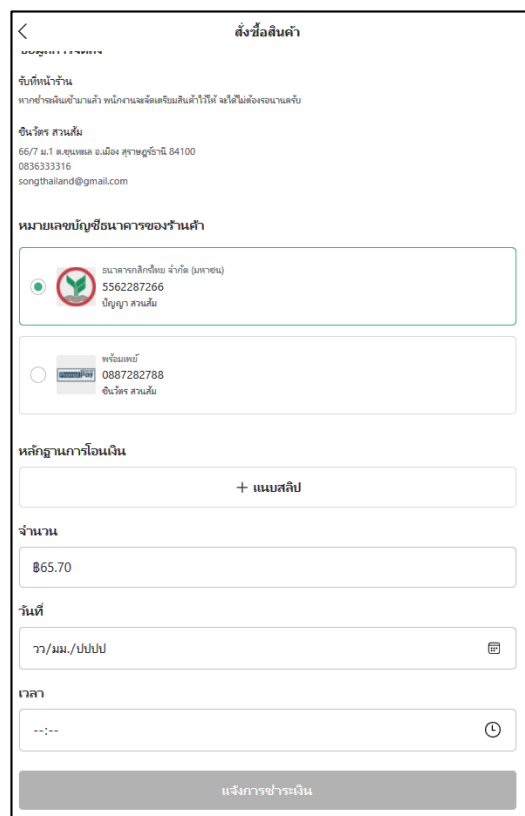
ภาพที่ 2 หน้าแรกสำหรับผู้ใช้บริการ



ภาพที่ 4 รายละเอียดการจัดซื้อสินค้า การจัดส่งสินค้า และการชำระเงิน

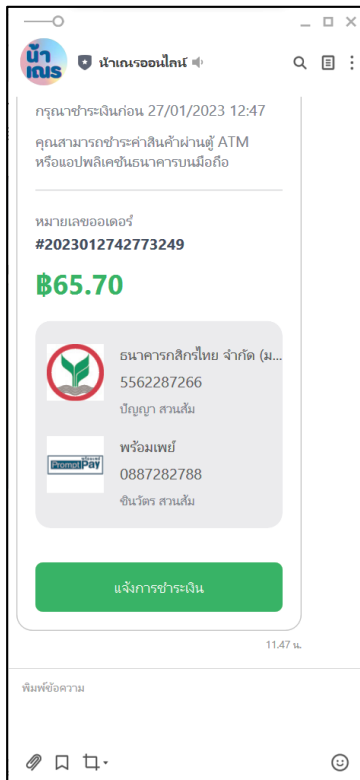


ภาพที่ 3 รายละเอียดในรถเข็น

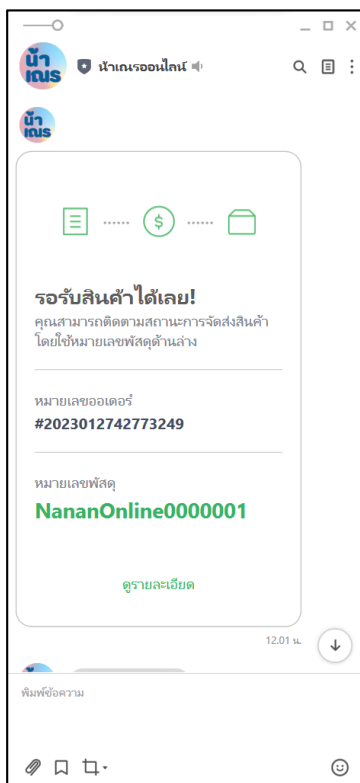


ภาพที่ 5 แสดงเลขบัญชี

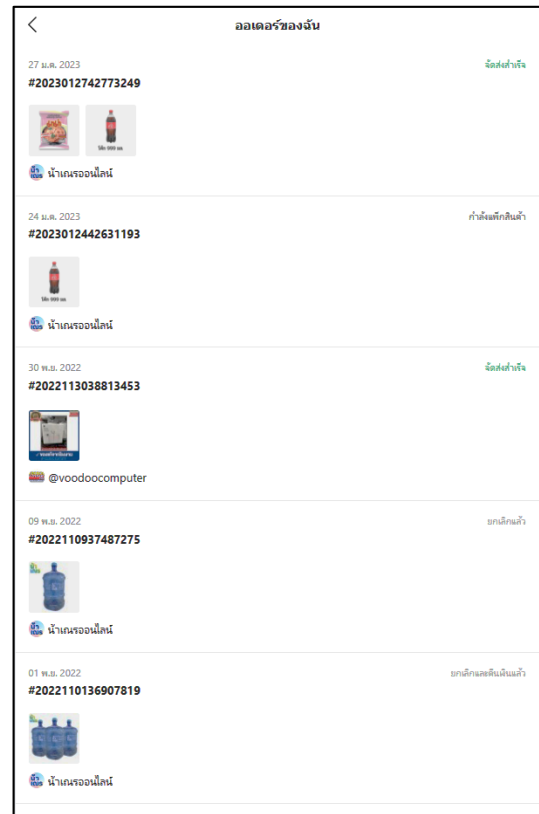
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



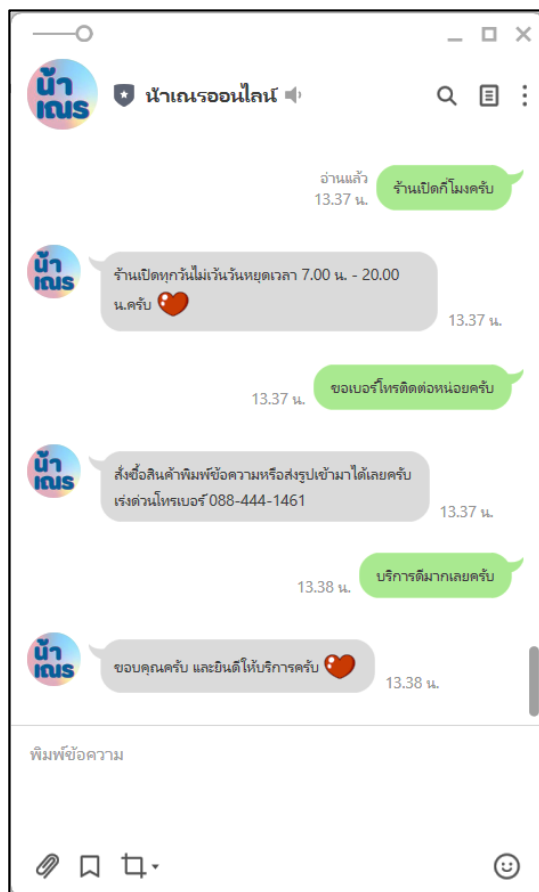
ภาพที่ 6 การแจ้งเตือนใน Line



ภาพที่ 7 การแจ้งหมายเลขพัสดุเมื่อสั่งซื้อเสร็จ
สมบูรณ์



ภาพที่ 8 ประวัติการสั่งซื้อสินค้า



ภาพที่ 9 การตอบกลับข้อความอัตโนมัติ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ยินดีต้อนรับ, นำเสนอออนไลน์
ใช้เครื่องมือของ MyShop เพื่อเพิ่มยอดขายให้กับร้านของคุณ

ภาพรวมเดือนนี้ 1 - 26 มกราคม 2023 [ไปที่เดสบอร์ด >](#)

ยอดขายรวม (฿) 📉 79%
94.90

จำนวนผู้เยี่ยมชมร้าน 📈 3.13%
33

จำนวนผู้ดูสินค้าในร้าน 📈 18%
13

ลูกค้าที่มีสินค้ารอในตะกร้า 📉
2

จำนวนออเดอร์ 📈 200%
3

รายการขายรอดำเนินการ

ที่ต้องจัดส่ง 2 อัปเดตสถานะจัดส่ง >	รอตรวจสอบการชำระเงิน 0 ยืนยันการชำระเงิน >	ที่ใกล้หมดเขตชำระเงิน 0 ติดตามกับลูกค้า >	ยังไม่ตัดสินใจซื้อ 0 ติดตามกับลูกค้า >
---	--	---	--

เครื่องมือช่วยเพิ่มยอดขาย

รับ LINE POINTS เพิ่มขึ้นอีก 5% P

LINE SHOPPING GIFT券

LINE SHOPPING Academy
อ่านคู่มือและศึกษาการใช้งาน MyShop เพื่อขายสินค้าบน LINE SHOPPING เรียบรู้เพิ่มเติมที่นี่





































ติดต่อฝ่ายช่วยเหลือ
ทีมงานพร้อมที่จะช่วยเหลือคุณ

ภาพที่ 10 หน้าแรกสำหรับพนักงาน

รายการสินค้า ทำเป็นชุด + สร้างรายการสินค้า

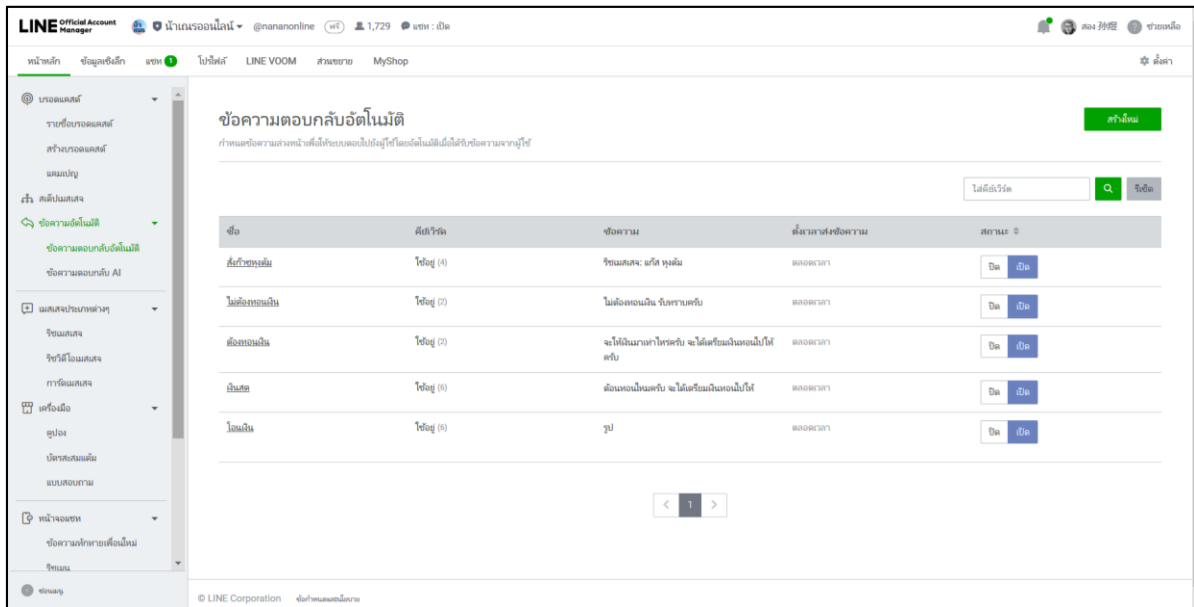
ค้นหาจากชื่อสินค้า, ประเภทสินค้า, แปรชนิด 🔍 🗖 🗖

64 สินค้า ← 1/3 →

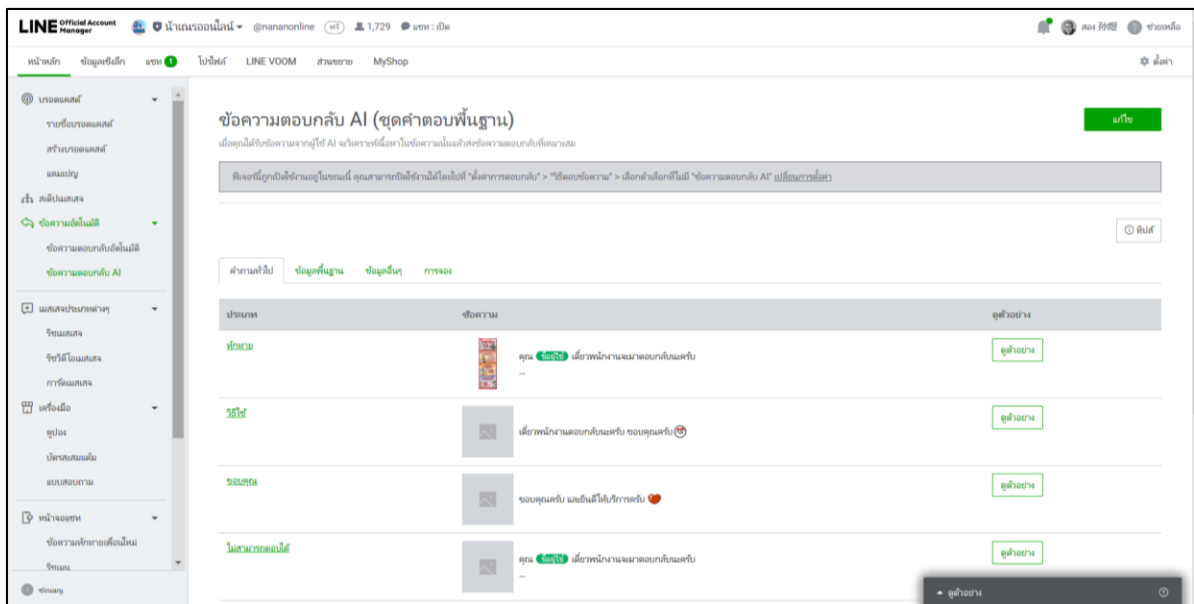
<input type="checkbox"/>	ชื่อสินค้า 📄	หมวดสินค้า 📄	แบรนด์ 📄	วันที่เพิ่มสินค้า 📄	อัปเดตล่าสุด 📄	ราคา	สถานะ
<input type="checkbox"/>	 ครัว สานุกินดื่มยา (ถ้วย)	อาหารแห้ง	ไวไว	25 ม.ค. 2023 11:03	25 ม.ค. 2023 11:03	815.00	  
<input type="checkbox"/>	 ไวไว สานุกินดื่มยา (ซอง)	อาหารแห้ง	ไวไว	25 ม.ค. 2023 11:00	25 ม.ค. 2023 11:00	87.00	  
<input type="checkbox"/>	 น้ำดื่มคริสตัล 1500 มล.	อาหารและเครื่องดื่ม	คริสตัล	25 ม.ค. 2023 10:53	25 ม.ค. 2023 10:53	815.00	  
<input type="checkbox"/>	 ถุงมือยางคลุมข้อมือ	อุปกรณ์และผลิตภัณฑ์ที่ทำความสะอาด	-	16 ม.ค. 2023 10:56	16 ม.ค. 2023 10:56	820.00	  
<input type="checkbox"/>	 น้ำกระเทียม 1 ลิตร	อาหารและเครื่องดื่ม	-	16 ม.ค. 2023 10:51	16 ม.ค. 2023 10:51	850.00	  
<input type="checkbox"/>	 ซูเปอร์คอฟฟี่ฟีนิกซ์ (แบ่งขาย) ชื่อ 4 แคน 1	อาหารแห้ง	ซูเปอร์	16 ม.ค. 2023 10:47	16 ม.ค. 2023 10:47	85.00	  
<input type="checkbox"/>	 ครัว สดดับโคลง (ถ้วย)	อาหารแห้ง	ไวไว	16 ม.ค. 2023 10:42	16 ม.ค. 2023 10:42	815.00	  
<input type="checkbox"/>	 ครัว สดดับยามันทุง (ถ้วย)	อาหารแห้ง	ไวไว	16 ม.ค. 2023 10:40	16 ม.ค. 2023 10:40	815.00	  
<input type="checkbox"/>	 ครัว สดดับมะนาว (ถ้วย)	อาหารแห้ง	ไวไว	16 ม.ค. 2023 10:39	16 ม.ค. 2023 10:39	815.00	  

ภาพที่ 11 จัดการรายการสินค้าต่าง ๆ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 12 ตั้งค่าข้อความตอบกลับอัตโนมัติ



ภาพที่ 13 ตั้งค่าข้อความตอบกลับอัตโนมัติโดย AI

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยระบบข้อความตอบกลับอัตโนมัติ Chatbot และร้านค้าออนไลน์ MyShop โดยแอปพลิเคชัน LINE สำหรับร้านน้ำแฉกร ออนไลน์ ได้จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจระบบโดยมีการเก็บข้อมูลเบื้องต้นผู้ประเมินดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ จำแนกตามเพศของกลุ่มตัวอย่าง

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	46	43.81
หญิง	59	56.19
รวม	105	100

ตารางที่ 2 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ จำแนกตามช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง

ช่วงอายุ	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 15 ปี	15	14.30
16 - 25 ปี	20	19.00
26 - 35 ปี	34	32.40
36 - 45 ปี	19	18.10
46 ปี ขึ้นไป	17	16.20
รวม	105	100

ตารางที่ 3 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ จำแนกตามประเภทผู้ใช้งานของกลุ่มตัวอย่าง

ประเภทผู้ใช้งาน	จำนวน	ร้อยละ
พนักงาน	5	4.80
ผู้ใช้บริการ	100	95.20
รวม	105	100

ผลการประเมินระบบ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านการออกแบบระบบ และด้านประสิทธิภาพของระบบ

ความพึงพอใจด้านการออกแบบระบบ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเหมาะสมของการใช้งานระบบ	4.12	0.55	มาก
2. ความสวยงาม ความทันสมัยและน่าสนใจของระบบ	4.54	0.69	มากที่สุด
3. ความเร็วในการแสดงภาพและตัวอักษร	4.21	0.65	มากที่สุด
4. การจัดวางรูปแบบงานต่อการใช้งาน	4.11	0.68	มาก
5. ความเหมาะสมในการเลือกใช้สี	4.31	0.67	มากที่สุด
6. ความสามารถในการตอบโต้กับลูกค้า	4.31	0.68	มากที่สุด
7. ความสามารถในการจัดการรายการสินค้า	4.28	0.58	มากที่สุด
8. ความสามารถในการจัดการกับสินค้า	4.43	0.60	มากที่สุด
9. ความสามารถในการจัดช่องทางการชำระ	4.35	0.62	มากที่สุด
10. ความสามารถในการสรุปยอดการขาย	4.49	0.54	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมความพึงพอใจด้านการออกแบบระบบ	4.32	0.63	มากที่สุด
ความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของระบบ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดและสีของตัวอักษร	4.13	0.54	มาก
2. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่อสื่อความหมาย	4.51	0.57	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย	4.33	0.65	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งและรูปแบบของเมนู	4.30	0.59	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงข้อมูลในระบบ	4.28	0.67	มากที่สุด
6. การใช้คำศัพท์ต่างๆในส่วนของเมนูมีความสะดวก	4.44	0.57	มากที่สุด
7. ระบบมีความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลสินค้า	4.50	0.52	มากที่สุด
8. ระบบมีความถูกต้องในการลบข้อมูลสินค้า	4.47	0.52	มากที่สุด
9. ระบบมีความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล	4.48	0.50	มากที่สุด
10. ระบบมีความรวดเร็วในการประมวลผล	4.45	0.62	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของระบบ	4.39	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.35	0.60	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ความพึงพอใจด้านการออกแบบระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63 ความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 และหากรวมทุกด้าน มีค่าเฉลี่ย 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.60

วิจารณ์ผล

ผลประเมินความพึงพอใจทั้งหมด 105 คนพบว่า ความพึงพอใจด้านการออกแบบระบบอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63) ความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58) ความพึงพอใจด้านเนื้อหาสำหรับระบบแชทบอทอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56) และความพึงพอใจด้านการใช้งานสำหรับระบบ Chatbot อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58) โดยผู้ใช้งานได้ประเมินความพึงพอใจมากที่สุดอันดับที่ 1 ได้แก่ ข้อความที่สามารถสื่อสารให้ผู้คนเข้าใจได้ ด้านเนื้อหาสำหรับระบบ Chatbot (ค่าเฉลี่ย 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.62) อันดับที่ 2 ได้แก่ ความสวยงาม ความทันสมัยและน่าสนใจของระบบ ด้านการออกแบบระบบ (ค่าเฉลี่ย 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.69) และอันดับที่ 3 ได้แก่ ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่อสื่อความหมาย ด้านการใช้งานทั่วไป (ค่าเฉลี่ย 4.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57) ตามลำดับ โดยมีข้อเสนอแนะที่เป็นนัยสำคัญ ได้แก่

1. มีความทันสมัย และสามารถรวมราคาที่ถูกต้อง ภาพสินค้าดูเข้าใจง่าย สะดวกกว่าการโทรสั่งพนักงาน
2. จ่ายเงินได้หลายวิธี สั่งของได้รวดเร็ว รู้ราคาของที่ครบถ้วน และสามารถดูสินค้าได้ว่ามีหรือไม่
3. ระบบมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น จากอดีตที่เคยโทรสั่งของ สู่ปัจจุบันที่ระบบสามารถให้ลูกค้าจ่ายผ่านช่องทางที่หลากหลาย ไม่ต้องรอรับเงินหน้าร้าน และระบบทำให้ลดความผิดพลาดในการสั่งของ เพราะมีใบคำสั่งซื้อออนไลน์ที่ชัดเจน

สรุปผล

การพัฒนาระบบข้อความตอบกลับอัตโนมัติ Chatbot และร้านค้าออนไลน์ MyShop โดยแอปพลิเคชัน LINE สำหรับร้านน้ำแฉะ ออนไลน์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาตามขอบเขตได้อย่างครบถ้วน และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกด้าน เมื่อพิจารณาแล้วงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับร้านน้ำแฉะออนไลน์ได้เป็นอย่างดี และสามารถเพิ่มศักยภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการให้กับผู้ประกอบการร้านน้ำแฉะออนไลน์ได้เป็นอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

- กุลจิรา ตันเจริญรัตน์. 2564. Chatbot คืออะไร? ผู้ช่วยอัจฉริยะที่ธุรกิจออนไลน์ต้องมี. แหล่งข้อมูล:
<https://blog.skooldio.com/what-is-chatbot/> ค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2565.
- ปานระพี รพีพันธุ์. 2564. MyShop จาก LINE คืออะไร ช่วยให้เจ้าของธุรกิจออนไลน์ซื้อขายคล่องขึ้นได้อย่างไร.
แหล่งข้อมูล: <https://www.it24hrs.com/2021/line-myshop-shopping-online-tools/> ค้นเมื่อ 1
สิงหาคม 2565.
- มณฑิตา จินดา. 2562. Line Official Account Handbook คู่มือทำธุรกิจบนไลน์ - ตัวช่วยลูกค้าติด ธุรกิจโต.
สำนักพิมพ์ บจก. ไลน์ คอมพานี (ประเทศไทย), กรุงเทพฯ.
- อุษณีย์ แซ่มเกต. 2565. เปิดร้านออนไลน์ขายดี MyShop. สำนักพิมพ์ อุษณีย์ แซ่มเกต, กรุงเทพฯ.

การจัดกลุ่มพฤติกรรมลูกค้าเพื่อส่งเสริมการตลาดบริการของบริษัทไปรษณีย์ไทยด้วย
เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องแบบผสม
Customer behavior clustering for marketing promotion of Thailand post
with hybrid machine learning techniques

ธนา เจริญศรี^{1*} เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงศ์¹

Thana Cahrensri^{1*} Thepparit Banditwattanawong¹

¹ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

¹ Department of Computer Science Faculty of Science Kasetsart University Bangkok 10900

*Corresponding author E-mail: thana.ch@ku.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ส่งเสริมการตลาดโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อจัดกลุ่มลูกค้าของบริษัทไปรษณีย์ไทย โดยอาศัยข้อมูลการใช้บริการของลูกค้าที่ได้จากการสำรวจด้วยแบบสอบถามจำนวน 200 คน โปรแกรมประยุกต์ที่เสนอใช้เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลแบบผสมผสานโดยอาศัยขั้นตอนวิธีเคมีน, ขั้นตอนวิธีดีพีสแกน, ขั้นตอนวิธี Partitioning Around Medoids และขั้นตอนวิธี Mean Shift และทำการวัดคุณภาพของผลการจัดกลุ่มของชุดข้อมูลข้างต้นด้วยขั้นตอนวิธีด้วยค่าสัมประสิทธิ์ซิลลูเอท จากการทดลองกับชุดข้อมูลข้างต้นเพื่อจัดกลุ่มตามจำนวนรายการส่งเสริมการขายพบว่าขั้นตอนวิธีเคมีนมีค่าสัมประสิทธิ์ซิลลูเอทเท่ากับ 0.71 ขั้นตอนวิธีดีพีสแกนมีค่าสัมประสิทธิ์ซิลลูเอทเท่ากับ 0.96 ขั้นตอนวิธี Partitioning Around Medoids มีค่าสัมประสิทธิ์ซิลลูเอทเท่ากับ 0.67 และขั้นตอนวิธี Mean Shift มีค่าสัมประสิทธิ์ซิลลูเอทเท่ากับ 0.76

คำสำคัญ : การจัดกลุ่ม, เคมีน, ดีพีสแกน, พาธิชั่นอรวานด์แมนดรอย, มินชิฟ, ซิลลูเอท

Abstract

This paper proposes an application for marketing promotion analysis using machine learning to cluster the customers of Thailand Post's services. A data set used was collected via questionnaires from 200 customers. The application utilizes hybrid clustering based on K-means, DBSCAN, Partitioning Around Medoids, and Mean Shift. Evaluation showed that K-means, DBSCAN, Partitioning Around Medoids, and Mean Shift have Silhouette Coefficients by 0.71, 0.96, 0.67 and 0.76, respectively.

Keywords : Clustering, K-means, DBSCAN, Partitioning Around Medoids, Mean Shift, Silhouette

บทนำ

ปัจจุบันรายได้ของตลาด e-Commerce ในประเทศไทยมีแนวโน้มเติบโตสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยในปี พ.ศ. 2563 มีมูลค่ารายได้อยู่ที่ 7,268 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งสูงกว่าใน พ.ศ. 2562 ที่มีมูลค่ารายได้อยู่ที่ 5,103 ล้านดอลลาร์สหรัฐ คิดเป็นร้อยละ 42.43 และสูงกว่าใน พ.ศ. 2561 ที่มีมูลค่ารายได้อยู่ที่ 3,699 ล้านดอลลาร์สหรัฐ คิดเป็นร้อยละ 96.49 โดยรายได้ของตลาด e-Commerce มีแนวโน้มเติบโตได้กว่า 11,839 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือคิดเป็นร้อยละ 62.89 ในช่วงปี พ.ศ. 2567 และมีจำนวนผู้ใช้ e-Commerce ในปี พ.ศ. 2563 อยู่ที่ประมาณ 33.70 ล้านคน ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นจากใน พ.ศ. 2562 ที่มีจำนวนผู้ใช้อยู่ที่ 30.70 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 9.77 และสูงกว่าใน พ.ศ. 2561 ที่มีจำนวนผู้ใช้อยู่ที่ 25.70 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 31.12 โดยจำนวนผู้ใช้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 42.30 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 25.51 ในช่วงปี พ.ศ. 2567 โดยจากผลสำรวจรายได้ของตลาด e-Commerce ทั่วโลกใน พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีผลรวมรายได้ของตลาด e-Commerce อยู่ที่ 7,268 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เป็นอันดับ 22 ของโลก

จากแนวโน้มอัตราการเติบโตรายได้และจำนวนผู้ใช้ของตลาด e-Commerce ที่เพิ่มสูงขึ้นการนำข้อมูลการใช้บริการของกลุ่มลูกค้าและกลุ่มเป้าหมายตัวอย่างที่เข้ามาใช้บริการของบริษัท ไปรษณีย์ไทย มาวิเคราะห์โดยอาศัยเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) มาช่วยในการจัดกลุ่ม (Clustering) เพื่อหาพฤติกรรมของลูกค้าและกลุ่มเป้าหมาย (Consumer Behavior) ที่ใช้บริการไปรษณีย์ธรรมดา พัสดุไปรษณีย์ในประเทศ และไปรษณีย์ด่วนพิเศษในประเทศ (EMS) ในประเทศเพื่อนำมาปรับปรุงบริการ รวมทั้งเสนอบริการหรือโปรโมชั่นให้เหมาะสมกับลูกค้า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมรูปแบบการใช้บริการไปรษณีย์ธรรมดา พัสดุไปรษณีย์ในประเทศ และ EMS ในประเทศของลูกค้าโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) จำนวน 4 เทคนิค คือ ขั้นตอนวิธีเคมีน, ขั้นตอนวิธีดีปัสแกน, ขั้นตอนวิธี Partitioning Around Medoids และขั้นตอนวิธี Mean Shift จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพการทำงานขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มทั้ง 4 ด้วยวิธี ซิลลูเอท เพื่อหาขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมในการหาโปรโมชั่นที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้าและกลุ่มเป้าหมายนั้น ๆ

2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับระบบบริการแสดงผลลัพธ์การหาโปรโมชั่นที่เหมาะสมสำหรับลูกค้าและกลุ่มเป้าหมายที่เข้ามาใช้บริการของบริษัท ไปรษณีย์ไทย โดยอาศัยข้อมูลจากผลลัพธ์การจัดกลุ่มข้อมูล

วิธีการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาและจัดเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์พฤติกรรมของลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการไปรษณีย์ธรรมดาพัสดุไปรษณีย์ในประเทศ และ EMS ในประเทศของบริษัท ไปรษณีย์ไทย มีเครื่องมือที่ใช้ดังต่อไปนี้

ส่วนอุปกรณ์ (Hardware)

- เครื่องคอมพิวเตอร์แล็ปท็อป จำนวน 2 เครื่องสำหรับพัฒนาระบบ

ส่วนชุดคำสั่ง (software)

- ระบบจัดการฐานข้อมูลไมโครซอฟท์ ซีควิลเซิร์ฟเวอร์ เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์
- ไพทอน (Python) ในการจัดกลุ่มข้อมูล
- จาวา (Java) ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์
- เว็บเบราว์เซอร์ ได้แก่ โครม (Chrome) ในการแสดงผลหน้าจอรระบบ

การจัดเตรียม การจัดกลุ่มและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) ชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมคือข้อมูลของกลุ่มลูกค้าและกลุ่มเป้าหมายตัวอย่างที่เข้ามาใช้บริการไปรษณีย์ธรรมดา พัสดุไปรษณีย์ในประเทศ และ EMS ในประเทศของบริษัทไปรษณีย์ไทยโดยจะนำชุดข้อมูลที่กล่าวมาผ่านกระบวนการจัดเตรียมข้อมูล

2. กระบวนการทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน (Data Standardization) จะทำการแปลงข้อมูลสินค้าและบริการที่ใช้บริการ และรูปแบบการชำระค่าสินค้าและบริการที่มีรูปแบบข้อมูลเป็นตัวอักษรให้เป็นมีรูปแบบเป็นตัวเลขเพื่อให้ข้อมูลเป็นไปในแนวทางเดียวกันและความถูกต้องในการจัดกลุ่ม โดยกำหนดการแปลงมาตรฐาน (Normalization) ของรหัสข้อมูลบริการด้วย Standard score และยอดค่าใช้บริการ

การจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering)

1. จากชุดข้อมูลที่ได้จากการจัดเตรียมข้อมูลจะนำมาจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน เพื่อจัดกลุ่มชุดข้อมูล ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกำหนด cluster ให้เท่ากับ 5 ตามจำนวนบริการและจะใช้ขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มเคมีน ขั้นตอนวิธีดีบีแอสกน ขั้นตอนวิธี Partitioning Around Medoids และขั้นตอนวิธี Mean Shift เพื่อหาความเหมือนของพีเจอรและทำการเปรียบเทียบคุณภาพการทำงาน ด้วยเทคนิคซิลลูเอท

2. กำหนดพีเจอรของชุดข้อมูลที่จะนำมาจัดกลุ่มโดยในงานวิจัยนี้จะใช้ 2 พีเจอรคือ ยอดค่าใช้บริการและบริการที่ใช้บริการ

3. ทำการจัดกลุ่มข้อมูลของกลุ่มลูกค้าและกลุ่มเป้าหมายตัวอย่างโดยใช้ขั้นตอนวิธีเคมีน และขั้นตอนวิธี Partitioning Around Medoids โดยกำหนดค่า k เท่ากับ 5 เพื่อจำแนกข้อมูลของกลุ่มลูกค้าและกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 5 กลุ่มจากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดกลุ่มข้อมูลไปนำเข้าระบบฐานข้อมูล

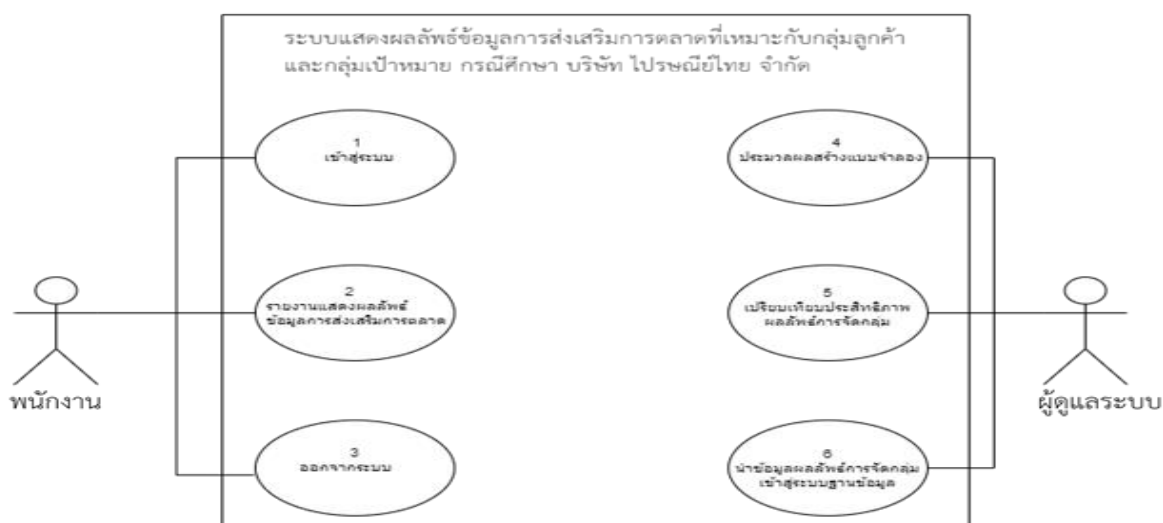
4. กำหนดพารามิเตอร์ขนาดของพื้นที่ภายในรัศมีที่วัดจากตัวอย่างและจำนวนขั้นต่ำของกลุ่มตัวอย่างภายในรัศมีเพื่อนำมาใช้ในการจัดกลุ่มด้วยขั้นตอนวิธีดีบีแอสกนและทำการจัดกลุ่มด้วยขั้นตอนวิธีดีบีแอสกน

5. ทำการวัดคุณภาพค่าผลลัพธ์ของการทำงานของขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มเคมีน ขั้นตอนวิธีดีบีแอสกน ขั้นตอนวิธี Partitioning Around Medoids และขั้นตอนวิธี Mean Shift ทำการวัดคุณภาพการทำงานด้วยเทคนิคซิลลูเอทเพื่อเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์คุณภาพการจัดกลุ่มระหว่างขั้นตอนวิธีทั้ง 4 วิธี เพื่อหาค่าผลลัพธ์คุณภาพที่สูงกว่า

6. ทำการนำข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดกลุ่มที่ได้ค่าผลลัพธ์คุณภาพจากการวัดคุณภาพด้วยเทคนิคซิลลูเอทรวมสูงกว่า นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการส่งเสริมการตลาดเพื่อหาการส่งเสริมการตลาดที่เหมาะสมกับกลุ่มลูกค้าและกลุ่มเป้าหมาย

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บในงานวิจัยนี้จะใช้ในการแสดงผลลัพธ์ข้อมูลการส่งเสริมการตลาดที่เหมาะสมกับกลุ่มลูกค้าและกลุ่มเป้าหมาย ที่ได้จากการดำเนินการรวบรวม การจัดกลุ่มและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการทำงานของระบบมีรายละเอียดตามภาพที่ 1

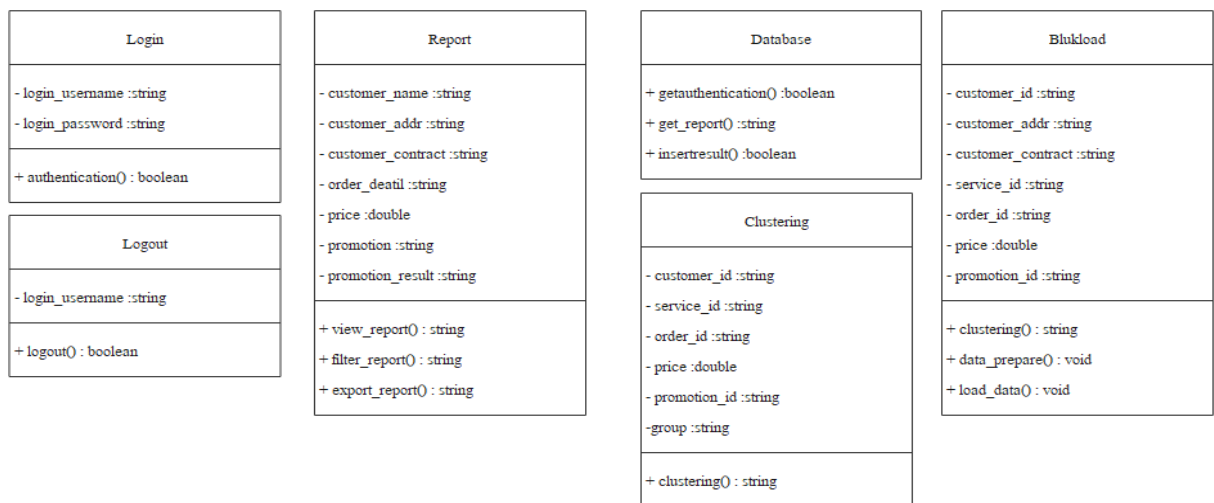


ภาพที่ 1: แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

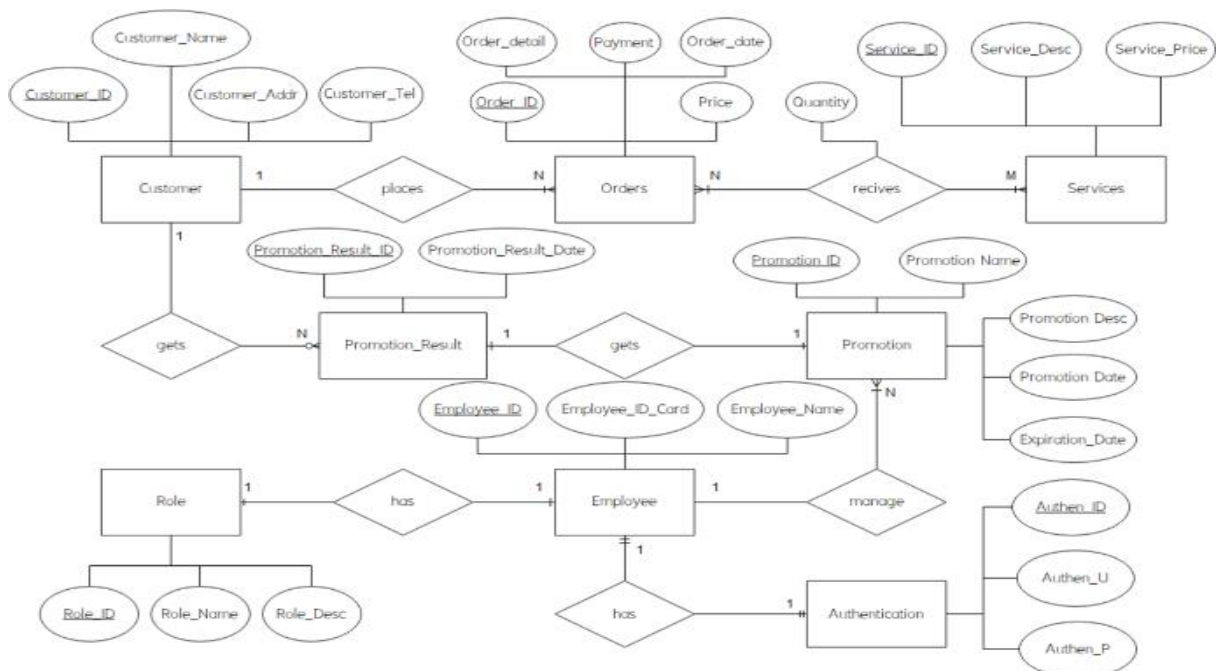
ขั้นตอนการทำงานของระบบเริ่มจากผู้ดูแลระบบทำการประมวลผลสร้างแบบจำลองผ่านปุ่มประมวลผลบนหน้าจอระบบโดยผู้ดูแลระบบสามารถปรับค่าพารามิเตอร์สำหรับแต่ละขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่ม

ผ่านหน้าจอร์บบเพื่อปรับความเหมาะสมในการจัดกลุ่มสำหรับแต่ละขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่ม โดยระบบจะทำประมวลผลข้อมูลด้วยขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่ม จำนวน 4 ขั้นตอนวิธีหลังจากนั้นระบบจะทำการวัดคุณภาพของการจัดกลุ่มทั้ง 4 ขั้นตอนด้วยเทคนิคซิลลูเอทและทำการบันทึกผลลัพธ์ลงบนฐานข้อมูล หลังจากประมวลผลข้อมูลเรียบร้อยแล้วระบบจะแสดงผลการประมวลผลเรียบร้อยแล้วบนตารางผ่านหน้าจอร์บบ

พนักงานสามารถตรวจสอบข้อมูลและออกรางงานการส่งเสริมการตลาดที่เหมาะสมกับกลุ่มลูกค้าและกลุ่มเป้าหมายผ่านหน้าจอร์บบ โดยระบบจะเลือกแสดงข้อมูลผลลัพธ์จากขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มที่มีค่าผลลัพธ์คุณภาพสูงที่สุดนำมาแสดงบนตารางผ่านหน้าจอร์บบ ซึ่งขั้นตอนการทำงานของระบบมีแผนภาพคลาสดังภาพที่ 2 และแผนภาพอีอาร์ของระบบดังภาพที่ 3

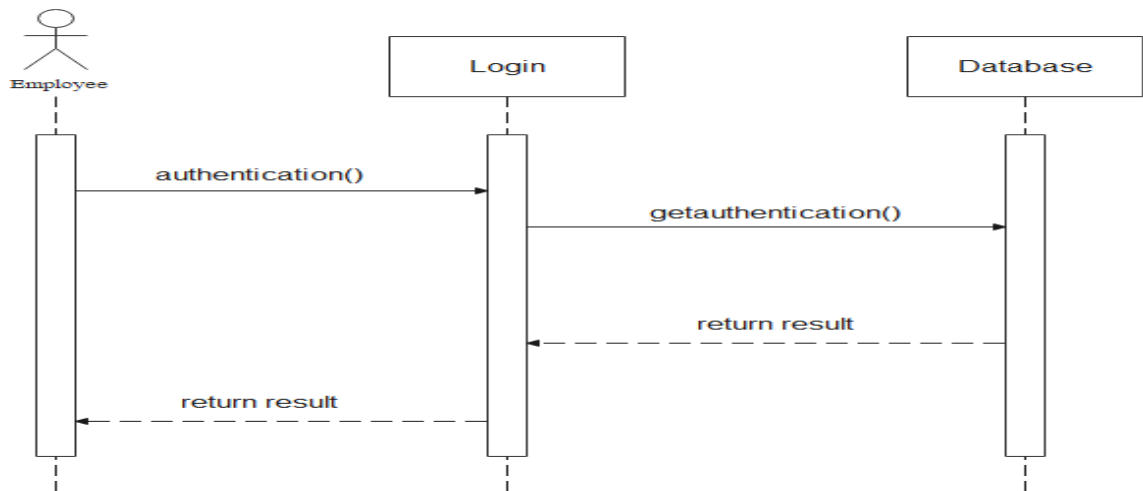


ภาพที่ 2: แผนภาพคลาสดของระบบ

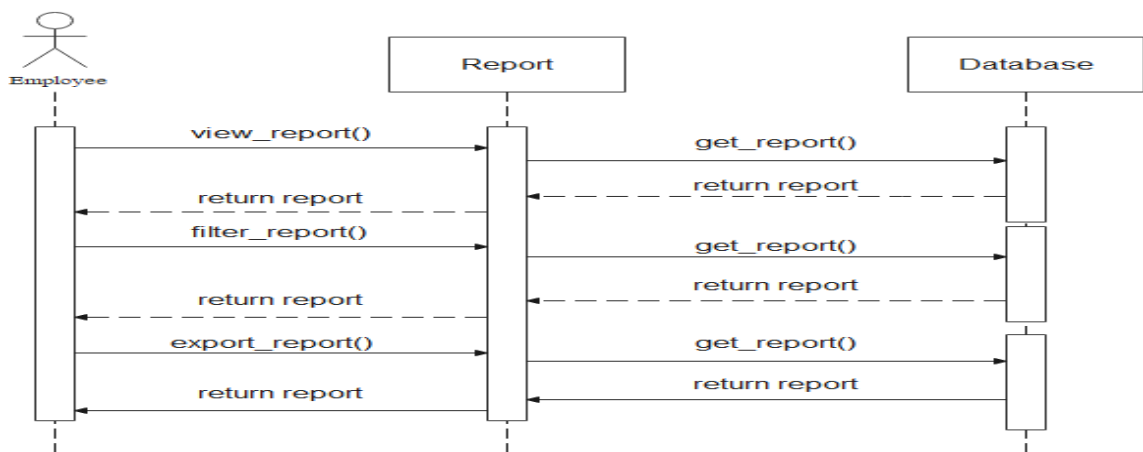


ภาพที่ 3: แผนภาพอีอาร์ของระบบ

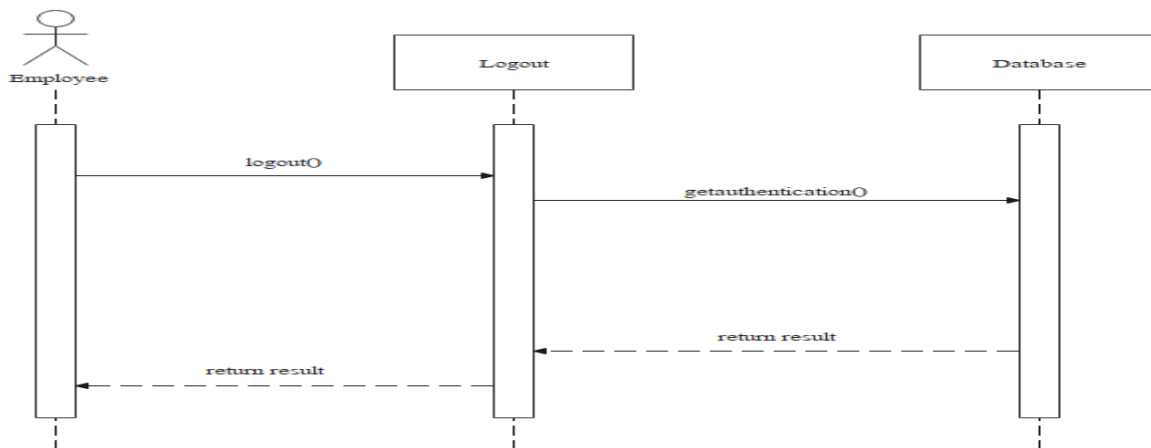
ระบบมีแผนภาพลำดับการทำงานการเข้าสู่ระบบดังภาพที่ 4 แผนภาพลำดับการทำงานแสดงรายงานผลลัพธ์การส่งเสริมการตลาดดังภาพที่ 5 แผนภาพลำดับการทำงานการออกจากระบบดังภาพที่ 6 และแผนภาพลำดับการนำข้อมูลผลลัพธ์การจัดกลุ่มเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลดังภาพที่ 7



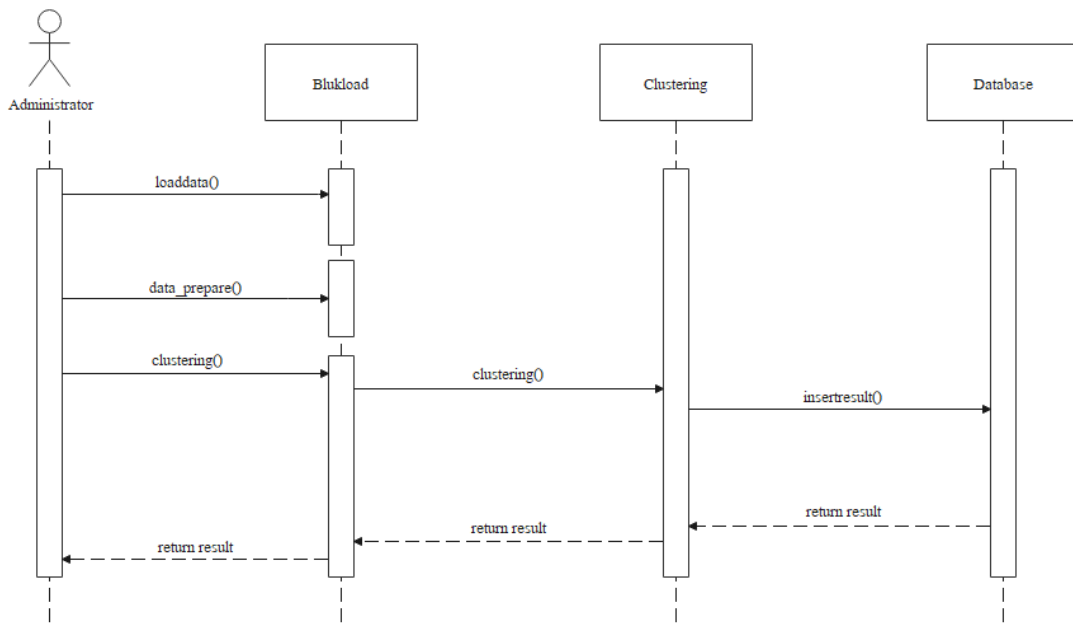
ภาพที่ 4: แผนภาพลำดับการทำงานการเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 5: แผนภาพลำดับการทำงานแสดงรายงานผลลัพธ์การส่งเสริมการตลาด



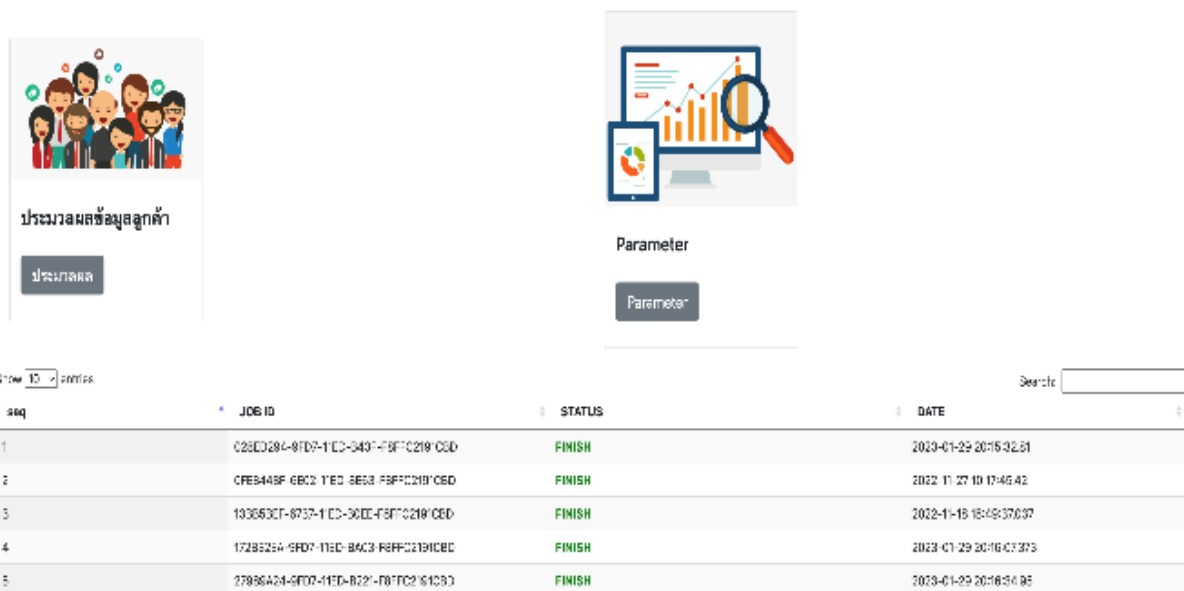
ภาพที่ 6: แผนภาพลำดับการทำงานการออกจากระบบ



ภาพที่ 7: แผนภาพลำดับการนำข้อมูลผลลัพธ์การจัดกลุ่มเข้าสู่ระบบ

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลไมโครซอฟท์ ซีควิล เซิร์ฟเวอร์ เป็นฐานข้อมูลใช้ไพทอน (Python) ในการโปรแกรมเพื่อประมวลผลการจัดกลุ่มด้วยขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มเคมีน ขั้นตอนวิธีดีบีแอสกน ขั้นตอนวิธี Partitioning Around Medoids ขั้นตอนวิธี Mean Shift และการวัดคุณภาพด้วยเทคนิคซิลลูเอทโดยอาศัยไลบรารี sklearn ของ scikit-learn และใช้จาวา (Java) ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ โดยอาศัยเฟรมเวิร์ค Spring Boot เพื่อแสดงผลบนเว็บไซต์โดยการทำงานภายใต้บราวน์เซอร์ ตัวอย่างหน้าจอระบบดังภาพที่ 8 และ 9



ภาพที่ 8: หน้าจอผู้ดูแลระบบ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

รหัสดู	ชื่อลูกค้า	ชื่อผู้ดูแล	รหัสผ่านลูกค้า	รายละเอียดระบบ
1	U2FaoGVAkX19GSL5EdTTBzoziFkheUv7a7W5W_oa	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์
2	U2FaoGVAkX1-04SHmicWzLmL2-kuu20r-2BcnkNkag=	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์
3	U2FaoGVAkX1FUF-NKngzH4-00q7a45Q6yhd157P3=	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์
4	U2FaoGVAkX1-a45Fr109uKZ1F2z0uJ12F0y7j1N6M=	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์
5	U2FaoGVAkX1HEEmcDp1WwCh157aocV9yodKv188o=	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์
6	U2FaoGVAkX1-8PQ3e0U23w058y22mFKQa-gZL-3-dfB_OmKQjWzng0w2zHCVX	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์
7	U2FaoGVAkX154z1-bd1x3YmuS205b-w102ozL1F1=	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์
8	U2FaoGVAkX15Xpf-4-c9F6Me14w0z57a7-.HN45T3o=	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์
9	U2FaoGVAkX15PQ2NH-1-wz-38M5L4ULRMygk0Bsk0B-1TT0q_5872-wFMUN1H+	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์
10	U2FaoGVAkX15d_p1cMzcm1-7P5K22wWwHEb3e63WEDUk0d3wz22oum4z41F+	-----	-----	ส่วนกลาง DBS ไปรษณีย์

ภาพที่ 9: หน้าจอรายงานผลลัพธ์

ผลการวิจัย

ในการดำเนินการวิเคราะห์พฤติกรรมของกลุ่มลูกค้าตัวอย่างที่เข้ามาใช้บริการของ บริษัท ไปรษณีย์ไทย ใช้ข้อมูลผู้ที่เข้ามาใช้บริการโดยใช้แบบสอบถาม และผ่านการดำเนินการจัดกลุ่มด้วย 4 เทคนิค จากนั้นดำเนินการวัดคุณภาพผลการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคซิลลูเอทระบบสามารถจัดกลุ่มลูกค้าตามการส่งเสริมการตลาดออกเป็น 5 ประเภท ตามพฤติกรรมการใช้บริการจากการดำเนินการได้ผลลัพธ์การวัดคุณภาพการจัดกลุ่มได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลลัพธ์การวัดคุณภาพการจัดกลุ่ม

ขั้นตอนวิธี	คะแนนผลลัพธ์การวัดคุณภาพการจัดกลุ่ม
K-means	0.71
DBSCAN	0.96
Partitioning Around Medoids	0.67
Mean shift	0.76

หลังจากได้คะแนนผลลัพธ์การวัดคุณภาพการจัดกลุ่มระบบสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนวิธีที่มีค่าคะแนนผลลัพธ์การวัดคุณภาพการจัดกลุ่มสูงที่สุดไปแสดงบนเว็บไซต์เพื่อจัดทำรายงานข้อมูลสำหรับการส่งเสริมการตลาดสำหรับลูกค้าต่อไป

วิจารณ์ผล

เนื่องด้วยหากจำนวนข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง เช่น การเปลี่ยนแปลงข้อมูลการส่งเสริมการตลาดหรือเปลี่ยนแปลงชุดข้อมูลอาจส่งผลลัพธ์แต่ละเทคนิคอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงจากค่าเดิมส่งผลต่อความแม่นยำของผลลัพธ์ในการจัดกลุ่มข้อมูล

จากปัญหาพบว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลผู้วิจัยเพิ่มปริมาณข้อมูลที่นำมาจัดกลุ่มและปรับค่าพารามิเตอร์สำหรับแต่ละขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มเพื่อให้ระบบสามารถจัดกลุ่มและการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมของลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการไปรษณีย์ธรรมดาไปรษณีย์ในประเทศ และ EMS ในประเทศของบริษัท ไปรษณีย์ไทย โดยอาศัยข้อมูลการใช้บริการของกลุ่มลูกค้า อาศัยเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อจัดกลุ่มและหาการส่งเสริมการตลาดที่มีความเหมาะสมกับลูกค้าและกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

สรุปผล

ผลการจัดกลุ่มและการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมของลูกค้าและกลุ่มเป้าหมายที่เข้ามาใช้บริการไปรษณีย์ธรรมดาไปรษณีย์ในประเทศ และ EMS ในประเทศของบริษัท ไปรษณีย์ไทย โดยอาศัยข้อมูลการใช้บริการของกลุ่มลูกค้า และอาศัยเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อจัดกลุ่มและหาการส่งเสริมการตลาดที่มีความเหมาะสมกับลูกค้าและกลุ่มเป้าหมาย สามารถจัดกลุ่มลูกค้าตามการส่งเสริมการตลาดพบว่าขั้นตอนวิธี DBSCAN ให้ค่าผลลัพธ์การวัดคุณภาพการจัดกลุ่มได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีก 3 ขั้นตอนวิธี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ที่สนับสนุนงานวิจัยจนสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

สิทธิ์ อีรสรณ์. 2552. การสื่อสารทางการตลาด. สำนักพิมพ์ ศูนย์หนังสือ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
นวลวรรณ สุนทรภิชช์. 2563. การเรียนรู้ของเครื่อง. สำนักพิมพ์ บริษัท อินเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเซอร์วิส จำกัด, กรุงเทพฯ.

Tushar Kansal and Suraj Bahuguna. 2018. Customer Segmentation using K-means Clustering. IEEE International Conference on Computational Techniques Electronics and Mechanical Systems (CTEMS) 18: 135-139.

Sumit Koul and Trissa Merrin Philip. 2021. Customer Segmentation Techniques on E-Commerce. IEEE International Conference on Advance Computing and Innovative Technologic in Engineering (ICACITE) 21: 135-138.

ETDA. 2564. มูลค่าอีคอมเมิร์ซไทย ปี 2563. แหล่งข้อมูล: <https://www.eta.or.th/th/pr-news/ETDA-Reveals-the-Value-of-e-Commerce-in-2021.aspx>. ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565.

**เว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม : (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP
ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์)**

**Web application for barbershop booking system : (A case study of YOUR STYLE SHOP
barber shop Nakhon Sawan Tok Subdistrict, Mueang District, Nakhon Sawan Province)**

ธนาวุฒิ เอ็มสอาด^{1*} กิตติ บุญเรือง²

Tanawuth Aimsa-ard^{1*} kitti Bunrueang²

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ 398 หมู่ 9 ถนนสวรรค์วิถี ตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000

¹ Nakhon Sawan Rajabhat University 398 Moo 9 Sawan Withi Road, Pak Nam Pho Subdistrict, Mueang District,
Nakhon Sawan 60000

*Corresponding author E-mail: Tanawut.a@nsru.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมนุษย์ต้องการการยอมรับในสังคมและบุคลิกภาพที่ดีก็เป็นเรื่องหนึ่งที่ทำให้คนให้ความสนใจ ในการมีบุคลิกภาพที่ดีอาจประกอบด้วย ผิวพรรณ เสื้อผ้า เครื่องแต่งกาย เครื่องประดับ หน้าตา และทรงผมจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มองข้ามไม่ได้โดยเด็ดขาด จากสถานการณ์ปัจจุบัน ทางผู้วิจัยได้ทำการสร้างเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดระยะเวลาในการรอคิวและตอบสนองความต้องการของลูกค้าในด้าน การบริการ ทางผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงปัญหาของการรอคิว เพราะลูกค้าส่วนใหญ่ต้องการความสะดวกสบายมากขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิว (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบล นครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์) โดยที่ลูกค้าสามารถเลือกช่างตัดผมได้ เลือกทรงผม เลือกวันและ เวลา แจ้งเตือนวันและเวลาการจองคิว รวมถึงการคำนวณยอดเงิน

คำสำคัญ – เว็บแอปพลิเคชัน, ระบบจองคิว, ทรงผม

ABSTRACT

Nowadays, people need to be accepted in society and good personality is one of the things that people pay attention to. In having a good personality, it may consist of skin, clothing, clothing. Accessories, looks and hairstyles are another factor that cannot be overlooked. from the current situation The researcher has created a web application for the barber shop queue booking system. The aim is to reduce waiting time and meet customer needs in service. The researcher has foreseen the problem of queuing. Because most customers want more convenience. The researcher has created a web application for booking a queue system. (A case study of YOUR STYLE SHOPbarbershop Nakhon Sawan Subdistrict, Mueang District, Nakhon Sawan Province) where customers can choose a barber, choose a hairstyle, choose a date and time. Notify the date and time of the queue booking. Including calculating the amount.

Keywords - Web application, queue booking system, hairstyle

บทนำ

ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสิ่งสำคัญสำหรับองค์กรที่เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานทำให้การเข้าถึงข้อมูลมีความรวดเร็ว การติดต่อสื่อสารมีประสิทธิภาพ และช่วยประหยัดต้นทุนในการดำเนินงานโดยมีการนำระบบเทคโนโลยีมาช่วยในด้านต่าง ๆ เช่น การจองที่พัก การจองคิวเพื่อรับการรักษาในโรงพยาบาล การจองตั๋วเครื่องบินเพื่อเดินทางในประเทศและต่างประเทศ การจองตั๋วภาพยนตร์ การจองตั๋วรถ เป็นต้น ในอดีตและปัจจุบันมนุษย์ต้องการการยอมรับในสังคมและบุคลิกภาพที่ดีก็เป็นเรื่องหนึ่งที่คุณให้ความสำคัญในการมีบุคลิกภาพที่ดีอาจประกอบด้วย ผิวพรรณ เสื้อผ้า เครื่องแต่งกาย เครื่องประดับ หน้าตา และทรงผมจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มองข้ามไม่ได้โดยเด็ดขาด จากสถานะการปัจจุบัน การบริการของร้านตัดผมยังไม่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการบริการและการจัดการภายในร้านอาจทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวได้ เช่น นั่งรอเป็นเวลานานความแออัดภายในร้าน ระยะเวลาการตัดผมของช่างและการโดนแสงคิ้วจากลูกค้าท่านอื่น

ทางคณะผู้จัดทำได้เห็นถึงปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้ทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน มาช่วยจัดระบบจองคิวและจัดการข้อมูลต่าง ๆ ให้เป็นระบบ โดยที่ลูกค้าสามารถเลือกทรงผมตามที่คุณต้องการได้และให้ลูกค้าเลือกช่างตัดผมได้โดยให้ลูกค้าดูข้อมูลของช่างตัดผมรวมไปถึงรีวิวการทำงานของช่างตัดผมได้

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อเลือกช่างได้ตามที่ต้องการ
2. เพื่อเลือกแบบทรงผมได้
3. เพื่อลดระยะเวลาในการรอคิวสำหรับลูกค้าที่จองคิว

วิธีการดำเนินการวิจัย

เว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์) ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยใช้รูปแบบ SDLC 5 ขั้นตอนดังนี้

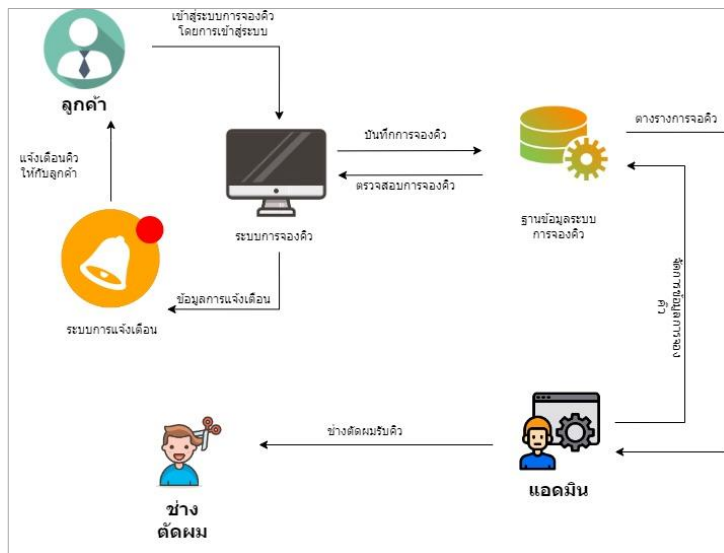
1. การวางแผนระบบ (Planning) ผู้วิจัยได้สำรวจปัญหา และวางแผน จึงพบว่ามีปัญหาหลายประเด็น ดังนี้ 1) ผู้บริโภคหลีกเลี่ยงออกมาเจอผู้คนแออัด 2) ผู้บริโภคหลีกเลี่ยงการติดเชื้อโควิด 3) ผู้บริโภคหลีกเลี่ยงปัญหาการติด ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนี้ผู้ศึกษาจึงรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์

2. การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างของระบบ โดยวิเคราะห์รายละเอียด แบ่งออกเป็น 3 ระบบงาน ได้แก่ 1) ระบบผู้ดูแล 2) ระบบลูกค้า 3) ระบบพนักงาน

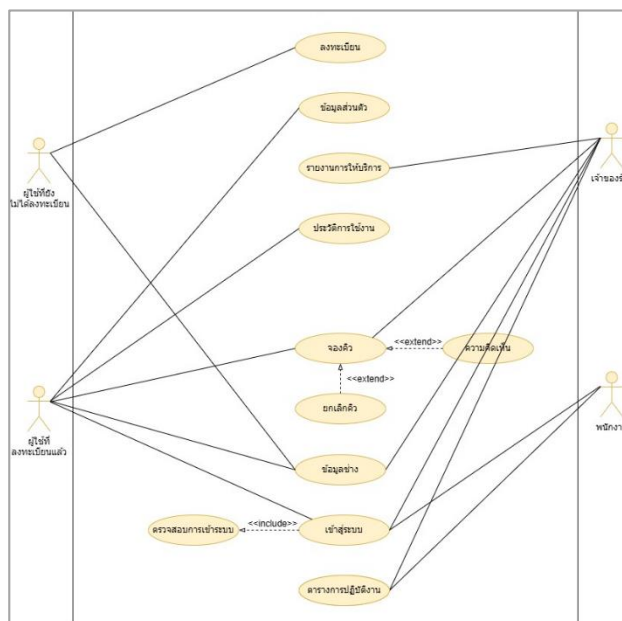
3. การออกแบบ (Design) เป็นการทำงานและสร้างกระบวนการทำงานต่าง ๆ ได้แก่ Use Case Diagram, Activity Diagram และการสร้างประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) โดยแผนภาพการไหลของข้อมูลของระบบงานย่อย

4. การพัฒนาระบบ (Systems Development) เว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม (กรณีศึกษา ร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์) โดยภาษาที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ PHP, Bootstrap , JavaScript

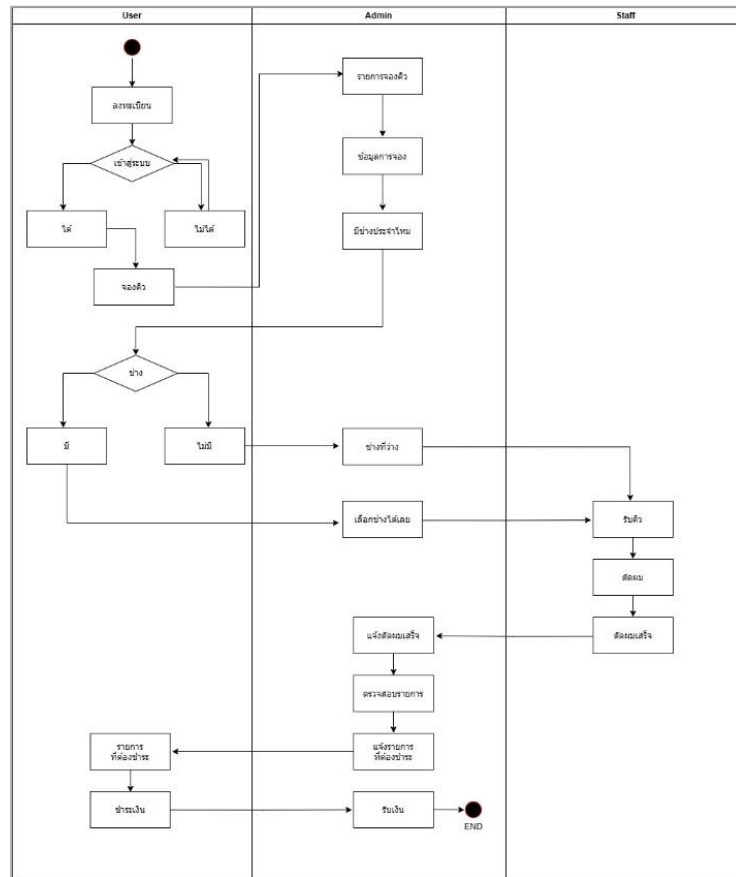
5. การทดสอบระบบ (Systems Implement) ผู้วิจัยนำระบบที่มีองค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์มาทดลองใช้เพื่อ



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม



ภาพที่ 2 Use Case Diagram ของเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม

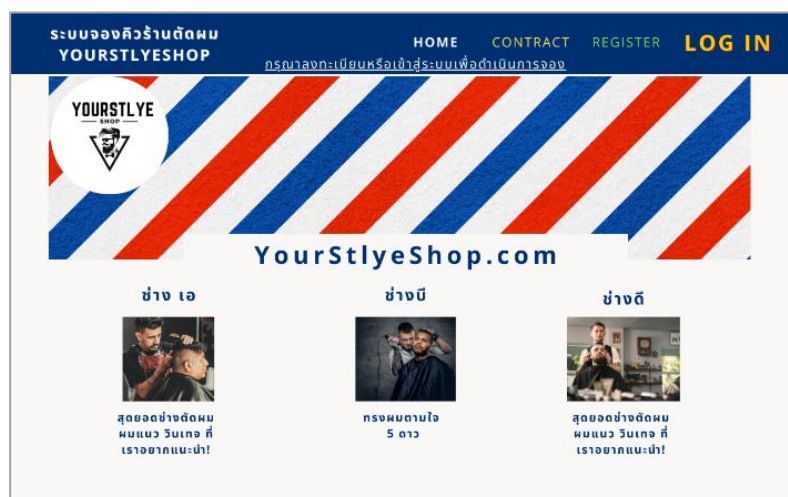


ภาพที่ 3 Activity Diagram ของเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม

ผลการวิจัย

เว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์
ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์)

ส่วนผู้ใช้งาน



ภาพที่ 1 หน้าแรก

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

CREATE NEW ACCOUNT
Already Registered? Login

Please enter your name or nickname

Please enter Email

Please enter password

SIGN IN

ภาพที่ 2 สมัครสมาชิก

LOGIN

Please enter Email

Please enter password

LOGIN forgot password?

ภาพที่ 3 Login เข้าสู่ระบบ

Welcome คุณณัฐ

PROFILE **COMMENT** ประวัติการใช้บริการ **ตรวจสอบคิว** **จองคิว** LOG OUT

จองคิว

เดือน

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

ข้อมูลการจอง

วัน/เดือน/ปี

เลือกช่วงเวลา

เลือกช่างตัดผม

เลือกทรงผม

ชำระเงินการจอง

SCAN ME

ดำเนินการชำระ
ชำระเงินเสร็จสิ้น

*ว่าง
*ว่างบางช่วงเวลา
*เต็ม

จองเสร็จสิ้น

ภาพที่ 4 การจองคิว

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

วันเดือนปี	เวลา	ทรงผม	ช่างที่บริการ
12/11/2022	9:00-10:30	รองทรง	ช่าง เอ

ภาพที่ 5 ประวัติการใช้งาน

เลือกช่าง

ช่างเอ 5.0

ตัดผมทเลคชั่น 5

ขอบคุณครับ

รีวิว 5

ขอบคุณครับ

ภาพที่ 6 คอมเมนต์จากลูกค้า

PROFILE

NAME

Email

ChangePassword

Datebirth

เบอร์โทร

SAVE

ภาพที่ 7 แก้ไขข้อมูลส่วนตัว

ผลการประเมินเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์) สร้างขึ้นเพื่อผู้ใช้งานประเมินคุณภาพ

ตารางที่ 1 การแสดงความคิดเห็นของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์)

ที่	รายการ	ผลการประเมิน		
		\bar{x}	S.D	ระดับ
1	การใช้งานระบบ	4.25	0.41	เหมาะสม
2	การจัดเก็บข้อมูล	4.62	0.21	เหมาะสม
3	ความพึงพอใจในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบลูกค้า	4.11	0.21	เหมาะสม
4	การปรับปรุงแก้ไข	4.21	0.45	เหมาะสม
5	การรายงานผลมีความละเอียดถูกต้อง	4.15	0.26	เหมาะสม
รวม		4.29	0.12	เหมาะสม

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นผู้ใช้ที่มีเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์) โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ทั้งหมด 4.29 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.12

ผลการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์)

ตารางที่ 2 การแสดงความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์)

ที่	รายการ	ผลความพึงพอใจ		
		\bar{x}	S.D	ระดับ
1	ความสะดวกต่อการใช้งาน	4.44	0.65	พึงพอใจมากที่สุด
2	หน้าเข้าสู่ระบบ	4.2	0.12	พึงพอใจมากที่สุด
3	ความเหมาะสมของตัวอักษรกับหน้าจอแสดงผล	4.33	0.21	พึงพอใจมากที่สุด
4	การจัดวางองค์ประกอบ	4.11	0.11	พึงพอใจมากที่สุด
5	การเชื่อมโยง	4.23	0.22	พึงพอใจมากที่สุด
6	ภาพรวมทั้งมรดของเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม	4.25	0.13	พึงพอใจมากที่สุด
รวม		4.26	0.60	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์) โดยอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ทั้งหมด 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.60

วิจารณ์ผล

จากระบบการจองคิวร้านเสริมสวยบิวตี้ซาลอนได้มีข้อเสนอแนะดังกล่าวคือ มีความต้องการเพิ่มในส่วน
ของจองคิวมาจากเว็บแอปพลิเคชัน, เพิ่มในส่วนการคอมเม้นข้างตัดผมและลูกค้า, เพิ่มในส่วนของการชำระเงิน,
มีการบอกรายละเอียดของช่างตัดผม จากงานวิจัยข้างต้น ผู้จัดทำได้ทำการนำมาพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชัน
ระบบจองคิวร้านตัดผม : (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัด
นครสวรรค์) ซึ่งได้มีการ เพิ่มเติมในส่วนเจ้าของร้านจัดการข้อมูลต่าง ๆ ของช่างตัดผมและลูกค้า ให้มีการจัดการ
ระบบคอมเม้นที่เจ้าของร้านสามารถเพิ่ม หรือ ลบ แก้ไข ในส่วนของระบบ และมีการเพิ่มในส่วนการจองคิวตัดผม
ของร้าน YOUR STYLE SHOP เพื่อให้การตัดผมมีการจัดการที่ง่ายต่อช่างตัดผมและลูกค้า

สรุปผล

เว็บแอปพลิเคชันระบบจองคิวร้านตัดผม : (กรณีศึกษาร้านตัดผม YOUR STYLE SHOP ตำบล
นครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์) มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อคือ 1) เพื่อเลือกช่างได้ตามที่ต้องการ 2)
เพื่อเลือกแบบทรงผมได้ 3) เพื่อลดระยะเวลาในการรอคิวสำหรับลูกค้าที่จองคิว ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า
กระบวนการพัฒนาระบบได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยเห็นได้จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน
ระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยคะแนนรวมอยู่ที่ 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.60
ซึ่งจัดอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด สามารถนำไปใช้จัดการระบบภายในร้านตัดผมได้เป็นอย่างดี
และในอนาคตผู้วิจัยอาจจะมีการพัฒนาให้มีฟังก์ชันอื่นเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแก่ระบบจองคิวร้านตัดผม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผู้ที่ให้ความช่วยเหลือ
ในด้านต่าง ๆ ที่ให้ความสะดวกและให้ข้อมูลต่าง ๆ สำหรับในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ที่ทำให้ผู้จัดทำดำเนิน
วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์คณินณัฐ โชติพรสีมา อาจารย์ที่ปรึกษา และคณาจารย์หลักสูตรสาขาวิชา
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

เอกสารอ้างอิง

กฤษดา บุตุยาพงษ์. 2563. ระบบจองคิวบริการร้านทำผมและการเริ่มใช้บริการด้วย คิวอาร์โค้ด กรณีศึกษาร้าน
โสภณบิวตี้บาร์เบอร์ .(รายงานการประชุม) การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
สุวรรณภูมิ ครั้งที่ 4 (หน้า 333 - 343). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์
พระนครศรีอยุธยา หันตรา, พระนครศรีอยุธยา, ประเทศไทย

จำเนียร ราชแพทยาคม. แนวคิดการจัดการยุคการจัดการสมัยใหม่. 2564 แหล่งข้อมูล

<https://mgtsci.stou.ac.th/> ค้นวันที่ 11 ตุลาคม 2565.

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

นายสหรัฐ แหวนสูงเนิน. การศึกษาและพัฒนาระบบจองคิวร้านเสริมสวย. 2563. แหล่งข้อมูล

<https://ms.udru.ac.th/> คำนวณวันที่ 11 ตุลาคม 2565.

ปิยวัฒน์ ชวนวารี. การพัฒนาระบบจองห้องศึกษารายกลุ่ม หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. 2563.

แหล่งข้อมูล <http://pulinet2020.tsu.ac.th/> คำนวณวันที่ 11 ตุลาคม 2565.

อภิสิทธิ์ โยลัย. แอปพลิเคชันจองคิวร้านเสริมสวย. 2565. แหล่งข้อมูล <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php>

คำนวณวันที่ 10 ตุลาคม 2565.

การประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
อย่างมีความหมาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการไทเทรตกรด-เบส
Applying Infographics with Three Levels of Thinking to Promote Grade
11 Students' Meaningful Learning on the Topic of Acid-Base Titration

พรนภา ดอกไม้^{1*} บุษรี เฟ่งเล็งดี²

Phornnapha Dorkmai^{1*} Butsari Phenglengdi²

¹นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²อาจารย์สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

*Corresponding author E-mail: pornnapha_d@elearning.cmu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้อย่างมีความหมายของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับในวิชาเคมี เรื่องการไทเทรตกรด-เบส กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามการเรียนรู้อย่างมีความหมายของนักเรียน จำนวน 15 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความกระตือรือร้น 2) ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3) ด้านการลงมือปฏิบัติจริง 4) ด้านความคิดสร้างสรรค์ 5) ด้านการพัฒนาตนเองรายบุคคล ที่มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ การวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียว คือ วัดก่อนและหลังทำการทดลอง (One-group pretest-posttest design) สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า หลังจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความหมายหลังเรียนรวมทุกด้านอยู่ที่ 4.04 อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย รวมทุกด้านอยู่ที่ 3.05 อยู่ในระดับความเห็นปานกลาง ผลการวิจัยในแต่ละด้าน ทั้ง 5 ด้าน พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความหมายอยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความหมายอยู่ในระดับมากทุกด้าน จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ สามารถส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมายของนักเรียน เรื่องการไทเทรตกรด-เบส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : แนวคิดทางเคมี 3 ระดับ, อินโฟกราฟิกส์, การเรียนรู้อย่างมีความหมาย, การไทเทรตกรด-เบส

Abstract

The purpose of this research was to compare students' meaningful learning before and after the learning process, using infographics with the three levels of thinking about acid-base titration among grade 11 students. The sample used in this study consisted of 25 students evaluated during the second semester of the 2022 academic year. The research instrument consisted of pretest and posttest questionnaires for meaningful learning. Fifteen questions using a 5-level rating scale were employed to evaluate the following 5 aspects: *active*, *cooperative*, *authentic*, *constructive* and *personalized*.

This research used data collected for one group, and the data were evaluated by using normal distribution statistics, including mean and standard deviation. The post-test results showed that the students experienced all five aspects of meaningful learning with a mean score of 4.04 on a 1-5 Likert scale, in which respondents indicated that they "agreed" with all five aspects. A mean score of 3.05 on the pre-test, indicated that respondents initially reported a "neutral" response in all five aspects of meaningful learning. On the pre-test, respondents were "neutral" in all aspects but on the post-test respondents "agreed".

These results suggest that teaching and learning through infographics with the 3 levels of thinking approach plan promotes meaningful learning for students.

Keyword : Three levels of thinking, Infographic, Meaningful Learning, Acid-base titration

บทนำ

วิชาเคมีเป็นวิชาที่มีความยากและซับซ้อน เนื่องจากธรรมชาติของวิชาเคมีมีความเป็นนามธรรมและเกิดการผสมผสานหลายศาสตร์เข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังมีการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารในหลายระดับ ไม่ว่าจะเป็นระดับมหภาคที่สามารถสังเกตได้จากการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น การเปลี่ยนสีของสารละลาย การเปลี่ยนสถานะของสาร ส่วนในระดับอนุภาค คือระดับที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น การให้และรับอิเล็กตรอนของสาร และระดับสัญลักษณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับสูตร สมการเคมี และการคำนวณ

การไทเทรตกรดเบสเป็นหัวข้อหนึ่งในเรื่อง กรด-เบส เป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการทดลอง การเปลี่ยนแปลงของสารในระดับอนุภาค รวมทั้งการเขียนสูตรและสมการเคมี การคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหาสำหรับผู้เรียน จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าครูผู้สอนส่วนมากมุ่งใช้สูตรเพื่อแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาเคมีได้อย่างลึกซึ้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Takin et al. (2004) และ Dahsah et al. (2006) ที่พบว่า การเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหา

โดยขาดการเรียนการสอนที่เน้นความเข้าใจแนวคิดที่สำคัญนั้น ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน อีกทั้งยังไม่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้ นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอน ควรคำนึงถึงการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดย David Ausubel (1963) ได้อธิบายลักษณะการเรียนรู้ที่มีความหมายว่าเป็นการเรียนรู้ที่ไม่ได้เป็นเพียงแค่การท่องจำเท่านั้น แต่เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น เมื่อนักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญา กับความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้รับ เกิดเป็นความเข้าใจเฉพาะบุคคล แล้วนักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะ 5 ประการ คือ 1) นักเรียนต้องมีความกระตือรือร้น และมีบทบาทในการทำกิจกรรม 2) มีการลงมือปฏิบัติจริง 3) มีความสร้างสรรค์ 4) มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกับเพื่อน และ 5) เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองในแบบของตนเอง (Huang et al., 2011) และ (สุภาพร อินตะเขียว,บุษรี เฟ่งเล็งดี, 2563)

แนวคิด 3 ระดับ เป็นแนวคิดที่ Johnstone ได้ริเริ่มใช้แนวคิดนี้ในปี 1982 โดยแบ่งการเรียนการสอนได้เป็น 3 ระดับ คือ 1. ระดับการสังเกต หรือระดับมหภาค (Observable or Macro Level) เป็นระดับที่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า 2. ระดับอนุภาค หรือระดับจุลภาค (Micro or Sub-micro Level) เป็นระดับที่ตาไม่สามารถมองเห็นได้ และ 3. ระดับสัญลักษณ์ (Symbolic Level) เป็นระดับที่เกี่ยวข้องกับการเขียนสูตรสมการเคมี และการคำนวณ ซึ่งสอดคล้องกับ (ศยามล เมฆวงศ์, 2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ตัวแทนความคิดทางเคมี 3 ระดับช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์และมีโนมตีในวิชาเคมีของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิด 3 ระดับมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้การนำเสนอผลงานด้านศิลปะของนักเรียนยังช่วยกระตุ้นกระบวนการคิด การถ่ายทอดความรู้ออกมาอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (ศุภผล ตาเทพ, 2556) โดยอินโฟกราฟิกส์ คือ การนำข้อมูล หรือสารสนเทศนำเสนอเป็นรูปภาพที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย โดยใช้ภาพประกอบ สัญลักษณ์ต่างๆ หรือตัวอักษร มาประกอบกันผ่าน กระบวนการการออกแบบและการจัดวางองค์ประกอบภาพ เพื่อให้ได้กราฟิกส์หรือรูปที่ออกมาน่าสนใจ และสามารถเข้าใจข้อมูลได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับ (วิชัย สุรัตน์เรืองชัย, 2550) กล่าวว่า อินโฟกราฟิกส์เป็นศาสตร์และศิลป์แห่งการสื่อสารเป็นการนำข้อมูลที่ซับซ้อน โดยผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ส่วนของเนื้อหาและภาพ มาจัดกระทำทำให้เข้าใจง่ายขึ้น เชื่อมโยงกันเกิดเป็นสื่อที่สวยงาม ออกแบบจัดวางเรื่องราวที่ต้องการนำเสนอโดยการสร้างความเรียบง่าย กำหนดรูปแบบในการนำเสนอ สร้างความแตกต่างของข้อมูลที่นำเสนอ จัดลำดับความสำคัญของข้อมูล ผู้เรียนจะสามารถแสดงข้อมูล ความคิดในรูปแบบของรูปภาพ ข้อความสั้นๆที่กระชับและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ โดยผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ และนำเสนอออกมา ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการกระตุ้นการทำงานของสมองในหลายส่วน ในการฝึกคิดและหามุมมองของปัญหาที่แปลกใหม่ ซึ่งการถ่ายทอดองค์ความรู้ของผู้เรียนออกมาในรูปอินโฟกราฟิกส์จะช่วยให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเอง ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิด 3 ระดับร่วมกับแอนิเมชัน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายมาบ้างแล้ว แต่ยังมีส่วนน้อยที่นำสื่ออินโฟกราฟิกส์เข้ามาเกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิดทางเคมี 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการไทเทรตกรด-เบส

วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้ที่มีความหมายของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ ในวิชาเคมี เรื่องการไทเทรตกรด-เบส

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 23 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ

ตัวแปรตาม การเรียนรู้ที่มีความหมาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส โดยใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ จำนวน 2 แผน 10 ชั่วโมง

2. แบบสอบถามความคิดเห็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ตามรูปแบบของ Huang et al. (2011) และ สุภาพร อินตะเขี้ยวและบุษรี เงเล็งดี (2563) โดยมีการประเมินค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) ประกอบด้วยคำถาม 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความกระตือรือร้น ด้านการทำงานร่วมกัน ด้านการลงมือปฏิบัติจริง ด้านความคิดสร้างสรรค์และด้านการพัฒนาผู้เรียนแบบรายบุคคล โดยแต่ละด้านมีข้อคำถามย่อยจำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมด 15 ข้อ โดยมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ คือ 4.50-5.00 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด 3.50-4.49 หมายถึง เห็นด้วยมาก 2.50-3.49 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง 1.50-2.49 หมายถึง เห็นด้วยน้อยมาก และ 0.00-1.49 เห็นด้วยน้อยที่สุด

ขั้นตอนการสร้างและประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับ
 - 1.1 ศึกษาศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับจากเอกสาร ตำรา หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2 วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน และ คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 4

1.3 ศึกษาเนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง กรด-เบส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (เคมี) เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.4 ดำเนินสร้างแผนการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับ เรื่อง กรด-เบส จำนวน 2 แผน ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 10 ชั่วโมง

1.5 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อพิจารณา ตรวจสอบ และนำไปปรับ ประยุกต์แก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพิจารณา ตรวจสอบความสอดคล้องของการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหาและจุดประสงค์ ความเหมาะสมของกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ ในการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item-Objective Congruence) เท่ากับ 1.00

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปใช้จริงกับระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 23 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียว โดยการวัดก่อนและหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผนดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับอินโฟกราฟิกส์และจัดเตรียมสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม

2. ให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ก่อนเรียน

3. ดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ ระยะเวลา 10 ชั่วโมง

4. ให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย หลังเรียน ซึ่งเป็นแบบสอบถามฉบับเดียวกันกับแบบสอบถามความคิดเห็นก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ ด้วยการหาค่าทางสถิติเพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของนักเรียนทั้ง 5 ด้าน โดยใช้ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 เรื่องการไทเทรตกรด-เบส

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระดับคะแนนความเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีความหมายของนักเรียน 5 ด้านก่อนและหลังจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับคะแนนความคิดเห็น					
	ก่อนเรียน		แปล ความหมาย	หลังเรียน		แปล ความหมาย
	\bar{X}	S.D.		\bar{X}	S.D.	
ด้านที่ 1 ด้านความกระตือรือร้น	3.09	1.08	ปานกลาง	3.68	0.95	มาก
ด้านที่ 2 ด้านการทำงานร่วมกัน	3.30	0.98	ปานกลาง	4.04	0.82	มาก
ด้านที่ 3 ด้านการลงมือปฏิบัติ	2.95	1.15	ปานกลาง	4.32	0.89	มาก
ด้านที่ 4 ด้านความคิดสร้างสรรค์	2.86	1.21	ปานกลาง	4.25	0.90	มาก
ด้านที่ 5 ด้านการพัฒนาตนเองรายบุคคล	3.05	1.02	ปานกลาง	3.89	0.88	มาก
รวม	3.05	1.09	ปานกลาง	4.04	0.89	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ ในวิชาเคมี เรื่องการไทเทรตกรด-เบส สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายของนักเรียน เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมและแบ่งเป็นรายด้าน ดังนี้ 1) โดยภาพรวม ก่อนเรียนนักเรียนมีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีความหมาย อยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\bar{X} = 3.05$, S.D. = 1.09) หลังเรียนนักเรียนมีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีความหมาย อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.89) ดังที่แสดงในตารางที่ 1 2) แบบรายด้าน ก่อนเรียนนักเรียนมีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีความหมาย ในด้านความกระตือรือร้นอยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\bar{X} = 3.09$, S.D. = 1.08) ด้านการทำงานร่วมกันอยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\bar{X} = 3.30$, S.D. = 0.98) ด้านการลงมือปฏิบัติอยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\bar{X} = 2.95$, S.D. = 1.15) ด้านความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\bar{X} = 2.86$, S.D. = 1.21) และด้านการพัฒนานักเรียน แบบรายบุคคลอยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\bar{X} = 3.05$, S.D. = 1.09) ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีระดับความคิดเห็นในด้านความกระตือรือร้นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 3.68$, S.D. = 0.95) ด้านการทำงานร่วมกันอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.82) ด้านการลงมือปฏิบัติอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.89) ด้านความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 4.25$, S.D. = 0.90) และด้านการพัฒนานักเรียนแบบรายบุคคลอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 3.89$, S.D. = 0.88)

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ ในวิชาเคมี เรื่องการไทเทรตกรด-เบส ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 23 คน ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ ได้ให้ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความหมายเพิ่มขึ้นในทุกด้าน ทั้งในภาพรวมและในรายด้าน ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความกระตือรือร้นด้านการทำงานร่วมกัน ด้านการลงมือปฏิบัติ ด้านความสร้างสรรค์ และด้านการพัฒนานักเรียนแบบรายบุคคลอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก และเป็นไปตามสมมุติฐาน เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ ในวิชาเคมี เรื่องการไทเทรตกรด-เบส มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นประเมินผล โดยมีรายละเอียดการสอนในแต่ละขั้นดังต่อไปนี้

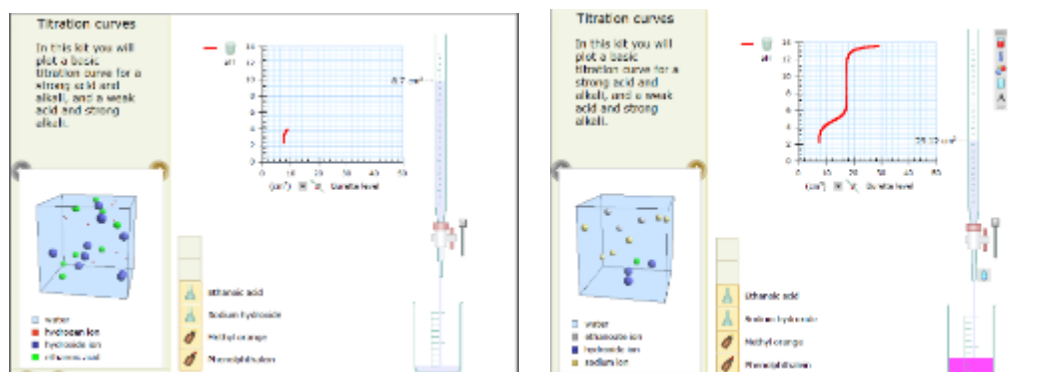
ขั้นที่ 1 เป็นการทบทวนความรู้เดิมเรื่องปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรด-เบส ผ่านการใช้คำถาม จากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้สื่อจริงที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกรด-เบสในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดหาคำตอบ กิจกรรมในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายด้านความกระตือรือร้น และด้านการพัฒนาตนเองรายบุคคล เนื่องจากนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับ Huang et al.(2011) อธิบายว่ากิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้นผู้เรียนจะต้องได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และสอดคล้องกับ Karpicke (2012) ที่ได้อธิบายว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมช่วยเพิ่มการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำการทดลอง เรื่อง การไทเทรตระหว่างกรด-เบส สมาชิกในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ในการทำการทดลองอย่างชัดเจน และร่วมกันออกแบบการทำกิจกรรมการทดลอง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองร่วมกันอย่างอิสระ ตั้งแต่การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การเตรียมสารต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง และการปฏิบัติการทดลอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องแนวคิดในระดับมหภาคที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น การเปลี่ยนสีของสารละลาย กิจกรรมในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายด้านการลงมือปฏิบัติจริงและการทำงานร่วมกัน ซึ่งสอดคล้อง Huang et al.(2011) อธิบายว่ากิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้นผู้เรียนจะต้องได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนและสอดคล้องกับ Kean & Kwe (2014) ที่ได้อธิบายว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Ferguson (2011) ที่ได้อธิบายว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้ลงมือปฏิบัติจริง และมีการทำงานร่วมกันจะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย



ภาพที่ 1 นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง จากการตั้งคำถามของครูผู้สอนเพื่อให้นักเรียนระดมความคิดเกี่ยวกับการทดลอง และมีการอธิบายการในระดับอนุภาค โดยใช้สื่ออธิบายการแตกตัวของไอออนในสารละลายกรด-เบส ของการไทเทรต อีกทั้งกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนในขั้นนี้มีการเชื่อมโยงสิ่งที่ได้จากการสังเกตกับการเปลี่ยนแปลงระดับอนุภาคแล้วนำไปสู่การเขียนสมการเคมีและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งเป็นไปตามแนวคิด 3 ระดับ กิจกรรมในขั้นตอนนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านการพัฒนาตนเองรายบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับ Sharan (2015) ที่ได้อธิบายการที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนหรือทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนความรู้จะเกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันในห้องเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและยังสอดคล้องกับ สุภาพร อินตะเขียว และบุษรี เพ่งเล็งดี (2563) ที่อธิบายว่าการที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกับเพื่อน ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมายในด้านนี้



ภาพที่ 2 สื่อประกอบการอธิบายในระดับอนุภาค

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นที่ครูผู้สอน สร้างสถานการณ์ใหม่เกี่ยวกับการไทเทรตระหว่างกรด-เบส เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิด เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองแล้วนำมาแลกเปลี่ยนระหว่างเพื่อนร่วมชั้นอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับ Sharan (2015) ที่ได้อธิบายการที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนหรือทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนความรู้จะเกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกันในห้องเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ขั้นที่ 5 เป็นการทบทวนจุดประสงค์และประเมินความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งมีการเชื่อมโยงแนวคิด 3 ระดับเข้าด้วยกัน โดยให้ผู้เรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงสารละลาย (ระดับการสังเกต) การวาดภาพการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคของสารละลาย (ระดับอนุภาค) และการเขียนสมการเคมีและคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย (ระดับสัญลักษณ์) นอกจากนี้ให้นักเรียนยังสร้างสรรค์ผลงานอินโฟกราฟิกส์เพื่อสรุปยอดองค์ความรู้ที่ได้เรียนทั้งหมด ขั้นตอนนี้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายของนักเรียนในด้านความสร้างสรรค์ และด้านพัฒนาผู้เรียนรายบุคคล เนื่องจากนักเรียนทุกคนจะได้ประเมินความรู้และพัฒนาการของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Ferguson (2011) ที่ได้อธิบายว่า กิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายต้องเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันทำให้เกิดการพัฒนาและการใช้ทักษะความคิดสร้างสรรค์



ผลงานอินโฟกราฟิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงจากการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายน้อย ซึ่งอาจเกิดจากความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนหรือพฤติกรรมของนักเรียน การใช้สื่อการสอนของครูผู้สอน ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้ นักเรียนบางส่วนไม่เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เพื่อออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้การสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนควรศึกษาวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิด 3 ระดับ ร่วมกับอินโฟกราฟิกส์ให้เข้าใจก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอน

2. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรเพิ่มการเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น การสัมภาษณ์ การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน หรือข้อมูลอื่นๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้รับมีความน่าสนใจและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อผลลัพธ์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

สรุปผล

จากการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้อินโฟกราฟิกส์ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ เรื่องการไทเทรตกรด-เบส สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพบว่าหลังจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าวนักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากกว่าก่อนจัดการเรียนรู้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุพธิดา จำรัส อาจารย์ ดร.วชิรศรณ แสงสุวรรณ และอาจารย์ พาริตา เดชะกุล ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และช่วยชี้แนะแนวทางการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ทำให้เครื่องมือวิจัยมีคุณภาพและเหมาะสมกับการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือในการทดสอบเครื่องมือ และเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ปภัสรา แจ่มใส. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีผลต่อ

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ปริญญา
ศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2551). การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Teaching and Learning for
Concept Change). วารสารศึกษาศาสตร์. 31(1) : 27-35

พัชรา วาณิชวสิน. (2558). ศักยภาพของอินโฟกราฟิก (Infographic) ในการเพิ่มคุณค่าการเรียนรู้. วารสาร
ปัญญาภิวัฒน์. 7(ฉบับพิเศษ) : 227-240

วิชัย สุรัตน์เรืองชัย. (2550). การวิจัยและการพัฒนาทางการศึกษา. วารสารหลักสูตรและการสอน. 1(1) : 52-
57

ศยามล เมฆวงศ์. (2562). การพัฒนามโนทัศน์เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้ตัวแทน
ความคิดทางเคมี 3 ระดับ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- ศุภพล ตาเทพ. (2556). การพัฒนาเกมการสอนแบบซินเนติกส์บนเว็บผ่านแท็บเล็ตเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุภาพร อินตะเขียว และบุษรี เฟ่งเล็งดี. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่มีผลต่อการเรียนรู้ที่มีความหมายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชา ชีววิทยา เรื่อง ทรัพยากรน้ำ. ใน การประชุมนำเสนอผลงานวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
- Ang Chooi Kean & Ngu Moi Kwe. (2014). Meaningful Learning in the Teaching of Culture: The Project Based Learning Approach. *Journal of Education and Training Studies*. 2(2) : 189-197.
- Ausubel, D.P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton.
- Dahsah, C., Sudjit, S. R., Sunan, S. & Naruemon, Y.K. (2006). Grade 10 and 11 Thai Students' Conception about Stoichiometry. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. 27(2) : 225-233.
- Ferguson, R. (2011). Meaningful learning and creativity in virtual worlds. *Thinking skills and Creativity*. 6(3) : 169-178
- Huang, Y. M., Chiu, P. S., Liu, T. C., & Chen, T. S. (2011). The design and implementation of a Meaningful learning-based evaluation method for ubiquitous learning. *Computers & Education*. 57(4) : 2291-2302.
- Jeffrey D. Karpicke. (2012) Retrieval-Based Learning: Active Retrieval Promotes Meaningful Learning. *Current Directions in Psychological Science*., 21(3) : 157-163
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of chemical education*. 70(9) : 701.
- Sharan, Y. (2015). Meaningful learning in the cooperative classroom. *Education*. 43(1) : 83-94.

การพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ เรื่อง สารประกอบไอออนิก
Development of grade 10 Students' Scientific Explanation by Applying
Active Learning Strategies with Three Levels of Thinking
on the topic of Ionic Compounds

เกวลี แต่งไทย^{1*} และบุษรี เฟงเลิงดี²

Kewalee Taengthai^{1*} Butsari Phenglengdi²

¹นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²อาจารย์สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

*Corresponding author E-mail: kewalee_taengthai@elearning.cmu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ เรื่อง สารประกอบไอออนิก กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนภาษาอังกฤษ-คณิตศาสตร์ จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย จำนวน 14 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน 6 ข้อ มีลักษณะเป็น คำถามให้นักเรียนอธิบายคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐานเชิงประจักษ์และ เชื่อมโยงหลักฐานที่แสดงกับข้อกล่าวอ้างด้วยการให้เหตุผลสนับสนุน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนจำนวนร้อยละ 76.98, 7.54 และ 15.48 มีการอธิบายวิทยาศาสตร์อยู่ใน ระดับ 1 (ระดับต่ำ), ระดับ 2 (ระดับปานกลาง) และระดับ 3 (ระดับสูง) ตามลำดับและหลังเรียนพบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 54.76, 23.02 และ 22.22 มีพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 3 (ระดับสูง), ระดับ 2 (ระดับปานกลาง) และระดับ 1 (ระดับต่ำ) ตามลำดับ จากผลวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับการ ประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ สามารถพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สารประกอบ ไอออนิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : แนวคิด 3 ระดับ, การอธิบายทางวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

Abstract

This study measured the effectiveness of the active learning strategies with three levels of thinking on the concept of ionic compounds among Thai 10th graders. The research tool was a 6 - question scientific explanation scale, which was a question asking students to explain their

answer to a given situation by stating the claim of empirical evidence and relating the evidence to the claim with justification.

The statistics used for analyzing the data were percentage. The results were that 76.98%, 7.54% and 15.48% of students had scientific explanations at level 1 (low level), level 2 (intermediate level), level 3 (advanced level) respectively, and after studying, the results were 54.76%, 23.02% and 22.22% of students respectively developed scientific explanations at level 3 (advanced), level 2 (intermediate) and level 1 (low level). The results showed that the learning management by applying the active learning strategies with three levels of thinking significantly and effectively developed students' scientific explanations on ionic compounds.

Keywords: Three Levels of thinking, Scientific explanations, Active learning

บทนำ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนั้น มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถใช้ข้อมูลได้อย่างหลากหลายและตรวจสอบได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (scientific explanation) เป็นการอธิบายการเปลี่ยนแปลงจากปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้หลักฐาน และเหตุผลประกอบการอธิบาย (McNeill & Krajcik, 2008) ซึ่งรูปแบบการอธิบาย ซึ่งรูปแบบการอธิบายดังกล่าวสามารถใช้วัดระดับความเข้าใจของผู้เรียนได้ (ณัฐวรรณ และคณะ, 2560) การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 1.การกล่าวอ้าง(claim) คือ ข้อสรุปการตอบคำถามหรือปัญหาที่กำหนดให้ 2.หลักฐาน (evidence) เป็นสิ่งที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่อาจได้จากประสบการณ์ การสังเกต การทดลอง หรือความรู้เดิม โดยหลักฐานจะต้องสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างเหมาะสม และ 3. การให้เหตุผล (reasoning) เป็นการเชื่อมโยงหลักฐานที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2006)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง (higher-order thinking) ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ไม่เพียงแต่เป็นผู้ฟังเท่านั้น แต่จะต้องลงมือทำ และใช้กระบวนการคิด (หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2562) ซึ่งอาจจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียน ได้มีส่วนร่วมในการทำงานเป็นกลุ่ม การพูดคุย การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือเรียนรู้จาก ประสบการณ์จริง (อุบลวดี, 2557)

แนวคิด 3 ระดับริเริ่มใช้โดย Johnstone ในปี 1982 ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1.ระดับมหภาค (Macroscopic level) หมายถึงปรากฏการณ์ที่นักเรียนสามารถสังเกตและจับต้องได้ เช่น การสังเกตด้วยตาเปล่า การดมกลิ่น เป็นต้น 2. ระดับอนุภาค (Microscopic level) ระดับที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วย

ตาเปล่า เป็นการเปลี่ยนแปลงระดับอะตอม โมเลกุล อิเล็กตรอน 3. ระดับสัญลักษณ์ (Symbolic level) ระดับที่มีการเขียนสูตร สมการเคมีและการคำนวณ (บุขรี, 2561) เนื่องจากธรรมชาติของวิชาเคมีส่วนมากเป็นนามธรรม โดยเฉพาะในหัวข้อสารประกอบไอออนิก ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีพื้นฐานในวิชาเคมีจึงเข้าใจได้ยาก นักเรียนตอบคำถามได้แต่ไม่มีหลักฐานมาสนับสนุนคำตอบของตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ มาใช้เพื่อส่งเสริมการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องสารประกอบไอออนิก

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 14 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ

ตัวแปรตาม การอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ เพื่อพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารประกอบไอออนิก รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน 6 ชั่วโมง

3.2 แบบวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย โดยให้นักเรียนอธิบายคำตอบ จำนวน 6 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สารประกอบไอออนิก

4. ขั้นตอนการสร้างและประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ เพื่อพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารประกอบไอออนิก รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน 6 ชั่วโมง

4.1.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัย และบทความวิชาการเกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4.1.2 วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.1.3 ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสารประกอบไอออนิก เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนให้สอดคล้องกับระยะเวลาที่เหมาะสม

4.1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารประกอบไอออนิก จำนวน 3 แผน
ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ชั่วโมง

4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและตรวจสอบความ
สอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ความเหมาะสมของกิจกรรมระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
และประเมินค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะ

4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา
ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้
ความเหมาะสมของกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และประเมินค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาตาม
แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้คะแนนมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปทำ
การเปรียบเทียบกับเกณฑ์ พบว่ามีค่า IOC (Item Objective Congruence Index) เท่ากับ 1.00

4.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขไปสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 14 คน

4.2 แบบวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นข้อสอบ
แบบอัตนัย โดยให้นักเรียนอธิบายคำตอบ จำนวน 6 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สารประกอบไอออนิก

4.2.1 ศึกษางานวิจัยหรือบทความวิชาการเกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบของการอธิบาย
ทางวิทยาศาสตร์เพื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรม

4.2.2 ศึกษางานวิจัยหรือบทความวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวัดและประเมินผลการ
อธิบายทางวิทยาศาสตร์

4.2.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อสอบอัตนัย
จำนวน 6 ข้อ เป็นโจทย์เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่มีลักษณะเป็นข้อความ ภาพหรือแผนภาพเพื่อประเมินการ
อธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 องค์ประกอบ

4.2.4 นำแบบวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษา
เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์
และตัวชี้วัด และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.2.5 นำแบบวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน
ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบการอธิบายทาง
วิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง พบว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

4.2.6 ดำเนินการจัดสร้างแบบวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนข้อความและเนื้อหา เรื่อง สารประกอบไอออนิก ในการทดสอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่	เรื่อง
1.1-2.3	การเกิดสารประกอบไอออนิก
3.1-4.3	การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก
5.1-6.3	สารละลายอิเล็กโทรไลต์

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนข้อความและองค์ประกอบในการวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่	องค์ประกอบ
1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1	ข้อกล่าวอ้าง
1.2, 2.2, 3.2, 4.2, 5.2, 6.2	หลักฐาน
1.3, 2.3, 3.3, 4.3, 5.3, 6.3	การให้เหตุผล

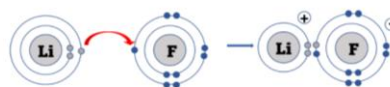
ข้อที่ 1

1.1 โขเดียมคลอไรด์เป็นสารประกอบไอออนิกหรือไม่

1.2 ให้นักเรียนบอกหลักฐานเพื่อยืนยันว่า โขเดียมคลอไรด์เป็นสารประกอบไอออนิก

1.3 ให้นักเรียนบอกเหตุผลสนับสนุนหลักฐานหรือคำตอบในข้อที่ 1 และ 2

ข้อที่ 2



2.1 สารข้างต้นเป็นสารประกอบไอออนิกหรือไม่

2.2 ให้นักเรียนบอกหลักฐานเพื่อยืนยันว่าสาร ลิเทียมฟลูออไรด์เป็นสารประกอบไอออนิก

2.3 ให้นักเรียนบอกเหตุผลสนับสนุนหลักฐานหรือคำตอบในข้อที่ 2.1 และ 2.2

ภาพที่ 1 ตัวอย่างคำถามข้อที่ 1 และ 2 เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิกในแบบวัดการอธิบายวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างคำถามข้อที่ 1 และ 2 เรื่องการเกิดสารประกอบไอออนิก ในภาพที่ 1 เป็นข้อความที่นักเรียนจะต้องอธิบายเกี่ยวกับการเกิดสารประกอบไอออนิก โดยคำถามข้อที่ 1.1 และ 2.1 ต้องการให้นักเรียนตอบว่าสารที่กำหนดให้เป็นสารประกอบไอออนิกหรือไม่ (ข้อกล่าวอ้าง) ส่วนคำถามข้อที่ 1.2 และ 2.2 ต้องการให้นักเรียนแสดงข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (หลักฐาน) และคำถามข้อที่ 1.3 และ 2.3 ต้องการให้นักเรียนแสดงเหตุผลโดยเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง เพื่ออธิบายข้อความที่กำหนด (การให้เหตุผล)

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 แจงรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อที่จะสอนนักเรียน พร้อมทั้งแจ้งตัวชี้วัดและจุดประสงค์

5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สารประกอบไอออนิก ก่อนเรียน และนำผลการทดสอบที่ได้เก็บเป็นข้อมูลเบื้องต้น

5.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ เพื่อพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารประกอบไอออนิก รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน 6 ชั่วโมง

5.4 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สารประกอบไอออนิกชุดเดิมอีกครั้ง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไอออนิก มาวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยพิจารณาตามองค์ประกอบการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์ ที่ปรับจากแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) แบ่งระดับคุณภาพการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็น ระดับ 3 (ระดับสูง) คือ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้เชื่อมโยงกับข้อความ และมีความถูกต้อง, ระดับ 2 (ระดับปานกลาง) คือ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้เชื่อมโยงกับข้อความ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับ 1 (ระดับต่ำ) คือ นักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือตอบคำถามแต่ไม่เชื่อมโยง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน คือ ร้อยละ ทำการนำเสนอในแต่ละองค์ประกอบ และภาพรวมของทุกองค์ประกอบ

ผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ เพื่อพัฒนาการอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไอออนิก ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อน และหลังเรียน จากนั้นแบ่งระดับความสามารถเป็น 3 ระดับ คือ ระดับ 3 (ระดับสูง) ระดับ 2 (ระดับปานกลาง) และระดับ 1 (ระดับต่ำ) จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน คือ ร้อยละ และนำเสนอข้อมูลตามองค์ประกอบ ของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล รวมทั้ง นำเสนอภาพรวมในทุกองค์ประกอบ ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นตามตาราง 3

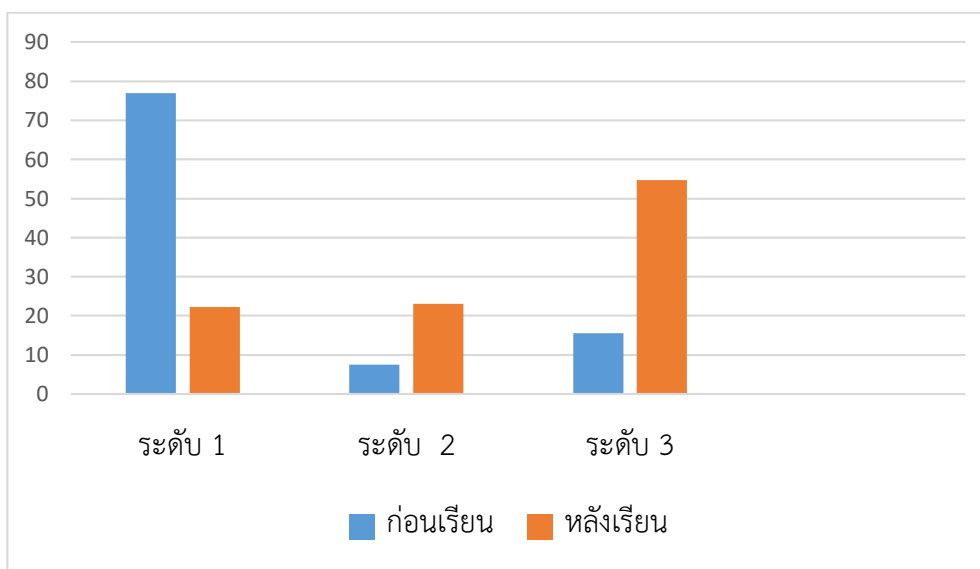
ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ตามระดับความสามารถในแต่ละองค์ประกอบของการอธิบายทาง
 วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียน(ร้อยละ) ตามระดับความสามารถ					
	ระดับต่ำ		ระดับกลาง		ระดับสูง	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	64.29	2.38	0	0	35.71	97.62
หลักฐาน (Evidence)	77.38	19.05	13.12	32.14	9.5	48.81
การให้เหตุผล (Reasoning)	89.29	45.24	9.52	36.90	1.19	17.86
รวมทุกองค์ประกอบ	76.98	22.22	7.54	23.02	15.48	54.76

จากตาราง 3 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับ 1 หรือระดับต่ำในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างร้อยละ 64.29 องค์ประกอบหลักฐานร้อยละ 77.38 องค์ประกอบ การให้เหตุผลร้อยละ 89.29 และภาพรวมทุกองค์ประกอบร้อยละ 76.98 หลังจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการ ประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ เพื่อพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไอออนิก พบว่านักเรียน ส่วนใหญ่มีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 3 หรือระดับสูง ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง ร้อยละ 97.62 องค์ประกอบหลักฐานร้อยละ 48.81 และภาพรวมทุกองค์ประกอบร้อยละ 54.76 ยกเว้นใน องค์ประกอบ การให้เหตุผลนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 หรือระดับต่ำร้อยละ 45.24

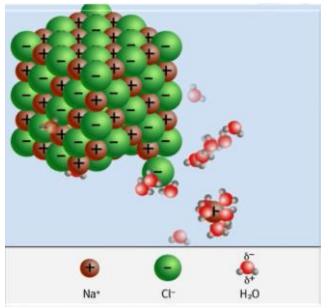
วิจารณ์ผล

จากการศึกษาการพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไอออนิก ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ โดยเก็บข้อมูลจากแบบวัด การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการ อธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 1 (ระดับต่ำ) เนื่องจากนักเรียนเป็นนักเรียนที่เรียนในสายการเรียน ภาษาอังกฤษ-คณิตศาสตร์ ดังนั้นเนื้อหาเรื่อง สารประกอบไอออนิก จึงเป็นเป็นเนื้อหาที่ใหม่สำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนขาดความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่จะสามารถระบุข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับสารประกอบไอออนิกได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถหาหลักฐาน หรืออ้างอิงเหตุผล ที่จะอธิบายข้อกล่าวอ้างได้ หลังจากการจัดการเรียนรู้ เชิงรุก ร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการการอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ใน ระดับ 3 (ระดับสูง) ดังภาพที่ 2

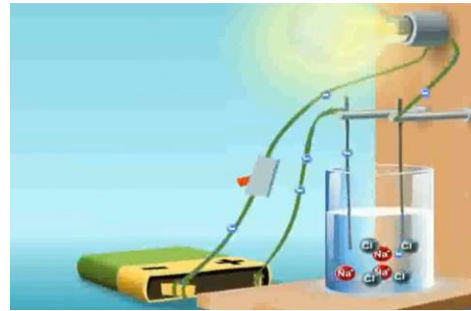


ภาพที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบจำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ตามระดับความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องสารประกอบไอออนิก

จากภาพที่ 2 พบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ ส่งผลให้ ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมทุกองค์ประกอบสูงขึ้น และส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 (ระดับสูง) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณร้อยละขององค์ประกอบการสร้างข้อกล่าวอ้าง และการระบุหลักฐาน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และได้พบเจอประสบการณ์จริง สังเกตได้ด้วยตาของตนเองใน ระดับมหภาค และ ทำให้นักเรียนได้มีความรู้และประสบการณ์ที่จะสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ ซึ่งข้อกล่าวอ้าง นั้นมักเป็นข้อความสั้นๆ หรือเป็นคำถามที่สามารถตอบได้แค่ 2 ทาง สามารถระบุได้ง่าย และส่งผลต่อ องค์ประกอบหลักฐาน โดยเป็นผลมาจากการเชื่อมโยงการลงมือปฏิบัติจริง (ระดับมหภาค) การเรียนรู้ที่ใช้สื่อ ระดับอนุภาคในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสาร (ระดับอนุภาค) และเชื่อมโยงสู่การเขียนสูตรเคมีของสาร และสมการเคมี (ระดับสัญลักษณ์) และการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนคิด พูดคุยแลกเปลี่ยนกับครูและเพื่อน ในห้อง ได้ลองออกแบบการทดลองเอง นักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความมุ่งมั่นในการทำการทดลอง ลองผิดลอง ถูกด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น (นิติธรรม และคณะ, 2558) นักเรียนสามารถ เลือกลักษณะเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างที่ได้ตั้งไว้ได้ แต่ขณะเดียวกันก็มีนักเรียนอีกส่วนที่ควรได้รับการพัฒนาใน การเลือกหลักฐาน เพื่อเชื่อมโยงหรือสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้



ภาพที่ 3 ตัวอย่างสื่อระดับอนุภาค



ภาพที่ 4 ตัวอย่างสื่อระดับอนุภาค

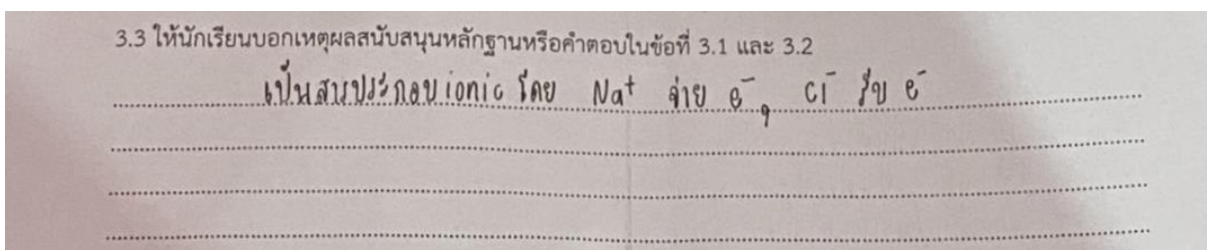


ภาพที่ 5 ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน



ภาพที่ 6 ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน

หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลอยู่ในระดับ 1 (ระดับต่ำ) เท่าก่อนเรียน แต่มีจำนวนร้อยละลดลง การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลมากขึ้น แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำ เนื่องจากการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่ต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์สูง ในใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงหลักฐานและสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (McNeill, et al., 2006) ดังตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนในภาพ 5 ซึ่งเป็นคำถามที่ให้นักเรียนให้เหตุผลสนับสนุนว่าโซเดียมคลอไรด์ละลายน้ำได้หรือไม่ ซึ่งคำตอบของนักเรียนนั้นไม่สามารถนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 5 ตัวอย่างการให้เหตุผลของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่องการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก

จากการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับแนวคิด 3 ระดับ ซึ่งมีการลงมือปฏิบัติทดลอง การอธิบายโดยใช้สื่อระดับอนุภาค อธิบายการเปลี่ยนแปลงอนุภาคเพื่อให้นักเรียนสามารถเห็นภาพได้อย่างชัดเจน และเชื่อมโยงเข้าสู่ระดับสัญลักษณ์ในการเขียนสูตรและสมการได้ สามารถพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ

และสามารถสร้างคำอธิบายวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริินทร์ทิพย์ ไข่คำ และ บุชรี เฟ่งเล็งดี (2563) ว่าการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับการสอนแบบอีไอเอ็มเอ สามารถพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สารบริสุทธิ์ได้

สรุปผล

จากการศึกษาการพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไอออนิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับสามารถพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ

ณัฐวรรณ ศิริธร, เอกภูมิ จันทระขันตี และ สุรศักดิ์ เชียงกา. 2560. การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55: สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55. (หน้า 9-16). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

นิติธรรม จันทระแจ่ม, นพมณี เชื้อวัชรินทร์ และสพลณภัทร์ ศรีแสนรงค์. 2558. การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบเชิงรุก (active learning). วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม 11 : 79-80

บุชรี เฟ่งเล็งดี. 2561. การเรียนการสอนเคมีโดยใช้แนวคิด 3 ระดับ. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 33 : 145-157.

ศิริินทร์ทิพย์ ไข่คำ และ บุชรี เฟ่งเล็งดี. 2563. การประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับการสอนแบบอีไอเอ็มเอ เพื่อพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารบริสุทธิ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 ด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์ ประจำปี 2563 ,163 - 177

หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2562. แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning). แหล่งข้อมูล

http://academic.obec.go.th/images/document/1603180137_d_1.pdf. ค้นเมื่อ
10 พฤศจิกายน 2565

อุบลวดี อติเรกตระกูล, เนติ เฉลยวาเรศ และสุเทพ ออนไสว .2557.การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้
แบบกระตือรือร้นกับแบบปกติ.วารสารสังคมศาสตร์วิจัย 5 : 156-165

McNeill, K. L., & Krajcik, J. 2006. Supporting students' construction of scientific explanation
through generic versus context-specific written scaffolds.Paper presented at the
annual meeting of the American educational research association, San Francisco.

McNeill, K. L., & Krajcik, J. 2008. Inquiry and scientific explanations: Helping students use
evidence and reasoning. Science as inquiry in the secondary setting, 121-134.

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET

ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง กรด-เบส

Development of Grade 11 Students' Scientific Reasoning Ability by Applying PhET Interactive Simulations with Inquiry on the Topic of Acid-Base

จิรัชญา กรุณาโก^{1*} บุษรี เฟงเล็งดี²

Jiratchaya Karunako^{1*} Butsari Phenglengdi²

¹ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² อาจารย์สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

*Corresponding author E-mail: jiratchaya_karunako@elearning.cmu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง กรด-เบส กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ 2 ชั้น (two-tier) คือ ชั้นที่ 1 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และชั้นที่ 2 เป็นการอธิบายเหตุผลประกอบ การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยแบ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2. ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย 3. ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย 4. ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งทำการวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จากร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงของทั้ง 4 ด้าน ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะ มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 16.13 ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงมากกว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ และเมื่อจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูงของทั้ง 4 ด้าน มีดังนี้ 1. ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 12.90 และ 45.16 ตามลำดับ 2. ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มีจำนวนนักเรียน ร้อยละ 9.68 และ 32.26 ตามลำดับ 3. ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 0.00 และ 19.35 ตามลำดับ และ 4. ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 0.00 และ 16.13 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูงของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ กรด-เบส

Abstract

The purpose of this research was to compare pre-learning and post-learning scientific reasoning ability by applying PhET interactive simulations with inquiry on the topic of acid-base. The participants were 31 students in grade 11 in the Chiang Mai province, Thailand. The research tool was a 5-question test of scientific reasoning ability with 2-tier, namely, the first level was a multiple-choice type with 4 options, and the second level required written reasoning for answer. The data was analyzed by using content analysis. According to 4 scientific reasoning ability aspects: 1. abductive reasoning 2. retroductive reasoning 3. deductive reasoning 4. inductive reasoning and quantitative analysis. The data also was analyzed by comparing before and after the learning management of the percentage of students who had a high level of scientific reasoning ability in all 4 aspects. The results showed that the students' scientific reasoning ability after learning by applying PhET interactive simulations with inquiry was at the high level for 16.13% of all students and when categorizing students who had a high level of scientific reasoning ability in all 4 aspects, the results were as follows: 1. abductive reasoning, before and after learning management, the number of students were 12.90% and 45.16% 2. retroductive reasoning, before and after learning management, the number of students were 9.68% and 32.26% 3. deductive reasoning, before and after learning management, the number of students were 0.00% and 19.35% and 4. Inductive reasoning, before and after learning management, the number of students were 0.00% and 16.13%. It shows that learning management by applying PhET interactive simulations with inquiry can effectively develop students' high-level scientific reasoning ability.

Keywords: Scientific Reasoning Ability, PhET Interactive Simulations, Inquiry-Based Learning, Acid-Base

บทนำ

เคมีเป็นวิชาที่ยากต่อความเข้าใจ อันเนื่องมาจากธรรมชาติของวิชาเคมีที่เนื้อหาส่วนใหญ่มีความเป็นนามธรรม ซึ่งภายในเนื้อหาจะมีความเกี่ยวข้องกับอะตอม สมการเคมี การคำนวณสูตร และปฏิบัติการทดลอง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ในการจัดการเรียนรู้ ควรจัดให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา กล่าวคือ ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ส่วน ที่เรียกว่า แนวคิดเคมี 3 ระดับ ซึ่งประกอบด้วย 1. ระดับมหภาค 2. ระดับจุลภาค และ 3. ระดับสัญลักษณ์ ในการจัดการเรียนการสอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้หลายแบบด้วยกัน ซึ่งหนึ่งในนั้น คือ การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของมนุษย์ที่แสดงออก ซึ่งเกิดจากการสำรวจปรากฏการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน การพยากรณ์หรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้น การศึกษาค้นคว้า การรวบรวม หรือการตรวจสอบ เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่เป็นองค์ความรู้ที่มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งระหว่างการจัดการเรียนการสอน บางครั้งพบว่า คำถามที่ต้องมีการอธิบายเหตุผลประกอบ นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ หรือไม่สามารถหาเหตุผลที่มีความสมเหตุสมผลมาประกอบการอธิบายได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถแสดงออกถึงการใช้ความคิดและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายและให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาที่เรียนได้ พร้อมทั้งไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีให้เชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของตนเองได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน มีกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการสืบเสาะ มีโอกาสในการลงมือทำ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสืบค้นเพื่อหาคำตอบ การอธิบาย การลงข้อสรุปร่วมกันในชั้นเรียน และสามารถนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะจึงเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ถูกพัฒนาขึ้นมา โดยมีจุดมุ่งหมายให้เป็นแนวทางการสอนและการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้กับการเรียนการสอนวิชาอื่นๆ ได้ (ณัฐญา เจริญพันธ์, 2564)

สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET (PhET Interactive Simulations) เป็นสื่อการเรียนที่สามารถนำมาใช้ประกอบการอธิบายในระดับจุลภาคแก่นักเรียนได้ โดยจุดมุ่งหมายของการออกแบบสื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET คือ เพื่อกระตุ้นความสนใจการเรียนรู้ของนักเรียน และส่งเสริม พัฒนา และปรับปรุงการเรียนการสอนของครู เนื่องจากเป็นสื่อการเรียนที่สามารถจำลองสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน และส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนให้มากขึ้นด้วย (ชาญวิทย์ คำเจริญ และ ขวัญหทัย กวดนอก, 2563)

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเนื้อหาของเรื่อง กรด-เบส ค่อนข้างมีความยาก เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาค ปฏิบัติการทดลองจำนวนมาก การเขียนสมการเคมีและการคำนวณที่มีทั้งระดับง่ายไปจนถึงระดับยาก ผู้วิจัยจึงใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในการเน้นเนื้อหาวิชาในบทเรียนนั้น และนำสื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET เข้ามาประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอน ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่อง กรด-เบส

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 แผน รวม 6 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งข้อคำถามจะครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง กรด-เบส ในหัวข้อการแตกตัวของกรด และเบส ส่วนการอธิบายเหตุผลประกอบในแต่ละข้อ จะวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละด้าน

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน

คำถามข้อที่	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
1	ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
2 - 3	ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย
4	ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย
5	ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย

4. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PHET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ซึ่งจะตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรมระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ (IOC) จำนวน 3 คน ซึ่งจะตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการเรียนรู้ พบว่า รายการประเมินทุกข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

2. ตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ (IOC) จำนวน 3 คน ซึ่งจะตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนให้แก่แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 คน

2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบจำนวน 5 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส ในหัวข้อการแตกตัวของกรด และเบส

3. ทำการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PHET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบจำนวน 5 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส ในหัวข้อการแตกตัวของกรด และเบส ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนการจัดการเรียนรู้

5. ทำการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพและวิเคราะห์เชิงปริมาณ และอภิปรายผลต่อไป

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จากการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียน โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับจากแนวคิดของ Lawson (2009) มาวิเคราะห์ ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

0 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนแบบเลือกตอบผิด หรือไม่มีคำตอบในส่วนอธิบายเหตุผลประกอบ

1 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนแบบเลือกตอบถูกต้อง และคำตอบในส่วนอธิบายเหตุผลประกอบถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน

2 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนแบบเลือกตอบถูกต้อง และคำตอบในส่วนอธิบายเหตุผลประกอบถูกต้องครบถ้วน

ซึ่งจะมีคะแนนเต็มอยู่ที่ 10 คะแนน

2. ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่วิเคราะห์ห้ต่อ โดยเทียบกับระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ระดับสูง หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการเลือก และสร้างคำตอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่อง กรด-เบส ได้ถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่สามารถขยายความของคำตอบได้ โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 8 – 10

ระดับปานกลาง หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการเลือก และสร้างคำตอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่อง กรด-เบส ได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 5 - 7

ระดับต่ำ หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการเลือก แต่ไม่สามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่อง กรด-เบส โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 0 - 4

แล้วนำเสนอข้อมูลเป็นความถี่ โดยใช้การนับจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับ และคิดเป็นร้อยละ หลังจากนั้นนำผลการทดสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาเปรียบเทียบกัน

ผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง

ตามลำดับ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยวิเคราะห์จากร้อยละของจำนวนนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนนักเรียนร้อยละ (คน) ตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียนร้อยละ (คน) ตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ความถี่) N = 31	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ระดับต่ำ	93.55 (29)	64.52 (20)
ระดับปานกลาง	6.45 (2)	19.35 (6)
ระดับสูง	0.00 (0)	16.13 (5)
รวม	100 (31)	100 (31)

จากตารางที่ 2 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง จำนวน 29, 2 และ 0 คน คิดเป็นร้อยละ 93.55, 6.45 และ 0.00 ตามลำดับ ส่วนหลังการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลางและระดับสูง จำนวน 20, 6 และ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 64.52, 19.35 และ 16.13 ตามลำดับ

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง ตามลำดับ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยวิเคราะห์จากร้อยละของจำนวนนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับของทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติ 2. ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย 3. ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย และ 4. ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย ซึ่งผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนร้อยละ (คน) ตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

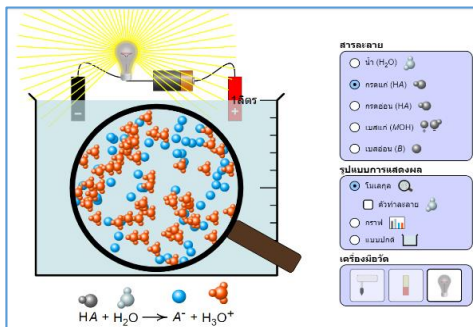
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียนร้อยละ (คน) ตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ความถี่) N = 31					
	ระดับต่ำ		ระดับปานกลาง		ระดับสูง	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	58.06 (18)	22.58 (7)	29.03 (9)	32.26 (10)	12.90 (4)	45.16 (14)
2. ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย	74.19 (23)	45.16 (14)	16.13 (5)	22.58 (7)	9.68 (3)	32.26 (10)
3. ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย	93.55 (29)	70.97 (22)	6.45 (2)	9.68 (3)	0.00 (0)	19.35 (6)
4. ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย	93.55 (29)	80.65 (25)	6.45 (2)	3.23 (1)	0.00 (0)	16.13 (5)

จากตารางที่ 3 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐานอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง จำนวน 18, 9 และ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 58.06, 29.03 และ 12.90 ตามลำดับ ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง จำนวน 23, 5 และ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 74.19, 16.13 และ 9.68 ตามลำดับ ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง จำนวน 29, 2 และ 0 คน คิดเป็นร้อยละ 93.55, 6.45 และ 0.00 ตามลำดับ และด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง จำนวน 29, 2 และ 0 คน คิดเป็นร้อยละ 93.55, 6.45 และ 0.00 ตามลำดับ ส่วนหลังการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำลดลง ส่วนในระดับปานกลางและระดับสูงเพิ่มขึ้น ซึ่งนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐานอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง จำนวน 7, 10 และ 14 คน คิดเป็นร้อยละ 22.58, 32.26 และ 45.16 ตามลำดับ ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบายอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง จำนวน 14, 7 และ 10 คน คิดเป็นร้อยละ 45.16, 22.58 และ 32.26 ตามลำดับ ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง จำนวน 22, 3 และ 6 คน คิดเป็นร้อยละ

70.97, 9.68 และ 19.35 ตามลำดับ และด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัยอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง
จำนวน 25, 1 และ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 80.65, 3.23 และ 16.13 ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

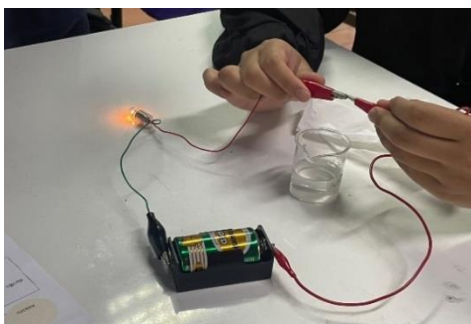
การจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยจะพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และระดับสูงเพิ่มขึ้น ส่วนในระดับต่ำลดลง ซึ่งหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และระดับสูง มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 19.35 และ 16.13 ตามลำดับ ส่วนในระดับต่ำ เหลือจำนวนนักเรียนร้อยละ 64.52 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านการทดลอง (ภาพที่ 3) ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ด้วยตาเปล่า และในระดับอนุภาคมีการนำสื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET เข้ามาประกอบในการอธิบายในระดับจุลภาค (ภาพที่ 1 และ 2) แต่เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่คุ้นชินและไม่มีพื้นฐานเกี่ยวกับการใช้งานสื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ซึ่งเป็นสื่อเทคโนโลยีที่สามารถอธิบายแบบจำลองอะตอม หรือโมเลกุลของสารในระดับจุลภาคได้ จึงส่งผลให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นในระดับมหภาคและระดับจุลภาคได้ รวมไปถึงการเขียนสมการเคมีของสารและการคำนวณ ดังนั้นนักเรียนบางส่วนจึงไม่สามารถอธิบายหรือให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้



ภาพที่ 1 ตัวอย่างสื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ในระดับจุลภาค



ภาพที่ 2 การใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET



ภาพที่ 3 กิจกรรมการทดลองในห้องเรียน



ภาพที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐานอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 58.06, 29.03 และ 12.90 ตามลำดับ ส่วนหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐานอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 22.58, 32.26 และ 45.16 ตามลำดับ จะเห็นว่าหลังการจัดการเรียนรู้ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐานอยู่ในระดับสูงเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะในขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านกิจกรรมการทดลอง สมบัติบางประการของสารละลาย และนักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม (ภาพที่ 3 และ 4) พร้อมทั้งสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีหน้าที่เป็นของตนเอง ดังนั้นนักเรียนจึงสามารถคาดคะเนคำตอบที่ถูกต้องได้ และสามารถอธิบายผลของสารละลายแต่ละชนิดในการนำไฟฟ้าได้ต่างกัน รวมไปถึงสามารถจำแนกประเภทของสารละลาย โดยใช้การนำไฟฟ้าของสารละลายเป็นเกณฑ์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศพล สุวรรณพุ่ม (2562) พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลแบบสมมติฐานได้สูงสุทธ้อยู่ที่ 85.23 โดยนักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือสามารถคาดคะเนคำตอบ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ แต่หลังจากเสร็จกิจกรรมการทดลอง พบว่า มีบางกลุ่มที่มีผลการทดลองที่คลาดเคลื่อน อาจเนื่องมาจากวัสดุอุปกรณ์ หรือสารเคมีที่ใช้ จึงต้องมีการใช้สื่อเทคโนโลยีหรือวิดีโอเข้ามาประกอบการอธิบาย และเพื่อเพิ่มความเข้าใจให้แก่ นักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบายอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 74.19, 16.13 และ 9.68 ตามลำดับ ส่วนหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบายอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 45.16, 22.58 และ 32.26 ตามลำดับ จะเห็นว่าหลังการจัดการเรียนรู้ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบายอยู่ในระดับสูงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากในขั้นอภิปรายและลงข้อสรุปได้มีการนำสื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PHET เข้ามาประกอบการอธิบาย (ภาพที่ 1 และ 2) เพื่อให้ นักเรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงของสารในระดับจุลภาค โดยภายในสื่อจะมีการจำลองอะตอม หรือโมเลกุลของสาร พร้อมทั้งมีการเขียนสมการเคมีที่เกิดขึ้นประกอบด้วย ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่อาศัยข้อมูลจากการทดลองในระดับมหภาคได้ ดังนั้นจึงสามารถเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาคและระดับสัญลักษณ์ที่มีการเขียนสมการเคมีได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชาญวิทย์ คำเจริญ และ ดารกา พลัง (2562) พบว่า การใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง การเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง สามารถนำไปใช้ในการประกอบการสอนฟิสิกส์ และพัฒนาเป็นสื่อการสอนได้ เนื่องจากผู้เรียนมีความเข้าใจที่ดีขึ้น และสามารถมองเห็นภาพการเคลื่อนที่แนววิถีโค้งได้ชัดเจนขึ้น

แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงทั้งระดับมหภาค ระดับจุลภาคและระดับสัญลักษณ์ให้เข้ากันได้ อาจเนื่องมาจากในระดับจุลภาค เป็นระดับที่นักเรียนไม่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยตาเปล่า นักเรียนจึงไม่สามารถจินตนาการ และจำแนกอะตอม หรือโมเลกุลของสารได้ รวมไปถึงไม่สามารถเขียนสมการเคมีที่ถูกต้องได้

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของ จำนวนนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 93.55, 6.45 และ 0.00 ตามลำดับ ส่วนหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 70.97, 6.98 และ 19.35 ตามลำดับ จะเห็นว่าหลังการจัดการเรียนรู้ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยอยู่ในระดับสูงเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะในชั้นขยายความรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ฝึก การสืบค้นและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณการแตกตัวของกรด-เบส เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการแตกตัวของกรด-เบสที่มีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้น จึงทำให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือตัวแปรที่ แบบฝึกหัดกำหนดให้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และ ปิยพัทธ์ เปียกบุตร (2564) พบว่า การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การแบ่ง ชั้นบรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยอยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน เนื่องจากนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ฝึกการสืบค้นข้อมูลจาก แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ทำให้นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นหลักฐานประกอบการสร้างเหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ ทำให้สามารถเปรียบเทียบและระบุได้ว่าข้อมูลที่ได้มีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือ แต่ยังมีนักเรียนส่วนใหญ่ที่ จำเนื้อหาเคมีไม่ได้ และมีพื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์น้อย ทำให้ไม่สามารถระบุหรือกำหนดตัวแปรที่แบบฝึกหัด กำหนดให้ได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถคำนวณหรือนำข้อมูลที่ได้จากแบบฝึกหัดมาประกอบการคำนวณ เพื่อแสดง เหตุผลสนับสนุนคำตอบได้

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของ จำนวนนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัยอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 93.55, 6.45 และ 0.00 ตามลำดับ ส่วนหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัยอยู่ในระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 80.65, 3.23 และ 16.13 ตามลำดับ จะเห็นว่าหลังการจัดการเรียนรู้ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัยอยู่ในระดับสูงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากในชั้นประเมินความรู้ได้เปิดโอกาสให้ตัวแทนของ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอเกี่ยวกับแบบฝึกหัดการแตกตัวของกรด-เบส แล้วทำการอภิปรายและสรุปผล ร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และ ปิยพัทธ์ เปียกบุตร (2564) พบว่า การพัฒนา ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การแบ่ง ชั้นบรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัยอยู่ในระดับสูง จำนวน 20 คน เนื่องจากนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีโอกาสในการนำเสนองาน พร้อมทั้งได้อภิปรายและสรุปผลร่วมกัน แต่ยังมีนักเรียนส่วนใหญ่ที่ไม่สามารถกำหนดตัวแปร หรือเลือกใช้สูตรในการคำนวณแบบฝึกหัดที่กำหนดให้ถูกต้องได้ จึงส่งผลให้ได้คำตอบที่ผิด พร้อมกับไม่สามารถอธิบายหรือให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบได้

สรุปผล

จากการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง กรด-เบส สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ โดยพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระดับสูงมากกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุพิตา จำรัส อาจารย์ ดร.วชิรศรณ แสงสุวรรณ และ ครุณัฐกานต์ จอมขันเงิน ซึ่งให้ความกรุณาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และช่วยชี้แนะแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมกับการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 คนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง กรด-เบส มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เพื่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับสูงมากขึ้นในการจัดการเรียนรู้ ครูควรให้ความสำคัญกับการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกถึงการใช้กระบวนการความคิดที่มีการให้เหตุผลประกอบ และควรมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนเสมอ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น
2. ในการจัดการเรียนรู้ โดยการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ครูควรมีการแนะนำการใช้งานเบื้องต้นเกี่ยวกับสื่อเทคโนโลยีจำลองโต้ตอบเสมือนจริง PhET ที่นำมาใช้ประกอบการอธิบายในระดับจุลภาค ให้ความสำคัญของการทำการทดลอง หรือการได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ นักเรียนได้เห็นภาพจริงที่เกิดขึ้น รวมทั้งมีการเชื่อมโยงการเขียนสมการเคมี หรือการคำนวณด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ชาญวิทย์ คำเจริญ และ ดารกา พลัง. 2562. การใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง : การเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง. วารสาร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน - ธันวาคม. หน้า 13 – 24.
- ชาญวิทย์ คำเจริญ และ ขวัญหทัย กวดนอก. 2563. การตรวจสอบการใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงสำหรับการสอน
ไฟฟ้ากระแสตรง. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 เดือน
พฤษภาคม – สิงหาคม 2563. หน้า 25-37.
- ณัฐญา เจริญพันธ์. 2564. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม
(Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการ
ศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทร์วิโรฒ ปีที่ 22 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2564. หน้า 64 – 79.
- ทศพล สุวรรณพุด. 2562. การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.
วิทยานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช ๒๕๕๑. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และ ปิยพัทธ์ เปี้ยบุตร. 2564. การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การแบ่งชั้นบรรยากาศของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปีที่ 32 ฉบับที่ 3
เดือนกันยายน - ธันวาคม 2564, หน้า 147-161.
- Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. Science
Education, 94(2), 336-364

การประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab
เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า
Applying Three Levels of Thinking with an Interactive Simulation
Javalab to Develop Grade 11 students' Mental Model
on the Topic of Electrochemistry

ฐิติลักษณ์ โมราสิน^{1*} บุษรี เฟงเล็งดี²

Thitiluk Morasin^{1*} Butsari Phenglengdi²

¹ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต, สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² อาจารย์สาขาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

*Corresponding author E-mail: thitiluk_m@elearning.cmu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบแบบจำลองทางความคิด จำนวน 2 ข้อ มีลักษณะการวัดแบบวาดภาพและเขียนอธิบายในระดับอนุภาค โดยพิจารณาจาก 5 ประเด็นหลัก คือ 1. อนุภาคของโลหะสังกะสี 2. อนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต 3. อนุภาคของโลหะสังกะสีหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ 4. อนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ 5. อนุภาคในสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยตรวจและคิดคะแนนเป็น 1 และ 0 คะแนน นำผลคะแนนที่ได้เปรียบเทียบก่อนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ ผลการวิจัยโดยรวมพบว่า นักเรียนร้อยละ 72 ก่อนเรียนมีแบบจำลองทางความคิดคลาดเคลื่อนแต่หลังเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง นักเรียนร้อยละ 24 มีแบบจำลองทางความคิดที่คลาดเคลื่อนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน และนักเรียนร้อยละ 4 มีแบบจำลองทางความคิดถูกต้องทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

คำสำคัญ : แนวคิดสามระดับ, สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง, แบบจำลองทางความคิด, เคมีไฟฟ้า

Abstract

The purpose of this research is to compare a mental model on a topic of electrochemistry, redox reaction by applying the Three Levels of Thinking with an interactive simulation, Javalab. The target group were 5 grade 11 students in a school in Chiang Mai. The tools used in this research were the mental model test with 2 items, with the characteristics of

writing, explaining and drawing pictures at the micro level. The scores will consider from 5 key features: 1. Arrangement of zinc metal's particles 2. Arrangement of copper(II)sulfate solution's particles 3. Redox zinc metal's particles 4. Copper(II)sulfate solution's particles after redox reaction 5. Particles in copper(II)sulfate solution after redox reaction By scoring 1 and 0 points, then comparing the scores obtained before and after the study. Statistics used in data analysis were percentage and mean.

The results showed that 72% of the students has developed their mental model, 24% of the students also had misconceptions both before and after learning and 4% of the students had correct the mental model both before and after learning.

Keywords : Three Levels of Thinking, Interactive Simulation, Mental Model, Electrochemistry

บทนำ

เคมีเป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งในระดับอะตอมและโมเลกุล ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม โดยนักเคมีจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารใน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค ระดับอนุภาค และระดับสัญลักษณ์ (Johnstone, 1991) โดยธรรมชาติของวิชาเคมี เนื้อหาส่วนใหญ่มักจะเป็นเรื่องที่ซับซ้อน และมีความเป็นนามธรรม เนื่องจากวิชาเคมีเป็นวิชาที่ศึกษาในระดับอะตอม หรือโมเลกุล ซึ่งเป็นการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือสามารถจับต้องได้ นักเรียนมักจะมีภาพไม่ออก ทำให้นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาของวิชาเคมีได้ (Johnstone, 1991) รวมถึงคำศัพท์ในวิชาเคมี เป็นคำศัพท์เฉพาะในวิชาเคมีที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย บางครั้งความหมายจะแตกต่างกับคำศัพท์ทั่วไปที่ใช้ในชีวิตประจำวัน รวมถึงยังมีคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนไม่คุ้นเคย หรือเป็นคำศัพท์ที่เป็นศัพท์บัญญัติขึ้นจากภาษาอังกฤษ ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ ตัวอย่างเช่น ในเรื่องเคมีไฟฟ้าที่เป็นหนึ่งในหัวข้อของวิชาเคมีที่มีความซับซ้อน และมีความเป็นนามธรรมมาก รวมถึงมีคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนไม่คุ้นชินหรือไม่รู้จักมาก่อน (Taber, 2009) นักเรียนมักจะเกิดการสับสน ไม่เข้าใจ รวมถึงไม่เห็นภาพการเกิดปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าที่เรียกว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนว่าอิเล็กตรอนมีการถ่ายโอนอย่างไร ทำไมโลหะจึงร่อนเมื่อมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน เมื่อไอออนในสารละลายรับอิเล็กตรอนแล้วจะเกิดผลอย่างไร การเกิดกระแสไฟฟ้ามีความเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยารีดอกซ์อย่างไร

แบบจำลองทางความคิด (Mental Model) เป็นแบบจำลองเฉพาะของแต่ละบุคคลที่สร้างขึ้นโดยบุคคลนั้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ของบุคคล แบบจำลองทางความคิดเป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ แบบจำลองทางความคิดสามารถใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆได้ ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนควรจะได้รับ การฝึกการสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง เพื่อให้ได้ฝึกปฏิบัติหรือเรียบเรียงความคิดเพื่อจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เห็นตามความเข้าใจของตนเอง (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2557) ครูผู้สอนจะสามารถ

ตรวจสอบได้ว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวกับเนื้อหาที่กำลังเรียนอยู่ผ่านแบบจำลองทางความคิดที่นักเรียนเป็นคนสร้างขึ้น

แนวคิด 3 ระดับ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนในวิชาเคมีที่มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาเคมี คือ มีความเป็นนามธรรม ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยแนวคิด 3 ระดับที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนเคมีนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 1. ระดับการสังเกต หรือระดับมหภาค (Macro or observable Level) เป็นระดับที่ให้นักเรียนสังเกต มองเห็น สัมผัส สารหรือปรากฏการณ์ 2. ระดับอนุภาค (Micro Level) เป็นระดับที่สายตาไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น การเปลี่ยนแปลงของอิเล็กตรอนของสาร 3. ระดับสัญลักษณ์ (Symbolic Level) เป็นระดับที่มีการเขียนสูตร สัญลักษณ์ สมการเคมี เป็นการเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เกิดขึ้นในระดับการสังเกตหรือระดับอนุภาค การนำแนวคิด 3 ระดับมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะเป็นการนักเรียนทำความเข้าใจตั้งแต่การสังเกตปรากฏการณ์ในระดับมหภาคก่อน แล้วจึงให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงระดับอนุภาค โดยในระดับอนุภาคนี้จะต้องมีการใช้สื่อเข้ามาช่วยเสริม เพื่อให้นักเรียนสามารถเห็นภาพในระดับอนุภาคได้ชัดเจนขึ้น จากนั้นจะให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ซึ่งเป็นการเขียนแทนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้สัญลักษณ์เช่น สมการเคมี หรือสัญลักษณ์ธาตุ (บุษรี, 2561)

สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab เป็นสื่อเสมือนจริงที่ใช้จำลองสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจในระดับอนุภาคได้ดีขึ้น ดังที่ได้กล่าวถึงธรรมชาติของเคมีวิชาเคมีเป็นวิชาที่มีความเป็นนามธรรมสูง การเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอมหรืออนุภาคจะไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า เนื่องด้วยสาเหตุนี้จึงต้องนำสื่อเสมือนจริง(simulation) เข้ามาช่วยในการอธิบายหรือนำมาใช้ในการเรียนการสอน เนื่องจากการให้นักเรียนได้สังเกตและเรียนรู้ผ่านสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริงที่สามารถจำลองให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคได้นั้นจะให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาได้ดีขึ้น รวมถึงสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหามากขึ้นอีกด้วย (ชาญวิทย์, 2562)

จากการศึกษาวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง การจัดการเรียนการสอนโดยการใช้แนวคิด 3 ระดับจะช่วยให้สามารถเกิดการมองเห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ และอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดีขึ้น (Gilbert, 2000) เนื่องด้วยธรรมชาติของวิชาเคมีนั้น ค่อนข้างมีความเป็นนามธรรม ไม่สามารถสังเกตเห็นในระดับอนุภาคได้ด้วยตาเปล่า นักเรียนมักจะมีปัญหาในการทำความเข้าใจเนื้อหา จึงทำให้ยากต่อการเรียนวิชาเคมี ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำแนวคิด 3 ระดับเข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในเรื่อง เคมีไฟฟ้าร่วมกับการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เนื่องจากเคมีไฟฟ้าก็เป็นหัวข้อที่มีความเป็นนามธรรม มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค มีการใช้สัญลักษณ์แทนด้วยสมการ หรือการเขียนสัญลักษณ์ธาตุ โดยผู้วิจัยจะจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิด 3 ระดับคือให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ผ่านการทดลอง จากนั้นนำสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเข้ามาช่วยในการอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค แล้วเขียนสัญลักษณ์แทนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ในการนำสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริงมาร่วมอธิบายในระดับอนุภาค

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 5 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับ

ตัวแปรตาม แบบจำลองทางความคิด

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ รายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 แผน รวม 6 ชั่วโมง
2. แบบวัดแบบจำลองทางความคิด ข้อคำถามมีลักษณะการวัดแบบวาดภาพและเขียนอธิบายในระดับอนุภาค จำนวน 2 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ พิจารณาจาก 5 ประเด็นหลัก ดังนี้ 1. อนุภาคของโลหะสังกะสี 2. อนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต 3. อนุภาคของโลหะสังกะสีหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ 4. อนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ 5. อนุภาคในสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์

ขั้นตอนการสร้างและประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับ
 - 1.1 ศึกษาศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับจากเอกสาร ตำรา หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2 วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน และ คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 4
 - 1.3 ศึกษาเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (เคมี) เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 - 1.4 ดำเนินสร้างแผนการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับ เรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ จำนวน 2 แผน ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ชั่วโมง
 - 1.5 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อพิจารณา ตรวจสอบ และนำไปปรับ ประยุกต์แก้ไข
 - 1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหาและจุดประสงค์ ความเหมาะสมของกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
 - 1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปใช้จริงกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 5 คน

2. แบบวัดแบบจำลองทางความคิด

2.1 ศึกษาความหมายของแบบจำลองทางความคิด และแนวทางการวัดและประเมินผลของแบบจำลองทางความคิดจากเอกสาร ตำรา หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ดำเนินการสร้างแบบวัดแบบจำลองทางความคิด แบบวัดเป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ หัวข้อ ปฏิกริยารีดอกซ์ โดยให้นักเรียนวาดภาพและเขียนอธิบายในระดับมหภาค ระดับอนุภาค และระดับสัญลักษณ์ เพื่ออธิบายแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน

2.3 นำเสนอแบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อพิจารณาตรวจสอบ และนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับแบบจำลองทางความคิด

2.5 นำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปใช้จริงกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 5 คน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ศึกษาสภาพปัญหาการเรียนในวิชาเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และวางแผน ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab เรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกริยารีดอกซ์

3.2 แจ้งให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการดำเนินกิจกรรม ก่อนการจัดการเรียนรู้

3.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เคมีไฟฟ้า ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 2 แผนรวม 6 ชั่วโมง โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดก่อนจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab

3.4 ให้นักเรียนทำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดหลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้

3.5 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยค่าทางสถิติ ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกริยารีดอกซ์ มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบ่งประเด็นการวิเคราะห์ออกเป็น 5 ประเด็นสำคัญ (Key Features) ดังนี้ 1. การจัดเรียงอนุภาคของโลหะสังกะสีก่อนเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ 2. การเรียงอนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตก่อนเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ 3. อนุภาคของโลหะสังกะสีหลังเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ 4. อนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกริยารีดอกซ์ 5. อนุภาคใน

สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยตรวจและคิดคะแนนแต่ละประเด็นสำคัญเป็นรายข้อ และรายบุคคล คะแนนแต่ละประเด็นสำคัญจะให้ เป็น 1 หรือ 0 คะแนน หากตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน เมื่อคิดคะแนนรายข้อและรายบุคคล นำผลคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบก่อนและหลังเรียน

โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดในระดับอนุภาคออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้
 1. กลุ่มที่แบบจำลองทางความคิดในระดับอนุภาคก่อนเรียนและหลังเรียนถูกต้อง (✓✓) 2. กลุ่มที่แบบจำลองทางความคิดในระดับอนุภาคก่อนเรียนถูกต้อง แต่หลังเรียนมีความคลาดเคลื่อน (✓x) 3. กลุ่มที่แบบจำลองทางความคิดในระดับอนุภาคก่อนเรียนและหลังเรียนมีความคลาดเคลื่อน (xx) 4. กลุ่มที่แบบจำลองทางความคิดในระดับอนุภาคก่อนเรียนมีความคลาดเคลื่อน แต่หลังเรียนถูกต้อง (x✓) ผลของแต่ละกลุ่มได้จากการนับจำนวนนักเรียน แล้วใช้ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ผลการวิจัยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดก่อนและหลังเรียน โดยนำเสนอเป็นจำนวนนักเรียนที่มีการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเป็นค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละจาก 5 ประเด็นสำคัญ

ประเด็นสำคัญ (Key features)	จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน (ร้อยละ)				รวม ร้อยละ
	✓✓	✓x	xx	x✓	
1. อนุภาคของโลหะสังกะสี (อนุภาคของโลหะสังกะสีเรียงชิดติดกันอย่าง เป็นระเบียบ)	0	0	20	80	100
2. อนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต (อนุภาคของ Cu^{2+} และ SO_4^{2-} แยกกันใน สารละลาย)	0	0	20	80	100
3. การจัดเรียงอนุภาคของโลหะสังกะสีหลัง เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ (อนุภาคของโลหะสังกะสี(Zn) เสียอิเล็กตรอน กลายเป็น Zn^{2+})	0	0	40	60	100

4. การจัดเรียงอนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ (อนุภาคของ Cu^{2+} รับอิเล็กตรอนกลายเป็น Cu)	20	0	0	80	100
5. การจัดเรียงอนุภาคในสารละลาย (มี Zn^{2+} และ Cu^{2+} อยู่ในสารละลาย)	0	0	40	60	100
รวม เฉลี่ยร้อยละ	4	0	24	72	100

*หมายเหตุ

- ✓✓ หมายถึง นักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดถูกต้องทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน
- ✓× หมายถึง นักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดถูกต้องก่อนเรียนแต่หลังเรียนคลาดเคลื่อน
- ×× หมายถึง นักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดคลาดเคลื่อนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน
- ×✓ หมายถึง นักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนคลาดเคลื่อนแต่หลังเรียนถูกต้อง

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยจากตารางที่ 1 โดยภาพรวมและแบ่งเป็นรายด้าน โดยภาพรวมนักเรียนร้อยละ 4 มีแบบจำลองทางความคิดถูกต้องทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนร้อยละ 24 ยังมีแบบจำลองทางความคิดที่คลาดเคลื่อนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน และมีนักเรียนร้อยละ 72 ที่ก่อนเรียนมีแบบจำลองทางความคิดคลาดเคลื่อนแต่หลังเรียนมีแบบจำลองทางความคิดถูกต้อง เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็นสำคัญ 5 ประเด็น สามารถพิจารณาได้ ดังนี้

ประเด็นสำคัญที่ 1 การจัดเรียงอนุภาคของโลหะสังกะสี นักเรียนร้อยละ 80 มีแบบจำลองทางความคิดดีขึ้น แต่ยังมีนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดคลาดเคลื่อนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนร้อยละ 20

ประเด็นสำคัญที่ 2 การจัดเรียงอนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต นักเรียนร้อยละ 80 มีแบบจำลองทางความคิดดีขึ้น และนักเรียนร้อยละ 20 ยังมีความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางความคิดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

ประเด็นสำคัญที่ 3 การจัดเรียงอนุภาคของโลหะสังกะสีหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ นักเรียนร้อยละ 60 มีแบบจำลองทางความคิดดีขึ้น แต่ยังมีนักเรียนร้อยละ 40 ที่ก่อนเรียนและหลังเรียน แบบจำลองทางความคิดมีความคลาดเคลื่อน

ประเด็นสำคัญที่ 4 การจัดเรียงอนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ นักเรียนร้อยละ 20 มีแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนถูกต้อง และนักเรียนร้อยละ 80 แบบจำลองทางความคิดหลังเรียนดีขึ้น

และประเด็นสำคัญที่ 5 การจัดเรียงอนุภาคในสารละลาย นักเรียนร้อยละ 80 มีแบบจำลองทางความคิดหลังเรียนดีขึ้น แต่ยังมีนักเรียนร้อยละ 20 ที่มีแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนมีความคลาดเคลื่อน

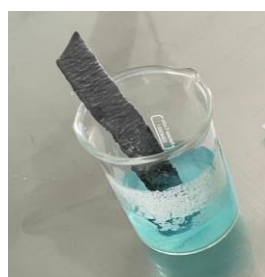
จากการวิเคราะห์ผลการทดลองข้างต้น พบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยประยุกต์ใช้ แนวคิด 3 ระดับ ร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab เรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุษรี เฟ่งเล็งดี (2563) ที่กล่าวว่าการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิด 3 ระดับสามารถพัฒนาภาพในความคิด และความเข้าใจในระดับอนุภาคของนักเรียนได้ดีขึ้น

วิจารณ์ผล

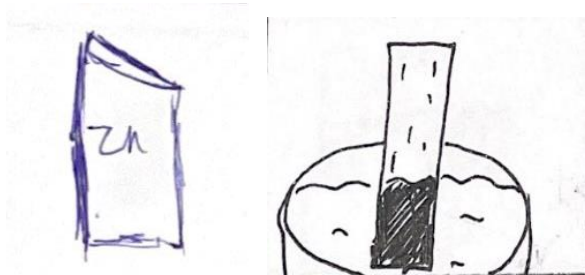
ในการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab เรื่อง เคมีไฟฟ้า พบว่า หลังใช้แนวคิด 3 ระดับในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 คน ส่วนใหญ่มีการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดที่ดีขึ้น โดยในงานวิจัยนี้ แบ่งกลุ่มนักเรียนจากการเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มแรกคือ กลุ่มที่หลังเรียนมีแบบจำลองทางความคิดดีขึ้นจากก่อนเรียน($\times\checkmark$) คิดเป็นร้อยละ 72 (ภาพที่ 4) กลุ่มต่อมาคือ กลุ่มที่มีแบบจำลองทางความคิดคลาดเคลื่อนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน($\times\times$) คิดเป็นร้อยละ 24 (ภาพที่ 5) และกลุ่มสุดท้ายคือ กลุ่มที่มีแบบจำลองทางความคิดถูกต้องทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน($\checkmark\checkmark$) คิดเป็นร้อยละ 4 (ภาพที่ 6) ทั้งนี้พบว่าไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจก่อนเรียนถูกและหลังเรียนผิด($\checkmark\times$)

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับ ร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab เปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดดีขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด 3 ระดับที่มีขั้นตอนการเรียนการสอน 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ชี้นำ ขั้นที่ 2 ชี้นสอน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนย่อย คือ 2.1 ขั้นการสอนระดับสังเกต (Macro Level) จะให้นักเรียนสังเกตจากการทำการทดลอง ระดับสังเกตเป็นระดับที่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน

โดยนักเรียนจะสังเกตปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะสังกะสีและสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต(ภาพที่ 1) แล้ววาดภาพการจัดเรียงอนุภาค 5 ประเด็นสำคัญ ดังนี้ 1. อนุภาคของโลหะสังกะสี 2. อนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต 3. อนุภาคของโลหะสังกะสีหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ 4. อนุภาคของสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ 5. อนุภาคในสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ เป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนใช้สื่อเข้ามาช่วยอธิบาย

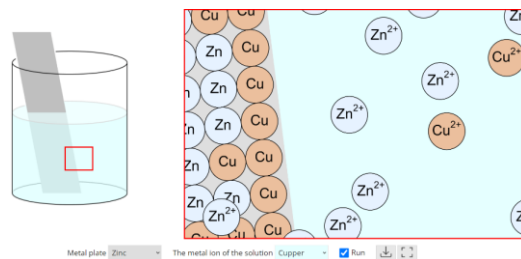


ภาพที่ 1 การทดลองเคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะสังกะสีและสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต

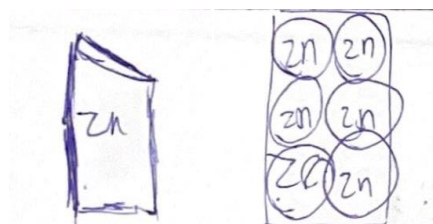


ภาพที่ 2 ตัวอย่างภาพวาดระดับอนุภาคก่อนใช้สื่อมาร่วมอธิบายของนักเรียนในประเด็นที่ 1 อนุภาคของโลหะสังกะสี(ซ่าย) และประเด็นที่ 3 อนุภาคของโลหะสังกะสีหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์(ขวา) ที่ยังมีความคลาดเคลื่อน

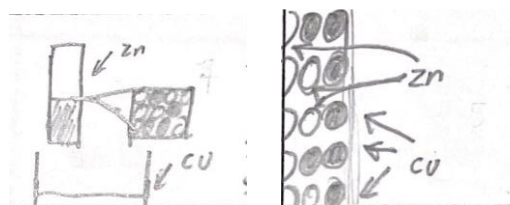
2.2 ชั้นการสอนระดับอนุภาค (Micro Level) นักเรียนจะสังเกตการเปลี่ยนแปลงระดับอนุภาคของโลหะสังกะสีและสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตผ่านสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab (ภาพที่ 3) ในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องวาดรูปการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคหลังจากที่เรียนรู้โดยใช้สื่อร่วมด้วย (ภาพที่ 4, 5 และ 6) การใช้สื่อมาอธิบายร่วมด้วยจะทำให้ให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาและการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคได้ดีขึ้น



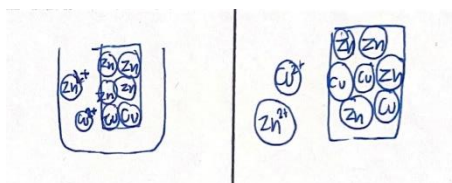
ภาพที่ 3 การจัดเรียงอนุภาคของโลหะสังกะสีและสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตหลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์



ภาพที่ 4 ตัวอย่างภาพวาดระดับอนุภาคของนักเรียน (x✓) ก่อนเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน(ซ่าย) และหลังเรียนถูกต้อง(ขวา)

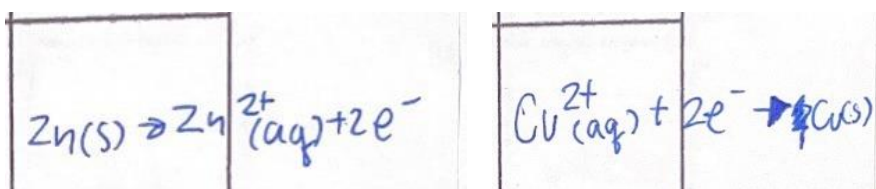


ภาพที่ 5 ตัวอย่างภาพวาดการจัดเรียงอนุภาค (x x) ก่อนเรียนผิด(ซ่าย) และหลังเรียนผิด(ขวา)



ภาพที่ 6 ตัวอย่างภาพวาดการจัดเรียงอนุภาคที่ก่อนเรียนและหลังเรียนถูก(✓✓)

2.3 ชั้นการสอนระดับสัญลักษณ์ (Symbolic Level) นักเรียนเขียนสูตรเคมีและสมการเคมี เพื่อแสดงปรากฏการณ์หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับอนุภาค (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 7 การเขียนสมการเคมีจากปฏิกิริยารีดอกซ์

และชั้นที่ 3 ชั้นสรุป ผู้สอนและนักเรียนจะร่วมกันสรุปและอภิปรายร่วมกันเพื่อทำความเข้าใจแนวคิดเรื่อง เคมีไฟฟ้า หัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยเชื่อมโยงแนวคิดทั้ง 3 ระดับเข้าด้วยกัน คือ การทดลองเพื่อสังเกตปฏิกิริยารีดอกซ์ การวาดภาพการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค และการเขียนสมการเคมีจากปฏิกิริยารีดอกซ์ รวมถึงทำความเข้าใจการจัดเรียงอนุภาคของโลหะสังกะสี สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตก่อนเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ และโลหะสังกะสี สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตก่อนเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์หลังเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนทั้ง 3 ขั้นตอนจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดได้ดีขึ้นจากก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของงานวิจัยของบุษรี เฟ่งเล็งดี (2563) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้แนวคิด 3 ระดับสามารถพัฒนาภาพในความคิด และความเข้าใจในระดับอนุภาคของนักเรียนได้ดีขึ้น

อย่างไรก็ตาม ยังพบว่ามึนักเรียนบางกลุ่มที่ยังมีแบบจำลองทางความคิดที่คลาดเคลื่อนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาพที่ 7) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุษรี เฟ่งเล็งดี (2561) ที่กล่าวว่าที่นักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอาจเกิดมาจากสื่อที่ใช้ยังไม่มีความชัดเจนมากพอ หรืออาจเกิดจากความสามารถในการเรียนรู้ของตัวนักเรียนเอง

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้สอนควรเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับชั้นของผู้เรียน
2. ผู้สอนควรเลือกใช้สื่อที่มีความชัดเจน สามารถอธิบายเนื้อหาได้ตรงตามเนื้อหาที่เรียน

สรุปผล

จากการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด 3 ระดับร่วมกับสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง Javalab สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดดีขึ้นมากกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุพธิดา จำรัส อาจารย์ ดร.วชิรศรณ์ แสงสุวรรณ และอาจารย์ สุพิมพ์รณ จันทานนท์ ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และช่วยชี้แนะแนวทางการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมกับการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- ชาญวิทย์ คำเจริญ และ ดารกา พลัง. 2562. การใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง: การเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 18: 13-23.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. 2557. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Model based learning. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 29: 86-98.
- บุษรี เฟ่งเล็งดี. 2561. การเรียนการสอนเคมีโดยใช้แนวคิด 3 ระดับ. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 33: 145-155.
- บุษรี เฟ่งเล็งดี. 2563. การพัฒนาภาพในความคิดของนักศึกษาครูเคมี โดยใช้แนวคิด 3 ระดับในการสอนเคมี เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์. น. 363-370. ใน: ประชุมวิชาการระดับชาติวิจัยรำไพพรรณี ครั้งที่ 14 เรื่อง วิจัยนวัตกรรม สร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคมอย่างยั่งยืน 18 ธันวาคม 2563. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, จันทบุรี.
- พัชรี ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ. 2558. ธรรมชาติของวิชาเคมี และการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 31: 187-197.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาติรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. 2558. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้. 1: 97-124.
- สรารุณ แทนจินดารัตน์. 2559. การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโคเวเลนต์และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

- อภิวรรณ สุวรรณโชติ, เอกรัตน์ ทานาค และ สุธาสินี กิตยาการ. 2562. การพัฒนาการเชื่อมโยงแนวคิดทางเคมี 3 ระดับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี. น. 1655-1662. ใน: ประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20 15 มีนาคม 2562. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Amanda Bongers, Berthorie Beauvoir, Nicholas Streja, Georg Northhoff and Alison B. Flynn. 2020. Building mental models of a reaction mechanism: the influence of static and animated representations, prior knowledge, and spatial ability. *Chemistry Education Research and Practice*. 21: 496-512.
- David F. Treagust, Gail Chittleborough and Thapelo L. Mamiala. 2003. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. 25: 1353-1368.
- Gilbert, J. K. 2005. *Visualization in Science Education*. Netherlands: Springer.
- Johnstone, A. H. 1991. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7: 75-83.
- Romklao Artdej, Thasaneeya Ratanaroutai, Richard Kevin Coll and Tienthong Thongpanchang. 2010. Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid-base chemistry. *Research in Science & Technology Education*. 28: 167-183.
- Taber, K. S. 2009. Learning at the symbolic level. In *Multiple Representations in Chemical Education*. 75-108.

เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ Thermometer with alcohol gel dispensing with sensor system

ธวัช กองสี^{1*} ปรัชพงศ์ นัปลือตรง² อนิวรรตน์ พลรักษ์³ วุฒิสักดิ์ ทะนวนรัมย์⁴ ทรงกษ ศรีประสาร⁵

Thawach Kongsee^{1*} Pruschapong Nupteotrong² Anivat Polrak³ Wutthisak Thanunram⁴ Songgot Sripasan⁵

¹วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม 457/3 ต.ธาตุพนม อ.ธาตุพนม จ.นครพนม 48110

¹That Phanom College Nakhon Phanom University 457/3 That Phanom Subdistrict That Phanom District
Nakhon Phanom Province 48110

*Corresponding author E-mail: Tawat.kongsee@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบการวัดอุณหภูมิร่างกายด้วยโมดูลเซ็นเซอร์ และระบบการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยโมดูลตรวจจับเส้นลิ่งกีดขวาง โดยการทดลองหา ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ระดับเกณฑ์การประเมิน ด้วยแบบประเมินที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจแบบตอบคำถามปลายเปิดเป็นเครื่องมือ จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยผู้ให้บริการเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 10 คน และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 20 คน จากผลการประเมินความพึงพอใจ พบว่า เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์สามารถทำงานได้ในระดับดี ซึ่งมีคะแนนระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 77 และระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.73

คำสำคัญ : โมดูลตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย, โมดูลตรวจจับเส้นลิ่งกีดขวาง, แอลกอฮอล์เจล

Abstract

The purpose of this study is to study and test the efficiency of the thermometer and alcohol sensor system. The system is divided into 2 parts: body temperature measurement system, sensor, and obstacle sensor. The data were analyzed by percentage, mean, standard deviation and standard deviation. The purpose of this study was to assess the satisfaction and validity of the open-ended questionnaire. The service users are vocational education students, 10 students, and 10 high-level vocational education. 20 people's satisfaction evaluation results show that the thermometer and alcohol sensor system can be at a good level. The results showed that the average job satisfaction of 3.85 was 77 Mean standard deviation 0.73

Keyword : ody temperature monitoring module, Obstacle line detection module, Alcohol gel

บทนำ

ปัจจุบันสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส coronavirus disease 2019 นับตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 มนุษย์ได้รู้จักกับเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ ต้นเหตุของภาวะปอดติดเชื้อรุนแรงที่ระบาดขึ้นในเมืองอู่ฮั่นของประเทศจีน และต่อมาได้ลุกลามไปทุกทวีปทั่วโลก จนองค์การอนามัยโลกออกมาประกาศให้เป็นสถานการณ์ฉุกเฉินและภาวะระบาดใหญ่ทั่วโลก หรือ Pandemic ในวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ.2563 ข้อมูลการติดเชื้อทั่วโลกในช่วงปลายเดือนเมษายนอยู่ที่สองล้านหกแสนราย มีผู้เสียชีวิตเกือบสองแสนราย และยังมีแนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่อง ไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่นี้ได้ถูกขนานนามอย่างเป็นทางการว่า Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 หรือ SARS-CoV-2 อยู่ในกลุ่มโคโรนาไวรัส เช่นเดียวกับไวรัสที่ก่อให้เกิดโรค SARS และ MERS ซึ่งเคยระบาดในปี พ.ศ.2545 และ 2555 ตามลำดับ แต่ไวรัสตัวใหม่นี้มีความสามารถพิเศษที่มากกว่าคือ แพร่กระจายได้รวดเร็วกว่า แม้ว่าผู้ที่แพร่เชื้อไม่มีอาการเลยก็ตาม จึงทำให้การควบคุมการระบาดของโรค coronavirus disease 2019 หรือ COVID-19 ที่เกิดจากเชื้อ SARS-CoV-2 นี้เป็นไปได้ลำบาก อีกทั้งเนื่องจากเป็นเชื้ออุบัติใหม่ทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวโรคนั้นยังมีไม่มากนัก (ชลธิชา ตั้งกิจ 2563)

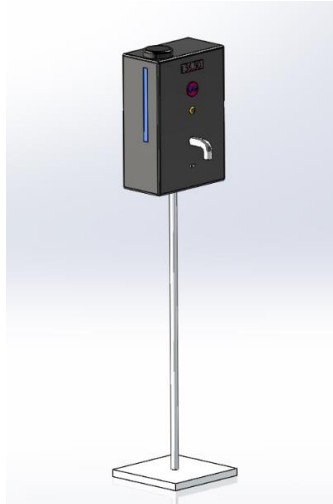
จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา เป็นการศึกษาผลของ COVID-19 ต่อโรคมะเร็งและโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งกล่าวถึงอุบัติการณ์ สมมติฐานกลไกก่อโรคและผลของโรค COVID-19 ต่อโรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคมะเร็ง ผลการศึกษา พบว่า มีความสัมพันธ์กันของโรค COVID-19 กับโรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคมะเร็ง ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคมะเร็งมีโอกาสติดเชื้อ SARS-CoV-2 ได้มากกว่า และหากติดเชื้อก็มีความเสี่ยงในการเกิดอาการชนิดรุนแรงหรือเสียชีวิตได้มากกว่าอีกด้วย

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะมุ่งศึกษา ออกแบบ และสร้างนวัตกรรม เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ โดยใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของร่างกาย แล้วส่งค่าไปวิเคราะห์และประมวลผลที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรม Arduino พร้อมการแจ้งเตือนและแสดงผลการวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัล ซึ่งทำงานร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ โดยการควบคุมการทำงานด้วยระบบเซ็นเซอร์ ซึ่งถ้าเรานำมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าไปใกล้ตัวเซ็นเซอร์ เซ็นเซอร์ก็จะทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุ และส่งงานผ่านโมดูลรีเลย์ให้ปั๊มทำงาน เพื่อจ่ายเจลแอลกอฮอล์มายังท่อทางออกของปั๊ม ที่ถูกติดตั้งไว้ที่ตัวเครื่องจ่ายเจลแอลกอฮอล์ เพื่ออำนวยความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้บริการ รวมไปถึงการป้องกันการสัมผัสสิ่งของร่วมกัน ซึ่งอาจก่อให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อไวรัส coronavirus 2019 และเป็นการช่วยเหลือสังคมให้ปลอดภัยจากเชื้อไวรัสได้ในอนาคตต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบอุปกรณ์ เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ ใช้กล่องพลาสติกในการทำตัวเครื่อง ซึ่งภายในประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์และอุปกรณ์การทำงานต่าง ๆ รวมไปถึงขดที่ใช้บรรจุเจลแอลกอฮอล์ ส่วนฐานเครื่องใช้เหล็กสี่เหลี่ยม ส่วนของเสาเครื่องใช้เหล็กกลมขาว เพื่อให้มีน้ำหนักเบา สะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย ในส่วนของไฟเลี้ยงตัวเครื่อง สามารถใช้ได้ทั้งระบบเสียบด้วยไฟฟ้า และระบบใช้ถ่านชาร์จจำนวน 4 ก้อน ซึ่ง

มีหลักการทำงานของเครื่อง คือ ทำงานโดยใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิร่างกาย ส่งค่าไปประมวลผลที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรม Arduino พร้อมการแจ้งเตือนและแสดงผลการวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัล ซึ่งทำงานร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ โดยการควบคุมการทำงานด้วยระบบเซ็นเซอร์อินฟราเรด ซึ่งถ้าเรานำมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าไปใกล้ตัวเซ็นเซอร์ เซ็นเซอร์ก็จะทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุ และส่งงานผ่านโมดูลรีเลย์ให้ปั๊มทำงานเพื่อจ่ายเจลแอลกอฮอล์มายังท่อทางออกของปั๊ม ที่ถูกติดตั้งไว้ที่ตัวเครื่องจ่ายเจลแอลกอฮอล์ ตามปริมาณที่ต้องการ แสดงดังภาพที่ 1

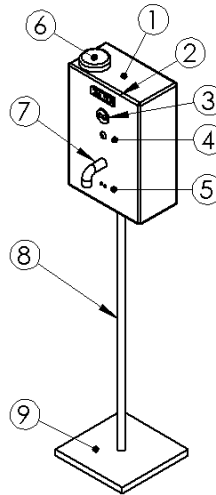


ภาพที่ 1 เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลด้วยระบบเซ็นเซอร์

2. ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์

ตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์ รวมไปถึงชิ้นส่วนต่าง ๆ และโครงสร้างของเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ แบ่งออกตามหมายเลขที่กำหนดแสดงดังรูปที่ 2 ต่อไปนี้

1. ส่วนของตัวเครื่อง (Part of Machine)
2. โมดูลแสดงผลตัวเลข 4 หลัก (4 Bit LED Digital Tube Module)
3. เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ (Proximity Sensor)
4. โมดูลตรวจจับอุณหภูมิ (GY-906 MLX90614ESF)
5. โมดูลตรวจจับเส้นและสิ่งกีดขวางแบบอินฟราเรด (IR Infrared Sensor Module)
6. ขวดเจลแอลกอฮอล์ (Alcohol GEL)
7. ท่อจ่ายเจลแอลกอฮอล์ (Alcohol Gel Dispensing Tube)
8. เสายึดตัวเครื่อง (Machine Mounting Pole)
9. ฐานเครื่อง (Machine Base)

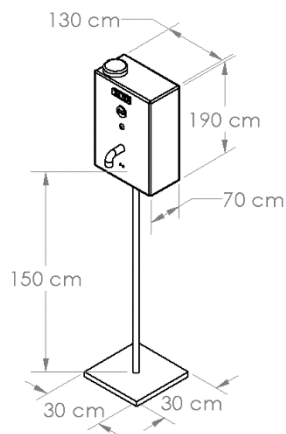


ภาพที่ 2 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์

3. โครงสร้างและขนาดของตัวเครื่อง

รายละเอียดโครงสร้างและขนาดของตัวเครื่อง ได้ทำการศึกษาและออกแบบ ให้มีขนาดที่เหมาะสมกับ
ชั้นต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้ง รวมถึงขนาดและความสูงของฐานยึด ได้ทำการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะของการทำงาน
และสามารถปรับระดับสูง-ต่ำ ได้ตามที่ต้องการ ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างและขนาดของตัวเครื่อง แสดงดังภาพที่ 3
ต่อไปนี้

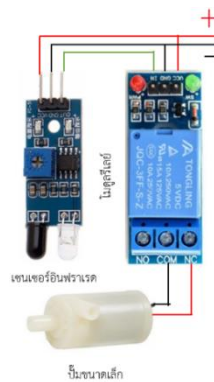
1. ขนาดของตัวเครื่อง 70x130x190 cm
2. ขนาดเสาเครื่อง 150 cm
3. ขนาดของฐานยึด 30x30 cm



ภาพที่ 3 โครงสร้างและขนาดของตัวเครื่อง

4. การออกแบบวงจรการจ่ายเจลแอลกอฮอล์

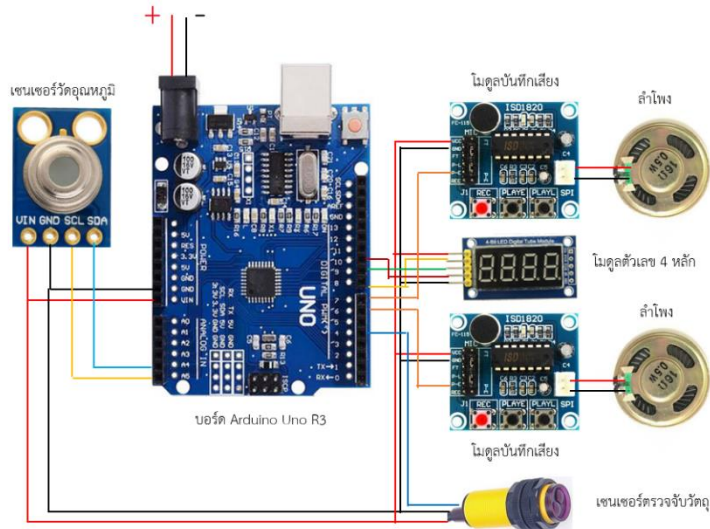
วงจรการจ่ายเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ ถูกออกแบบขึ้นมาจากการนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มาประยุกต์รวมเข้าด้วยกัน เพื่อสั่งการทำงานของระบบ ซึ่งอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทำงาน ประกอบไปด้วย เซนเซอร์ตรวจจับเส้นและสิ่งกีดขวางแบบอินฟราเรด โมดูลรีเลย์ และปั้มน้ำขนาดเล็ก ใช้ไฟเลี้ยงให้กับระบบ 5 โวลต์ ซึ่งหลักการทำงานของระบบ คือ เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับเส้นและสิ่งกีดขวางแบบอินฟราเรด ตรวจจับได้ว่ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ เซนเซอร์ก็จะสั่งให้โมดูลรีเลย์ทำงาน เพื่อขับปั้มน้ำขนาดเล็กให้จ่ายเจลแอลกอฮอล์ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ห่างออกไป เกินกว่าที่ตัวเซนเซอร์จะสามารถตรวจจับได้ ระบบก็จะหยุดการทำงาน ซึ่งระยะของการตรวจจับสิ่งกีดขวางของตัวเซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ในระยะประมาณ 1-2 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 4



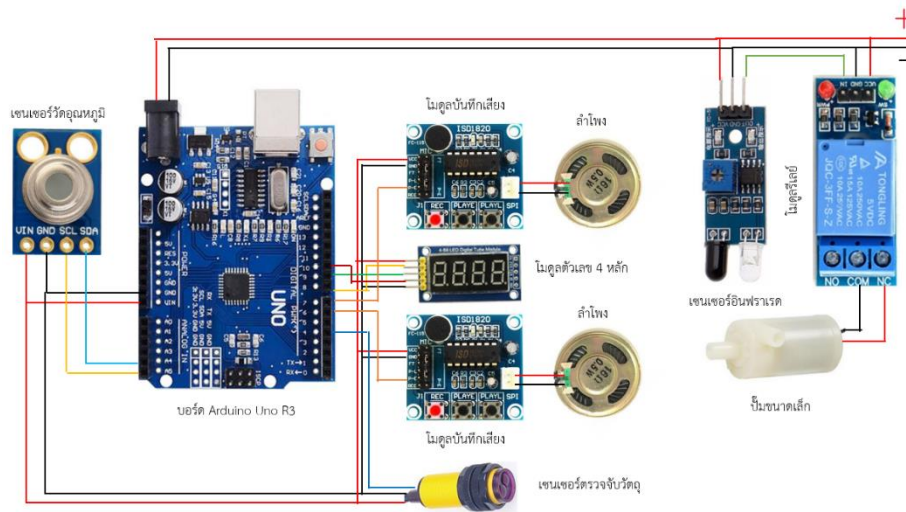
ภาพที่ 4 วงจรการจ่ายเจลแอลกอฮอล์

5. การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิร่างกาย

วงจรวัดอุณหภูมิของร่างกาย ถูกออกแบบขึ้นมาจากการนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มาประยุกต์รวมเข้าด้วยกัน เพื่อสั่งการทำงานของระบบตามต้องการ ซึ่งอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทำงาน ประกอบไปด้วย บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิร่างกาย เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ โมดูลบันทึกเสียงและเล่นเสียง ลำโพง และโมดูลแสดงค่าตัวเลข 4 หลัก ใช้ไฟเลี้ยงให้กับระบบ 5-12 Vdc ระยะการตรวจวัดอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 1-2 เซนติเมตร ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกาย คือ เมื่อใช้หน้าผากหรือฝ่ามือเข้าใกล้ที่ตัวเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิก็จะทำการตรวจวัดอุณหภูมิของร่างกาย และส่งค่าไปประมวลผลที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมกับแสดงผลการวัดอุณหภูมิของร่างกายผ่านทางโมดูลแสดงผลตัวเลข 4 หลัก และแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยใช้โมดูลบันทึกเสียงและเล่นเสียงผ่านตัวลำโพง เพื่อทำการแจ้งเตือนผลการวัดอุณหภูมิ ให้กับผู้ใช้บริการได้รับทราบ ในส่วนของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ถูกนำมาติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อชี้จุดการวัดอุณหภูมิ เพื่อให้ผู้ใช้บริการได้วางตำแหน่งการวัดอุณหภูมิได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งการควบคุมการทำงานของระบบ จะใช้การเขียนโค้ดจากโปรแกรม Arduino เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิร่างกาย



ภาพที่ 6 วงจรเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซนเซอร์

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน

จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยผู้ใช้บริการเป็นนักศึกษาระดับ ปวช. จำนวน 10 คน ระดับ ปวส. จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น 20 คน ด้วยแบบประเมินที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจแบบตอบคำถาม ปลายเปิดเป็นเครื่องมือ จากผลการประเมินพบว่า เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบ เซ็นเซอร์สามารถทำงานได้ในระดับดี ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 ระดับความพึงพอใจต่อการใ้

งานคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 77 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงาน

ประเด็นประเมิน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	เกณฑ์การประเมิน
1. ความเหมาะสมสวยงามของตัวเครื่อง	20	3.55	71	0.67	มาก
2. ความแข็งแรงทนทานของตัวเครื่อง	20	3.50	70	0.74	มาก
3. ความเหมาะสมของเจลแอลกอฮอล์ที่จ่าย	20	3.90	78	0.70	มาก
4. ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน	20	4.15	83	0.79	มาก
5. ความสะดวกในการเติมเจลแอลกอฮอล์	20	4.20	84	0.75	มาก
6. ความพึงพอใจในประสิทธิภาพการทำงาน	20	3.80	76	0.75	มาก
เฉลี่ย	20	3.85	77	0.73	มาก

หมายเหตุ เกณฑ์การประเมินแบ่งออกได้ดังนี้

- 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00
- 4 หมายถึง พึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50
- 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50
- 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50
- 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยมาก ค่าเฉลี่ย 0 – 1.50

ผลการประเมินค่าเฉลี่ย

จากผลการประเมินหาค่าเฉลี่ย ของเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ โดยการทำแบบประเมินความพึงพอใจ ต่อการใช้งานและการทำงานของตัวเครื่อง รวมไปถึงความสมบูรณ์แข็งแรง และความเหมาะสมสวยงามของตัวเครื่อง ของนักศึกษาระดับชั้น ปวช. จำนวน 10 คน ระดับชั้น ปวส. จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 20 คน แบ่งประเด็นการประเมินออกเป็น 6 ประเด็น ซึ่งแต่ละประเด็นมีผลการประเมินความพึงพอใจเฉลี่ย ดังนี้

- 1. ความเหมาะสมสวยงามของตัวเครื่อง ค่าเฉลี่ย 3.55
- 2. ความแข็งแรงทนทานของตัวเครื่อง ค่าเฉลี่ย 3.50
- 3. ความเหมาะสมของเจลแอลกอฮอล์ที่จ่าย ค่าเฉลี่ย 3.90
- 4. ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน ค่าเฉลี่ย 4.15
- 5. ความสะดวกในการเติมเจลแอลกอฮอล์ ค่าเฉลี่ย 4.20
- 6. ความพึงพอใจในประสิทธิภาพการทำงาน ค่าเฉลี่ย 3.80



ภาพที่ 7 ผลการประเมินค่าเฉลี่ย

ผลการประเมินค่าร้อยละ

จากผลการประเมินหาค่าร้อยละ ของเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ โดยการทำแบบประเมินความพึงพอใจ ต่อการใช้งานและการทำงานของตัวเครื่อง รวมไปถึงความสมบูรณ์ แข็งแรง และความเหมาะสมสวยงามของตัวเครื่อง ของนักศึกษาระดับชั้น ปวช. จำนวน 10 คน ระดับชั้น ปวส. จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 20 คน แบ่งประเด็นการประเมินออกเป็น 6 ประเด็น ซึ่งแต่ละประเด็นมีผลการประเมินความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ ดังนี้

1. ความเหมาะสมสวยงามของตัวเครื่อง คิดเป็นร้อยละ 71
2. ความแข็งแรงทนทานของตัวเครื่อง คิดเป็นร้อยละ 70
3. ความเหมาะสมของเจลแอลกอฮอล์ที่จ่าย คิดเป็นร้อยละ 78
4. ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 83
5. ความสะดวกในการเติมเจลแอลกอฮอล์ คิดเป็นร้อยละ 84
6. ความพึงพอใจในประสิทธิภาพการทำงาน คิดเป็นร้อยละ 76



ภาพที่ 8 ผลการประเมินค่าร้อยละ

ผลการประเมินค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากผลการประเมินหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ โดยการทำแบบประเมินความพึงพอใจ ต่อการใช้งานและการทำงานของตัวเครื่อง รวมไปถึงความสมบูรณ์แข็งแรง และความเหมาะสมสวยงามของตัวเครื่อง ของนักศึกษาระดับชั้น ปวช. จำนวน 10 คน ระดับชั้น ปวส. จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 20 คน แบ่งประเด็นการประเมินออกเป็น 6 ประเด็น ซึ่งแต่ละประเด็นมีผลการประเมินความพึงพอใจของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

1. ความเหมาะสมสวยงามของตัวเครื่อง เท่ากับ 0.67
2. ความแข็งแรงทนทานของตัวเครื่อง เท่ากับ 0.74
3. ความเหมาะสมของเจลแอลกอฮอล์ที่จ่าย เท่ากับ 0.70
4. ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน เท่ากับ 0.79
5. ความสะดวกในการเติมเจลแอลกอฮอล์ เท่ากับ 0.75
6. ความพึงพอใจในประสิทธิภาพการทำงาน เท่ากับ 0.75



ภาพที่ 9 ผลการประเมินค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิจารณ์ผล

จากการทดลองเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยผู้ใช้บริการเป็นนักศึกษาระดับ ปวช. จำนวน 10 คน ระดับ ปวส. จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น 20 คน ด้วยแบบประเมินที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจแบบตอบคำถามปลายเปิดเป็นเครื่องมือ ซึ่งประเด็นที่ใช้ในการประเมินประกอบไปด้วย 1. ความเหมาะสมสวยงามของตัวเครื่อง 2. ความแข็งแรงทนทานของตัวเครื่อง 3. ความเหมาะสมของเจลแอลกอฮอล์ที่จ่าย 4. ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน 5. ความสะดวกในการเติมเจลแอลกอฮอล์ 6. ความพึงพอใจในประสิทธิภาพการทำงาน จากผลการประเมินทั้ง 6 ประเด็น พบว่า ประเด็นที่ 5 ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงกว่าทุกประเด็น คิดเป็นร้อยละ 84 ส่วนประเด็นที่ 2 ได้รับคะแนนความพึงพอใจต่ำกว่าทุกประเด็น คิดเป็นร้อยละ 70 จากผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมต่อการใช้งาน ของเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์ พบว่าความพึงพอใจต่อการใช้งานของตัวเครื่องอยู่ในระดับดี

สรุปผล

จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยผู้ให้บริการเป็นนักศึกษาระดับ ปวช. จำนวน 10 คน ระดับ ปวส. จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น 20 คน ด้วยแบบประเมินที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจแบบตอบคำถามปลายเปิดเป็นเครื่องมือ มีทั้งหมดจำนวน 6 ข้อ คือ 1.ความเหมาะสมสวยงามของตัวเครื่อง 2. ความแข็งแรงทนทานของตัวเครื่อง 3. ความเหมาะสมของเจลแอลกอฮอล์ที่จ่าย 4. ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน 5. ความสะดวกในการเติมเจลแอลกอฮอล์ 6. ความพึงพอใจในประสิทธิภาพการทำงาน จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ให้บริการ พบว่า เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายร่วมกับการจ่ายเจลแอลกอฮอล์ด้วยระบบเซ็นเซอร์สามารถทำงานได้ในระดับดี ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 77 และระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.73

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษา แนะนำ ความคิดเห็น และกำลังใจแก่คณะผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณ วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่เอื้ออำนวยสถานที่ในการจัดทำงานวิจัย ตลอดจนบุคลากรทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ ตลอดจนการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ กองทุนวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

ชลธิชา ตั้งกิจ. “ผลของ COVID-19 ต่อโรคมะเร็งและโรคหัวใจและหลอดเลือด,” หน่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด โรงพยาบาลจุฬารัตน์ ราชวิทยาลัยจุฬารัตน์, 2563.

จุไรรัตน์ ดาทอง. “ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ของผู้สูงอายุ,” ปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ ภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562.

สุรินทร์ แห่งงาม, จักรี รัศมีฉาย, ศศิวรรณ อินทรวงศ์, ธนาวิทย์ โปรงเจริญ, และธนาภัทร์ เทศสวัสดิ์. “ระบบการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเติมเงินผ่าน RFID ควบคุมด้วย Arduino Uno R3,” วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชชมงคลธัญบุรี ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

นายฐิติ สิทธิวงค์กุล. “การพัฒนาต้นแบบโมดและส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์สำหรับงานเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย,” ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558.

P. R. Manual. “Arduino Uno r3 datasheet,” 2022.

การพัฒนารถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

Development of a Paddy Keep Machine V.2 for concrete floor

ดวงจันทร์ ธนิกกุล^{1*} ปฎิภาณ บุระตะ¹ สมศักดิ์ หมอแสง¹ ศักดิ์ดา เล็กงาม¹ กิตติยา เกาะกลาง¹

Duangjun Thanikkul^{1*} Patiparn Burata¹ Somsak Morsaeng¹ Sakda Loekngam¹ Kittiya Kaoklang¹

¹แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพิชิต 33 ถนนพิชิต-กำแพงเพชร ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิชิต 66000

¹Department of Electrical Power, Pichit Technical college, 33 Pichit-Kamphaengphet Road,

Naimuang Subdistrict, Muang District, Pichit Province, 66000

*Corresponding author E-mail: kal.dua@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและสร้างรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 2) ทดสอบประสิทธิภาพ 3) ประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานรถเก็บข้าวเปลือก ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของระยะเวลาในการเก็บข้าวเปลือกกับระยะความหนาของข้าวเปลือกที่ตากบนลานคอนกรีต 1,2,3 เซนติเมตร โดยให้รถเก็บข้าวเปลือกจำนวน 100 กิโลกรัมพบว่าที่ระยะการตากข้าวเปลือกบนลานหนา 1 เซนติเมตรเป็นระยะที่ใช้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 16.5 นาที เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้ง 2 ชุดทำงานพร้อมกันขณะมีโหลด วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 6.81 แอมป์, แรงดันไฟฟ้า 11.41 โวลต์ และกำลังไฟฟ้า 77.73 วัตต์ คำนวณเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ให้กับรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 จนเต็มจะใช้เวลา 951.54 นาที หรือ 15.86 ชั่วโมง, จำนวนยูนิตไฟฟ้าที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ 1.23 ยูนิตต่อครั้ง เสียค่าไฟฟ้าต่อการชาร์จเต็มหนึ่งครั้ง 5.44 บาท สามารถใช้รถได้ต่อเนื่องทั้งวันโดยไม่ต้องหยุดชาร์จไฟ ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 จากผู้ประเมินจำนวน 29 คน พบว่าผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.10 ($\bar{x} = 4.66, S.D. = 0.45$)

คำสำคัญ : รถเก็บข้าวเปลือก มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ชาร์จแบตเตอรี่ ยูนิตไฟฟ้า

Abstract

The purposes of this research were to 1) design and construct a Paddy Keep Machine V.2 for concrete floor, 2) to test its efficiency. 3) Assess the level of satisfaction of Paddy Keep Machine V.2. The test result of the correlation between the time of paddy storage and the thickness of the paddy that was dried on the concrete floor of 1,2,3 cm by using a machine to collect 100 kg of paddy, it was found that at the distance of paddy drying on the floor that was 1 cm thick, the least time on average was 16.5 minutes. Both DC motors are operating simultaneously under load. Measured the electric current of 6.81 amps, the voltage of 11.41 volts and the electrical power of 77.73 watts. It takes 951.54 minutes or 15.86 hours for full charge. The number of electrical units used to charge the battery is 1.23 units/times, the cost of

electricity per full charge is 5.44 baht. The Machine can be used continuously all day without stopping charging. The result of the satisfaction assessment in using a Paddy Keep Machine V.2 for concrete floor from 29 assessors found that the satisfaction was the highest level. representing 93.10 percent. ($\bar{x} = 4.66, S.D. = 0.45$)

Keywords : Paddy keep Machine, DC. electrical motor, Charge the battery, power unit

บทนำ

“ข้าว” เป็นสินค้าเกษตรหลักของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยมีเนื้อที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรรวมทั้งประเทศ 149.252 ล้านไร่ มีพื้นที่ปลูกข้าวทั้งสิ้น 68.722 ล้านไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลาง ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด คิดเป็น 46.044% ของพื้นที่เกษตรทั้งหมดของประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) และครอบคลุมครัวเรือนภาคเกษตรถึง 4.9 ล้านครัวเรือน คิดเป็น 60.5% ของจำนวนครัวเรือนภาคเกษตรทั้งหมด (กรมการค้าภายใน, 2564)

การเก็บเกี่ยวข้าวนาปีและนาปรังของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวส่วนใหญ่เกี่ยวข้าวด้วยแรงคนหรือเครื่องเกี่ยววางรายและตากข้าวในนาบนตอฟางหรือคันทา อาจมีดเป็นกำหรือวางรายก็ได้ โดยใช้เวลตาก 2-3 วัน แล้วจึงนวดข้าวเปลือกที่ได้จะไม่มีปัญหาเรื่องความชื้น เกษตรกรภาคกลางและภาคเหนือตอนล่างนิยมใช้เครื่องเกี่ยวและนวดไปพร้อมกันโดยต้องเกี่ยวข้าวในสภาพข้าวสด ทั้งในฤดูเก็บเกี่ยวนาปีและนาปรัง ข้าวเปลือกที่ได้จากการเก็บเกี่ยวหรือเกี่ยวนวดมักมีความชื้นสูง ทำให้เกิดความร้อนสะสมในกองข้าวเปลือก ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์เข้าทำลายเมล็ดข้าวเปลือกให้เสื่อมคุณภาพลงได้ จึงจำเป็นต้องลดความชื้นของข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยว ก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาในยุ้งฉางและรอการสีต่อไป (เชิดศักดิ์ ศรีหล้า, 2538) ซึ่งการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยการตากแดดนิยมใช้กันมานาน และยังใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน ซึ่งนิยมตากบนลานคอนกรีต ผ้าใบพลาสติก ตาข่ายพลาสติก และลานหินเคลือบมูลสัตว์ โดยชั้นข้าวเปลือกที่ตากแผ่ควรหนาไม่เกิน 5 เซนติเมตร และควรพลิกกลับบ่อย ๆ เพื่อให้ข้าวเปลือกได้รับความร้อนและคายความชื้นออกมาอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เวลาในการตากแดดประมาณ 3 ถึง 4 วัน จะทำให้ได้ข้าวเปลือกความชื้นร้อยละ 13-15 มาตรฐานเปียก (ประพาส วีระแพทย์, 2531) ความชื้นในข้าวเปลือกยังเป็นข้อกำหนดในการซื้อขายข้าวเปลือก ในปัจจุบันการรับซื้อข้าวของโรงสีจะกำหนดราคาข้าวเปลือกตามเปอร์เซ็นต์ความชื้นไม่เกิน 15 % เป็นหลัก หากเกษตรกรนำข้าวที่เพิ่งเก็บเกี่ยวใหม่ หรือที่ชาวนาเรียกว่า "ข้าวสด" ไปขายให้แก่โรงสี จะขายได้ราคาสูงกว่าข้าวตากแห้งที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยกว่า

การลดความชื้นข้าวเปลือกของเกษตรกรก่อนนำไปขายโรงสี โดยการตากแดดเป็นวิธีที่ง่าย แต่ต้องใช้จำนวนคนและเวลานานในการกวาดเก็บเมล็ดข้าวเปลือกใส่กระสอบในแต่ละครั้ง เมื่อทำการผึ่งตากลดความชื้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้คือ 1) ออกแบบและสร้างรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 เพื่อใช้ประโยชน์ในการเก็บข้าวเปลือกจากการผึ่งตากที่ลานตากคอนกรีต โดยรวบรวมทั้งกระบวนการกวาดเก็บข้าวเปลือก และกระบวนการลำเลียงเมล็ดข้าวเปลือกลงในกระสอบอยู่ภายในชุดเดียว 2) ทดสอบประสิทธิภาพรถ

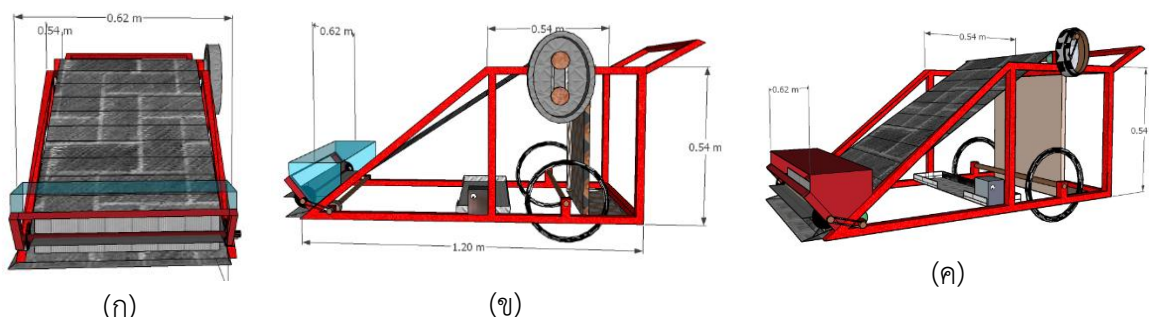
เก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 3) ประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อออกแบบสร้างรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต ทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 ซึ่งมีวิธีการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ออกแบบรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

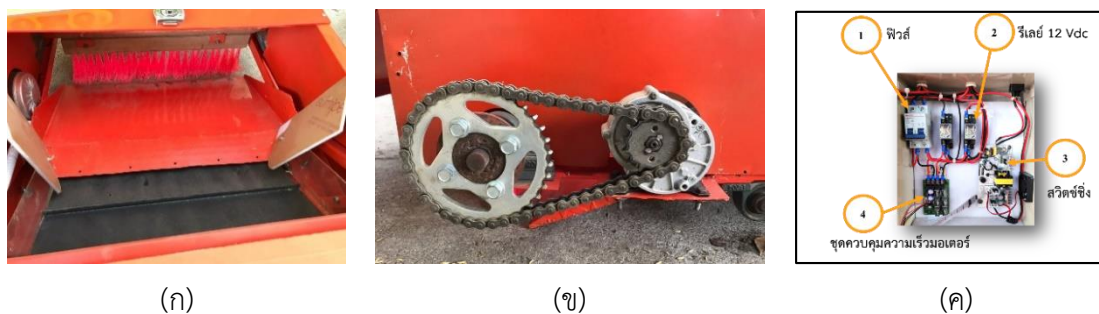
รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 เน้นออกแบบให้ใช้งานได้ง่ายและปลอดภัย ในการออกแบบครั้งนี้ทางทีมวิจัยเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนชุดแปรงปัดข้าวเปลือกและสายพานลำเลียงข้าวเปลือก เนื่องด้วยมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าเครื่องยนต์ ราคาถูกกว่าและไม่ปล่อยมลพิษออกมาทำลายสิ่งแวดล้อม แต่พลังกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้ามีน้อยกว่าเครื่องยนต์ จึงออกแบบให้ชิ้นส่วนในการทำงานมีน้ำหนักเบาและขนาดรถไม่ใหญ่เกินไปเพื่อประสิทธิภาพในการทำงาน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบชิ้นงาน รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 (ก) ด้านหน้า (ข) ด้านข้าง (ค) ด้านบน

1.1 กระบวนการกวาดเก็บข้าวเปลือก

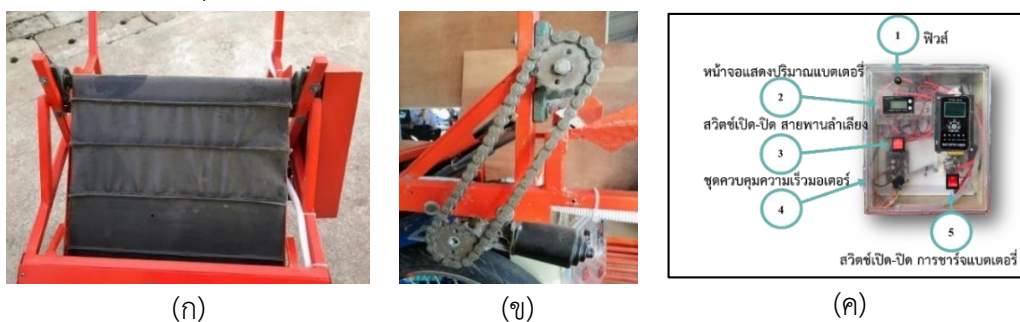
หลักในการออกแบบชุดแปรงปัดข้าวเปลือกที่เป็นหนึ่งในอุปกรณ์ประกอบของรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 โดยต้องการให้มีน้ำหนักเบากว่าชุดกวาดเก็บข้าวเปลือกแบบโลหะและไม่ทำให้เมล็ดข้าวแตกหักจากการกวาด จึงใช้ชุดแปรงปัดข้าวแบบขนแปรงพลาสติกจำนวน 24 ชุดยึดติดบนแผ่นไม้ความยาว 50 เซนติเมตร ปรับความสูงของปลายแปรงให้พอดีกับพื้นคอนกรีตเพื่อให้กวาดข้าวเปลือกได้หมด ดังภาพที่ 2 และต้นกำลังในการขับเคลื่อนชุดแปรงปัดข้าวเปลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ (Volt), กำลังไฟฟ้า 250 วัตต์ (Watt), ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาทีผ่านชุดเกียร์ทดรอบ 1:9 ทำให้แปรงปัดข้าวเปลือกหมุนด้วยความเร็ว 360 รอบต่อนาที ทำการทดสอบมอเตอร์ชุดปัดข้าวเปลือก ขณะไม่มีโหลด (No-Load) และขณะมีโหลด (On-Load) หาค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย และแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ เพื่อออกแบบชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์และอุปกรณ์ป้องกันการทำงานชุดแปรงปัดข้าวเปลือก



ภาพที่ 2 ชุดแปลงปัดข้าวเปลือก (ก) แปรงปัดข้าวเปลือก (ข) มอเตอร์ (ค) ตู้ควบคุมการทำงานของชุดแปลงปัด

1.2 กระบวนการลำเลียงเมล็ดข้าวเปลือก

การออกแบบสายพานลำเลียงทำจากผ้าโพลีเอสเตอร์ที่มีคุณสมบัติทนแรงดึงและรับน้ำหนักวัสดุได้ดี ยึดตัวได้น้อย ออกแบบให้มีความกว้าง 50 เซนติเมตรเย็บเป็นชั้นระยะห่าง 15 เซนติเมตร ระดับแนวลาดเอียงขึ้น 38 องศา ช่วยให้เมล็ดข้าวเปลือกไม่ไหลออกจากสายพานพร้อมลู่สู่กระสอบ ใช้แรงขับจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ (Volt), กำลังไฟฟ้า 50 วัตต์ (Watt), ความเร็วรอบ 40-150 รอบต่อนาที ส่งกำลังต่อไปยังเฟืองสเตอร์เพื่อหมุนพาโซ่แทรกเคลื่อนที่ทำให้สายพานลำเลียงข้าวเปลือกเคลื่อนตัวไปอย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 3 ทำการทดสอบมอเตอร์ชุดสายพานลำเลียง ขณะไม่มีโหลด (No-Load) และขณะมีโหลด (On-Load) โดยทำการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ที่ความเร็ว 40-135 รอบต่อนาที หาค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย และแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ เพื่อออกแบบชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์และอุปกรณ์ป้องกันการทำงานชุดลำเลียงข้าวเปลือก



ภาพที่ 3 ชุดสายพานลำเลียงข้าวเปลือก (ก) สายพานลำเลียงข้าวเปลือก (ข) มอเตอร์ (ค) ตู้ควบคุม

1.3 ระบบไฟฟ้าภายในรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

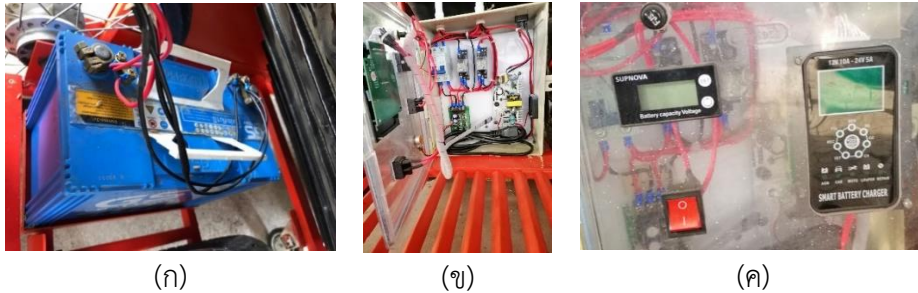
ระบบไฟฟ้าภายในรถจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC.) โดยการจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าทั้ง 2 ชุดมีกำลังไฟรวม 300 วัตต์ การคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่ (กองพัน อารีรักษ์, 2560)

$$Ah = \frac{DemandLoad}{V_{battery} \times DoD \times BatteryLoss} \quad (1)$$

โดยที่มิววิจัยจะเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V เพื่อจ่ายโหลดให้มอเตอร์สองตัวที่กำลังไฟรวม 300 วัตต์ ค่าความลึกของการคายประจุ 80% และค่าสูญเสียในแบตเตอรี่ 85% ดังนั้นสามารถคำนวณหาขนาดแบตเตอรี่จากสมการ (1) ได้ดังนี้

$$Ah = \frac{300}{12 \times 0.8 \times 0.85} = 36.764$$

ดังนั้นจากการคำนวณเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ ที่สามารถจ่ายไฟให้กับรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากทำงาน ต่อเนื่องตลอดทั้งวัน จึงเลือกใช้แบตเตอรี่แบบกึ่งแห้ง 12V, 90A ขนาด 17.3x30.5x22.5 cm ควบคุมการชาร์จไฟด้วยชุด Battery Charger ขนาด 12V และมีจอแสดงสถานะปริมาณแบตเตอรี่ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ระบบไฟฟ้าภายในรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

(ก) แบตเตอรี่ 12V, 90A (ข) ชุดชาร์จไฟฟ้า (ค) จอแสดงสถานะชาร์จไฟฟ้าและปริมาณแบตเตอรี่

2. การประเมินประสิทธิภาพของรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

การประเมินประสิทธิภาพของรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 ประกอบด้วยการทดสอบความถูกต้องของการทำงานของรถเก็บข้าวเปลือก และทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายจากการชาร์จแบตเตอรี่

2.1 การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของรถเก็บข้าวเปลือก

นำรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 ไปทดลองเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต ซึ่งเป็นลานตากข้าววิสาหกิจชุมชนของบ้านไผ่สีสุก หมู่ที่ 10 ตำบลท่าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร โดยทดสอบความสัมพันธ์ของระยะเวลาในการเก็บข้าวเปลือกกับความหนาของข้าวเปลือกที่ตากบนลานคอนกรีต โดยให้รถเก็บข้าวเปลือกจำนวน 100 กิโลกรัม ที่ระยะความหนาของข้าวเปลือก 3 ระดับคือ 1 เซนติเมตร, 2 เซนติเมตร และ 3 เซนติเมตร ทำการทดสอบรวม 18 ครั้งเพื่อหาระยะเวลาเฉลี่ยในการเก็บข้าวเปลือกที่ลานตากคอนกรีต ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ทดสอบความถูกต้องในการทำงานของรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

2.2 ทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายจากการชาร์จแบตเตอรี่

โดยทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าทั้ง 2 ชุดทำงานขณะมีโหลด โดยมอเตอร์ชุดปิดข้าวเปลือกใช้ความเร็วรอบ 266 รอบต่อนาที และมอเตอร์ชุดสายพานลำเลียงใช้ความเร็วรอบ 127 รอบต่อนาที หาค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย, แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย เพื่อคำนวณเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่และคำนวณค่าไฟฟ้าสำหรับการชาร์จไฟฟ้าหนึ่งครั้ง

การคำนวณเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ (กองพัน อารีรักษ์, 2560)

$$\text{time (min)} = \frac{k \times Ah}{I_{max}} \quad (2)$$

เมื่อ k คือ ค่าคงที่ของการชาร์จแบตเตอรี่ ($k=72$)

Ah คือ ความจุแบตเตอรี่ (Ah)

I_{max} คือ กระแสชาร์จแบตเตอรี่สูงสุด (A)

การคำนวณจำนวนหน่วยยูนิตไฟฟ้า (กองพัน อารีรักษ์, 2560)

$$U = \frac{W}{1000} \times h \quad (3)$$

เมื่อ U คือ จำนวนหน่วยยูนิต (unit)

W คือ กำลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า (watt)

h คือ จำนวนชั่วโมงที่ใช้ใน 1 วัน (hour)

3. ประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

ที่วิจัยได้นำรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 ไปให้เกษตรกรทดลองใช้ ดังภาพที่ 6 และประเมินความพึงพอใจ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 จำนวน 2 ตอน คือตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน เป็นข้อความถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบประเมิน ลักษณะคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบ (Checklist) โดยสอบถามเกี่ยวกับเพศ อายุ อาชีพ และตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแนวคิดของ Likert (1967) ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าว กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวนทั้งสิ้น 29 คน

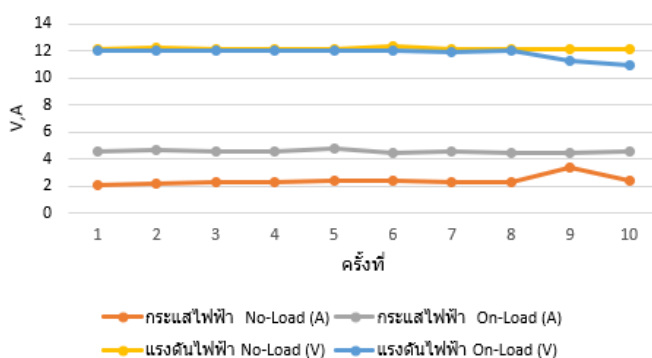


ภาพที่ 6 เกษตรกรผู้ปลูกข้าว ทดลองใช้รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบมอเตอร์ชุดปิดขั้วเปลือกขณะไม่มีโหลด (No-Load) และขณะมีโหลด (On-Load)

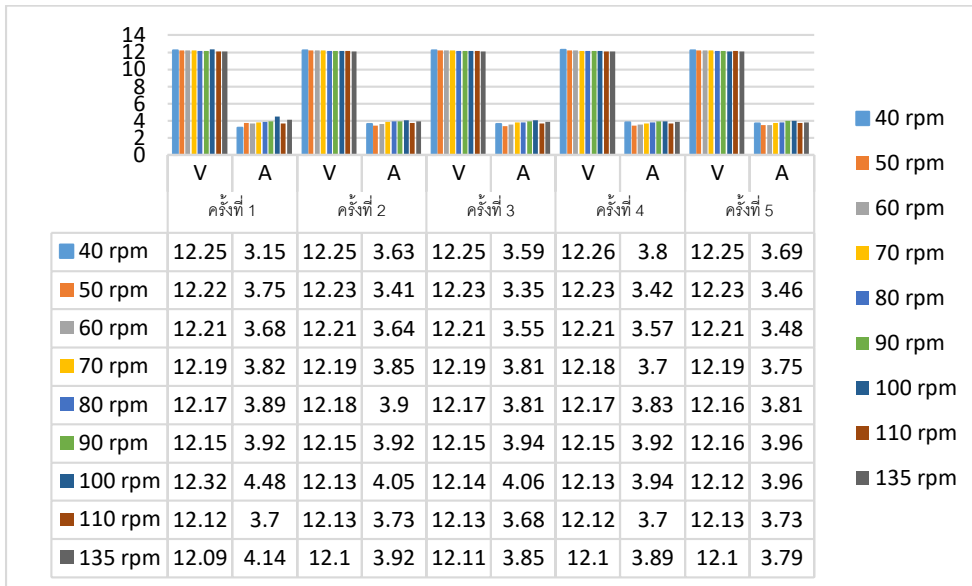
ผลการทดสอบมอเตอร์ชุดปิดขั้วเปลือกที่ความเร็วรอบ 360 รอบต่อนาที โดยทดสอบขณะไม่มีโหลด จำนวน 12 ครั้ง ได้ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 2.40 แอมป์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 12.14 โวลต์ และทำการทดสอบขณะมีโหลด จำนวน 12 ครั้ง ได้ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 4.57 แอมป์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 11.81 โวลต์ ดังภาพที่ 7 นำค่าเฉลี่ยที่ได้ ออกแบบชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ และอุปกรณ์ป้องกันการทำงานชุดแปรงปิดขั้วเปลือก (ขนาดพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน 1.25 เท่าของขนาดกระแส = $1.25 \times 4.57 = 5.71$ แอมป์) ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 10 แอมป์



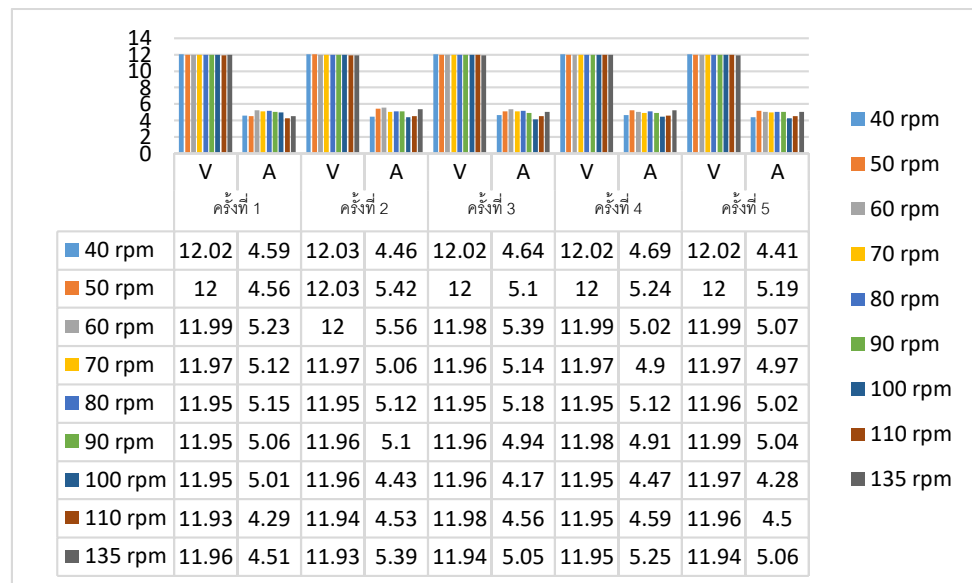
ภาพที่ 7 ผลการทดสอบมอเตอร์ชุดปิดขั้วเปลือกที่ความเร็วรอบ 360 รอบต่อนาที

ผลการทดสอบมอเตอร์ชุดสายพานลำเลียงขณะไม่มีโหลด (No-Load) และขณะมีโหลด (On-Load)

ผลการทดสอบมอเตอร์ชุดสายพานลำเลียง โดยทำการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ความเร็วรอบตั้งแต่ 40,50,60,70,80,90,100,110,135 รอบต่อนาที จำนวน 5 ครั้งต่อความเร็วรอบ โดยทดสอบขณะไม่มีโหลด ได้ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 3.91 แอมป์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 12.10 โวลต์ ดังภาพที่ 8 และทำการทดสอบขณะมีโหลด ได้ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 5.05 แอมป์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 11.94 โวลต์ ดังภาพที่ 9 เมื่อนำชุดสายพานลำเลียง ทดสอบลำเลียงเมล็ดข้าวเปลือกพบว่า ความเร็วรอบ 135 รอบต่อนาทีเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมในการลำเลียง ข้าวเปลือกได้เร็วที่สุด จึงนำค่ากระแสและแรงดันคำนวณพิกัดอุปกรณ์ป้องกันการทำงานชุดลำเลียงข้าวเปลือก (ขนาดพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน 1.25 เท่าของขนาดกระแส = $1.25 \times 5.05 = 6.31$ แอมป์) ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 10 แอมป์



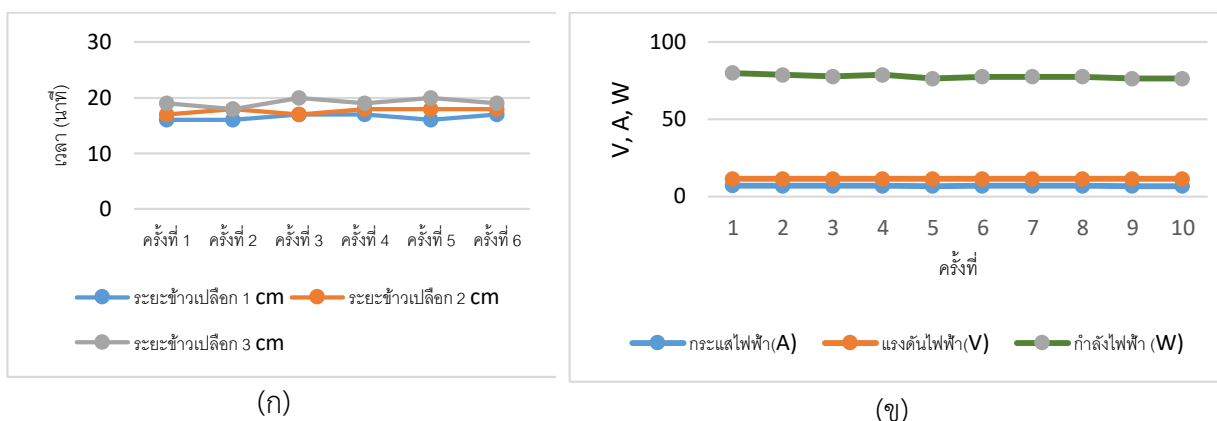
ภาพที่ 8 ผลการทดสอบมอเตอร์ชุดสายพานลำเลียงขณะไม่มีโหลด (No-Load)



ภาพที่ 9 ผลการทดสอบมอเตอร์ชุดสายพานลำเลียงขณะมีโหลด (On-Load)

ผลการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

ผลการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของรถเก็บข้าวเปลือกแสดงในภาพที่ 10 (ก) จากกราฟเปรียบเทียบเวลาที่รถเก็บข้าวเปลือกใช้เก็บกวาดข้าวเปลือก 100 kg ที่การตากข้าวเปลือกหนา 1,2,3 cm จะเห็นได้ว่าการเก็บข้าวเปลือกที่ตากบนลานน้ำหนั 100 kg ที่ระยะการตากข้าวเปลือกหนา 1 cm ใช้เวลาเฉลี่ย 16.5 นาที การเก็บข้าวเปลือกที่ตากบนลานน้ำหนั 100 kg ที่ระยะการตากข้าวเปลือกหนา 2 cm ใช้เวลาเฉลี่ย 17.67 นาที และการเก็บข้าวเปลือกที่ตากบนลานน้ำหนั 100 kg ที่ระยะการตากข้าวเปลือกหนา 3 cm ใช้เวลาเฉลี่ย 19.7 นาที พบว่า ระยะการตากข้าวเปลือกบนลานหนา 1 cm เหมาะสมกับการกวาดเก็บข้าวเปลือกของรถมากกว่าการตากข้าวเปลือกหนา 2,3 cm เมื่อเทียบปริมาณข้าวเปลือกเท่ากัน แต่ระยะเวลาในการกวาดน้อยกว่า



ภาพที่ 10 ผลการทดสอบ (ก) ผลการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 (ข) ผลทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายจากการชาร์จแบตเตอรี่

ผลทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายจากการชาร์จแบตเตอรี่

ผลการทดสอบเมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าทั้ง 2 ชุดทำงานพร้อมกันขณะมีโหลด มอเตอร์ชุดปิดข้าวเปลือกมีความเร็วรอบ 266 รอบต่อนาที และมอเตอร์ชุดสายพานลำเลียงมีความเร็วรอบ 127 รอบต่อนาที ผลการทดสอบได้ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 6.81 แอมป์, แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 11.41 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 77.73 วัตต์ แสดงในภาพที่ 10 (ข) ดังนั้นสามารถคำนวณเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ จากสมการที่ (2) ได้ดังนี้

$$\text{time (min)} = \frac{72 \times 90}{6.81} = 951.54 \text{ นาที หรือ } 15.86 \text{ ชั่วโมง}$$

และสามารถคำนวณหาจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่จากสมการที่ (3) ได้ดังนี้

$$U = \frac{77.73}{1000} \times 15.86 = 1.23 \text{ หน่วย}$$

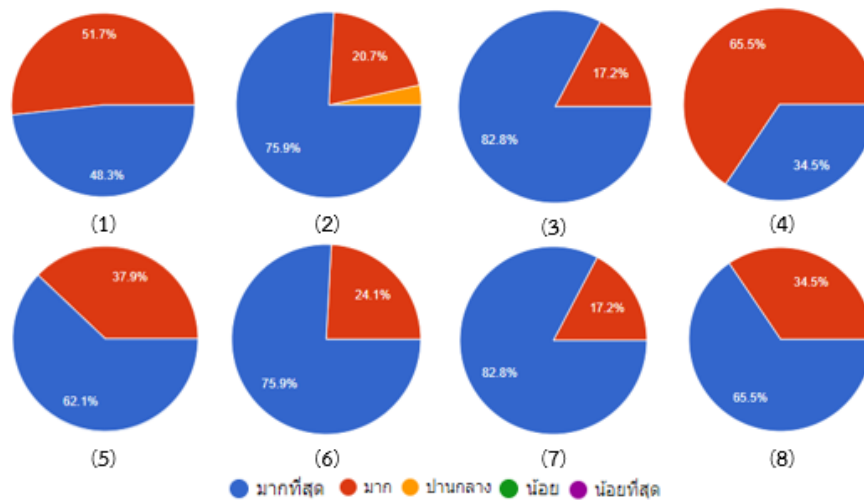
ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการชาร์จแบตเตอรี่จากที่บ้าน จะใช้ไฟฟ้า 1.23 หน่วยต่อครั้ง จากค่าไฟฟ้า 1 unit หรือ 1kWhr เท่ากับ 4.42 บาท (อ้างอิงจากอัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย) ดังนั้นการชาร์จแบตเตอรี่ของรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 จากที่บ้าน จะเสียค่าไฟฟ้าเป็นจำนวน 5.44 บาทต่อครั้ง

ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 จากกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 29 คน ในด้านข้อมูลส่วนบุคคล พบว่าผู้ตอบแบบประเมินส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 86.2 ที่เหลือเป็น เพศหญิง จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.8 มีอายุอยู่ในช่วง 20-58 ปี และมีอาชีพเป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าว คิดเป็นร้อยละ 100 และเมื่อพิจารณาผลการประเมินความพึงพอใจพบว่า ผู้ตอบแบบประเมินส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านประโยชน์การนำไปใช้ตรงตามเป้าหมาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ ($\bar{x} = 4.83, S.D = 0.45$) คิดเป็นร้อยละ 96.55 และผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในการใช้รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 โดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ประเมินพึงพอใจ ระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.10 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x} = 4.66, S.D. = 0.45$) ดังภาพที่ 11

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ร้อยละ	SD	เกณฑ์ประเมิน
	5	4	3	2	1				
ด้านโครงสร้าง									
1. โครงสร้างและขนาดของรถเก็บข้าวเปลือก	14	15	0	0	0	4.48	89.66	0.50	มาก
2. น้ำหนักของรถ	22	6	1	0	0	4.72	94.48	0.52	มากที่สุด
ด้านการใช้งาน									
3. ความสะดวกในการใช้งาน	24	5	0	0	0	4.83	96.55	0.38	มากที่สุด
4. สะดวกในการซ่อมและบำรุงรักษา	10	19	0	0	0	4.34	86.90	0.48	มาก
5. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	18	11	0	0	0	4.62	92.41	0.49	มากที่สุด
ด้านความรวดเร็ว									
6. ความรวดเร็วในการเก็บข้าวเปลือก	22	7	0	0	0	4.76	95.17	0.43	มากที่สุด
ด้านประโยชน์									
7. การนำไปใช้ตรงตามเป้าหมาย	24	5	0	0	0	4.83	96.55	0.38	มากที่สุด
8. ประโยชน์ด้านการเกษตร	19	10	0	0	0	4.66	93.10	0.48	มากที่สุด
สรุปค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละความพึงพอใจในการใช้รถเก็บข้าวเปลือก						4.66	93.10	0.45	มากที่สุด



ภาพที่ 11 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2

วิจารณ์ผล

รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 สามารถเก็บข้าวเปลือกจากการฝั่งตากที่ลานตากคอนกรีต โดยรวบรวมทั้งกระบวนการเก็บข้าวเปลือก และกระบวนการลำเลียงเมล็ดข้าวเปลือกลงในกระสอบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 V จำนวน 2 ตัว เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนชุดแปร่งปิดข้าวเปลือกและสายพานลำเลียงข้าวเปลือก เมื่อทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกวาดเมล็ดข้าวมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ทั้งไม่ใช้เครื่องจักร และใช้เครื่องยนต์ เป็นต้นกำลังในการเก็บ โดยมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป Santosh M B (2019) ได้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเก็บธัญพืชที่ตากบนลานคอนกรีตโดยใช้การออกแบบทางด้านเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อเก็บธัญพืชหลังจากฝั่งลมแล้ว เป็นเครื่องจักรที่ไม่มีเครื่องยนต์หรือไฟฟ้ามาเกี่ยวข้องใช้แรงงานคนเพียงคนเดียวในการทำงาน สามารถเก็บกวาดธัญพืชและบรรจุลงถุง 50 Kg ใช้เวลา 42 วินาที Were (2018) ได้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเก็บข้าวเปลือกและบรรจุลงถุง โดยใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง จากการทดสอบเครื่องมีประสิทธิภาพ 70.7% และทำงานเก็บข้าวเปลือกปริมาณ 6T/hr. ที่ความเร็ว

2 m/s ถึงแม้รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 จะเก็บข้าวเปลือกและบรรจุลงถุง 100 kg ใช้เวลา 16.5 นาที เนื่องจากกรณีขนาดเล็กและข้อจำกัดเรื่องแบตเตอรี่ เมื่อเทียบกับการใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง แต่พบว่ามีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าเครื่องยนต์ มอเตอร์มีราคาถูกกว่าเครื่องยนต์และไม่ปล่อยมลพิษออกมาทำลายสิ่งแวดล้อม ค่าใช้จ่ายในการชาร์จไฟต่อวันประหยัดกว่าค่าน้ำมันเบนซิน 15 เท่าช่วยลดระยะเวลาและแรงงานในการกวาดเก็บข้าวเปลือก ใช้งานได้ต่อเนื่องทั้งวัน เหมาะสำหรับการกำลังการเก็บข้าวเปลือกในลานตากระดับครัวเรือนหรือวิสาหกิจชุมชน

สรุปผล

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของระยะเวลาในการเก็บข้าวเปลือกกับระยะความหนาของข้าวเปลือกที่ตากบนลานคอนกรีต โดยให้รถเก็บข้าวเปลือกจำนวน 100 กิโลกรัม ที่ระยะความหนาของข้าวเปลือก 3 ระดับคือ 1,2,3 เซนติเมตร ทำการทดสอบรวม 18 ครั้งพบว่า ที่ระยะการตากข้าวเปลือกบนลานหนา 1 เซนติเมตรเหมาะสมกับการกวาดเก็บข้าวเปลือกของรถ มากกว่าการตากข้าวเปลือกหนา 2,3 เซนติเมตร เมื่อเทียบปริมาณข้าวเปลือกเท่ากัน แต่ใช้ระยะเวลาในการกวาดน้อยกว่าเพียง 16.5 นาที/ข้าวเปลือก 100 กิโลกรัมซึ่งรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 สามารถเก็บข้าวเปลือกและลำเลียงเมล็ดข้าวเปลือกลงในกระสอบอยู่ภายในชุดเดียว จะช่วยลดระยะเวลาและแรงงานในการกวาดเก็บข้าวเปลือก

ผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายจากการชาร์จแบตเตอรี่ เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าทั้ง 2 ชุดทำงานพร้อมกันขณะมีโหลด ทำการทดสอบรวม 10 ครั้งพบว่า ได้ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบดังนี้คือ กระแสไฟฟ้า 6.81 แอมป์, แรงดันไฟฟ้า 11.41 โวลต์ และกำลังไฟฟ้า 77.73 วัตต์ เมื่อคำนวณเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ให้กับรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 จนเต็มจะใช้เวลา 951.54 นาที หรือ 15.86 ชั่วโมง และคำนวณหาจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่จะใช้ไฟฟ้า 1.23 หน่วยต่อครั้ง ค่าหน่วยค่าไฟฟ้า 1 หน่วย หรือ 1kWhr เท่ากับ 4.42 บาท ดังนั้นการชาร์จแบตเตอรี่ของรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 จากไฟบ้าน จะเสียค่าไฟฟ้าเป็นจำนวน 5.44 บาท/ครั้ง เกษตรกรสามารถใช้รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 ได้ต่อเนื่องทั้งวันโดยไม่ต้องหยุดชาร์จไฟ

ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 จำนวน 29 คน พบว่าผู้ประเมินความพึงพอใจส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 86.2 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 13.8 มีอายุอยู่ในช่วง 20-58 ปี และมีอาชีพเป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าว คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งแบ่งประเด็นการประเมินออกเป็น 4 ด้านได้แก่ 1) ด้านโครงสร้าง 2) ด้านการใช้งาน 3) ด้านความรวดเร็ว 4) ด้านประโยชน์ พบว่า ผู้ตอบแบบประเมินส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านประโยชน์การนำไปใช้ตรงตามเป้าหมาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ ($\bar{x} = 4.83$) คิดเป็นร้อยละ 96.55 และผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในการใช้รถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 โดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ประเมินพึงพอใจ ระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.10 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x} = 4.66$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์และนักศึกษา แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบคุณผู้ใหญ่บ้านและชาวบ้านไผ่สีสุณ หมู่ที่ 10 ตำบลท่าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ที่ให้ความอนุเคราะห์นำรถเก็บข้าวเปลือกจากลานตากคอนกรีต V.2 ไปทดลองใช้งานจริงกับลานตากข้าวบ้านไผ่สีสุณ ซึ่งเป็นวิสาหกิจชุมชนของหมู่บ้านในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าภายใน. 2564. สิ้นค้าเกษตร: จำนวนครัวเรือนผู้ปลูกข้าวนาปีและนาปรังปี 2564. แหล่งข้อมูล:

<https://www.dit.go.th/Content.aspx?m=19>. ค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2565.

กองพัน อารีรักษ์. 2560. แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าพวกพ. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

เชิดศักดิ์ ศรีหล้า. 2538. การศึกษาการใช้ตาข่ายพลาสติก ผ้าใบพลาสติกและลานคอนกรีตในการตากข้าวเปลือกของเกษตรกร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ประพาส วีระแพทย์. 2531. ความรู้เรื่องข้าว. สำนักพิมพ์กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร: เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รายจังหวัด ปีพ.ศ. 2562. แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/socio/LandUtilization2562.pdf>. ค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 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.

Santosh M B, Sunilkumara H. 2019. Design and Fabrication of Grain Collector. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). NCMPC- 2019Conference Proceedings. Volume 7, Issue 07. Available: <https://www.ijert.org/ncmpc-2019-volume-7-issue-07>. Accessed Feb.14, 2022.

Were, Sadiki. 2018. Design and construction of a mobile paddy collection and bagging Machine. Thesis. Busitema University, Uganda.

การจำลองพลศาสตร์อัคคีภัยเพื่อการออกแบบระบบดับเพลิงด้วยก๊าซไนโตรเจน Fire dynamics simulation for nitrogen fire suppression design

ธนพร วัฒนเสน^{1*} เฉลิมพล เปล่งสะอาด¹

Thanaporn Wattanasen^{1*} Chalermpol Plengsa-ard¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Department of Fire Protection Engineering Faculty of Engineering Kasetsart University Bangkok 10900

*Corresponding author E-mail: thanaporn.watt@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้แสดงผลการจำลองพลศาสตร์อัคคีภัยเพื่อการออกแบบระบบดับเพลิงด้วยก๊าซไนโตรเจน โดยใช้โปรแกรม Pyrosim มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบระยะเวลาในการดับเพลิง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณของก๊าซออกซิเจน จำลองบนสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นเมื่อเกิดเพลิงไหม้ภายในห้องเซิร์ฟเวอร์พื้นที่ 36 ตารางเมตร โดยต้นเพลิงเกิดจากสายไฟบริเวณใต้พื้นยก มีอัตราการปลดปล่อยความร้อนที่ 475 กิโลวัตต์/ตารางเมตร จากการคำนวณต้องการก๊าซไนโตรเจนขั้นต่ำ 104.17 ลูกบาศก์เมตร ฉีดท่วมห้องภายใน 60 วินาทีเพื่อดับเพลิง ทำการจำลอง 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 ติดตั้งหัวฉีด 1 หัว ฉีดก๊าซไนโตรเจน 100% โดยปริมาตร และกรณีที่ 2 ติดตั้งหัวฉีด 2 หัว ฉีดก๊าซไนโตรเจน 50% โดยปริมาตรต่อหัว พบว่าจำนวนหัวฉีดมีผลต่อระยะเวลาในการดับเพลิง กรณีที่ 2 ใช้เวลาในการดับเพลิงน้อยกว่ากรณีที่ 1 นอกจากนี้อุณหภูมิและปริมาณก๊าซออกซิเจนในอากาศลดลงเร็วกว่ากรณีที่ 1 เช่นกัน

คำสำคัญ : ก๊าซไนโตรเจน, ห้องเซิร์ฟเวอร์, อัตราการปลดปล่อยความร้อน

Abstract

This research presents a simulation of a nitrogen fire suppression system by using a computer program called Pyrosim. The objectives were to compare the fire extinguishing time, as well as the change in temperature and oxygen concentration, in a case scenario where a cable beneath the raised floor caused a fire and the heat release rate was 475 kW/m² inside a 36 m² server room. According to the calculations, 104.17 m³ of nitrogen gas is required to be injected into the room within 60 seconds. The simulations were performed for two cases, in case 1, one nozzle injected 100% nitrogen gas by volume, and in case 2, two nozzles injected 50% by volume. The study showed that case 2 took time to extinguish the fire less than case 1. Furthermore, temperature and oxygen concentration decreased faster than in case 1 as well.

Keywords : Nitrogen gas, Server room, Heat release rate

บทนำ

ห้องเซิร์ฟเวอร์เป็นศูนย์รวมอุปกรณ์สื่อสาร สายสัญญาณ และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภายในองค์กร ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของทุกองค์กรจึงต้องมีการออกแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งาน มีระบบรักษาความปลอดภัยที่ดี มีการวางแผนระบบไฟฟ้าสำรองในกรณีที่ระบบไฟฟ้าหลักขัดข้อง รวมไปถึงมีระบบป้องกันอัคคีภัยที่เชื่อถือได้เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง รวมถึงป้องกันความเสียหายและการสูญหายของข้อมูลซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อธุรกิจอย่างมาก

ในปัจจุบันระบบสารสะอาดดับเพลิงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในพื้นที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีมูลค่าสูง เช่น ห้องเซิร์ฟเวอร์ ห้องไฟฟ้า ห้องคอมพิวเตอร์ และห้องจัดแสดงสินค้า หรือทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูง เช่น พิพิธภัณฑ์ โดยกลไกหลักในการดับไฟคือการลดออกซิเจนในอากาศให้ต่ำกว่า 15% ทำให้สามารถดับไฟได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้การใช้สารสะอาดดับเพลิงจะไม่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าและทรัพย์สินได้รับความเสียหาย อีกทั้งยังไม่เป็นพิษต่อบุคคลที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เพลิงไหม้ด้วย

จากมาตรฐานระบบสารสะอาดดับเพลิง NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems ที่กล่าวถึงการออกแบบระบบสารสะอาดดับเพลิง การเลือกชนิดของสารสะอาดดับเพลิง การกำหนดระดับความเข้มข้นของสารสะอาดดับเพลิงที่เหมาะสม การกำหนดเวลาในการอพยพคนออกจากพื้นที่ป้องกันคุณสมบัติของถังบรรจุก๊าซ และท่อที่ใช้ในระบบ รวมไปถึงการติดตั้งตามมาตรฐานสามารถใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบระบบดับเพลิงด้วยสารสะอาดได้ แต่การออกแบบจำนวนหัวฉีดสารนั้นย่อมมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ บางพื้นที่อาจมีผนัง หรือตู้เก็บของขนาดใหญ่ซึ่งมีผลต่อการกระจายตัวของสารสะอาดดับเพลิง และอาจมีผลต่อระยะเวลาในการดับเพลิง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการออกแบบจำนวนหัวฉีดก๊าซไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการป้องกันอัคคีภัยในห้องจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และทรัพย์สินมูลค่าสูงที่ไม่สามารถใช้ระบบดับเพลิงด้วยน้ำได้ โดยจำลองการใช้ก๊าซไนโตรเจนดับเพลิงในห้องเซิร์ฟเวอร์ที่มีการออกแบบจำนวนหัวฉีดสารต่างกัน เพื่อศึกษาการกระจายตัวของก๊าซไนโตรเจน หาระยะเวลาในการดับเพลิง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และปริมาณก๊าซออกซิเจนซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ และติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยก๊าซไนโตรเจนที่มีประสิทธิภาพได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

โปรแกรมที่ใช้ โปรแกรม Pyrosim 2021 พัฒนาโดยบริษัท Thunderhead Engineering ประเทศสหรัฐอเมริกาในการจำลองการเกิดเพลิงไหม้ และโปรแกรม Fire dynamics Simulator Smokeview พัฒนาโดยสถาบัน NIST ประเทศสหรัฐอเมริกา ในการแสดงผลการจำลองการเปลี่ยนแปลงของเปลวไฟ ปริมาณก๊าซออกซิเจน และอุณหภูมิภายในห้อง

สร้างแบบจำลองการเกิดเพลิงไหม้ กำหนดห้องเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการจำลองมีขนาดความกว้าง 6 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3 เมตร พื้นที่ 36 ตารางเมตร ปริมาตร 108 ลูกบาศก์เมตร กำหนดเวลาในการจำลอง 180

วินาที และกำหนดขนาดโครงข่ายของเพลิง (Fire Mesh) ขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3 เมตร ขนาดกริดที่ใช้ในแบบจำลองนี้มีค่าเท่ากับ $0.02 \times 0.02 \times 0.02$ เมตร โดยทดลองจากกริดที่มีขนาดละเอียดไปหากริดที่มีขนาดหยาบ พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้และเปลวไฟที่แสดงมีความละเอียดเพียงพอ โดยภายในห้องเซิร์ฟเวอร์ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล และสายไฟฟ้า กำหนดให้จุดต้นเพลิงเป็นสายไฟบริเวณใต้พื้นยก มีอัตราการปลดปล่อยความร้อนของสายไฟมีค่าเท่ากับ 475 กิโลวัตต์/ตารางเมตร พื้นที่เผาไหม้ 1 ตารางเมตร ดังแสดงบนตารางที่ 1 กำหนดชนิดวัสดุของโครงสร้างห้อง รวมถึงอุปกรณ์ภายในห้อง กำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน อุปกรณ์วัดปริมาณก๊าซออกซิเจน กำหนดตำแหน่งของช่องลมซึ่งทำหน้าที่เสมือนหัวฉีดก๊าซไนโตรเจน (Nozzle) ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2 กำหนดปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่ใช้ในการดับเพลิง โดยคำนวณปริมาณก๊าซไนโตรเจนขั้นต่ำที่ใช้ในการดับเพลิง (Minimum design quantity, MDQ) ตามสมการที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของวัตถุดิบเพลิงที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์เพลิงไหม้

เชื้อเพลิง	พื้นที่เผาไหม้ (ตารางเมตร)	อัตราการปลดปล่อยความร้อน (กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร)
สายไฟ	1	475

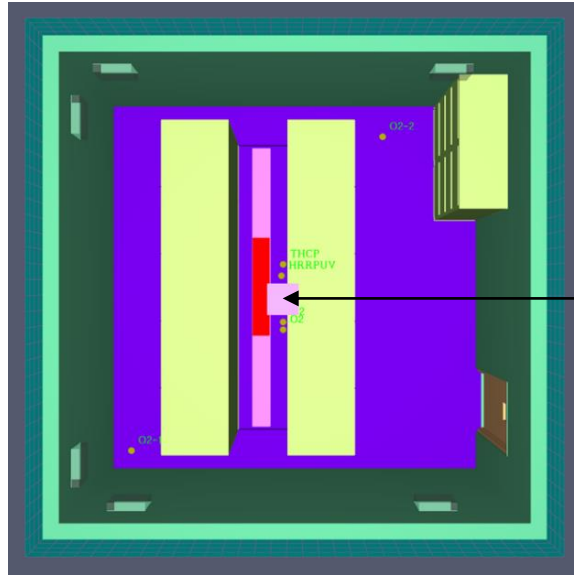
สมการที่ 1 คำนวณปริมาณก๊าซไนโตรเจนขั้นต่ำที่ใช้ในการดับเพลิง

$$MDQ = 2.303 \left(\frac{V_s}{S} \right) \log_{10} \left(\frac{100}{100-C} \right) (V)$$

เมื่อ	MDQ	=	ปริมาณสารต่ำสุดในการออกแบบ (ลูกบาศก์เมตร)
	V	=	ปริมาตรสุทธิของห้อง (ลูกบาศก์เมตร)
	V _s	=	ปริมาตรจำเพาะของก๊าซเฉื่อยที่ความดัน 1 บรรยากาศ และอุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส (ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม)
	S	=	ปริมาตรจำเพาะของก๊าซเฉื่อยที่ความดัน 1 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิห้อง (t) (ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2
	C	=	ค่าความเข้มข้นในการออกแบบในหน่วยร้อยละ โดยจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าความเข้มข้นต่ำสุดในการออกแบบ (MDC)

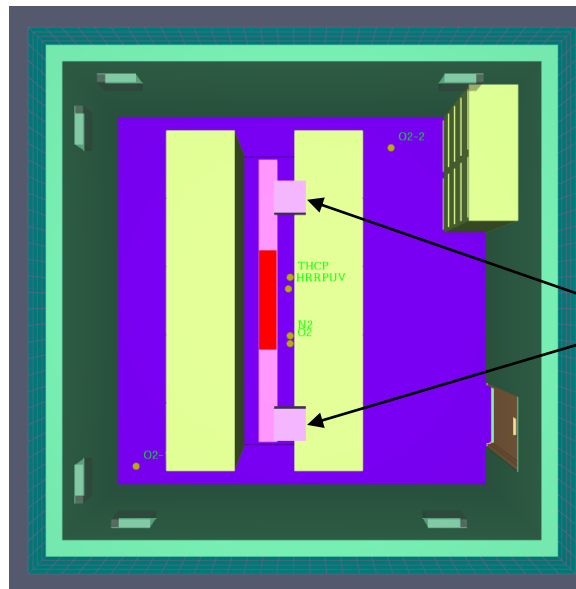
สมการที่ 2 คำนวณปริมาณจำเพาะของก๊าซเฉื่อยที่ความดัน 1 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิห้อง (t)

$$S = 0.7997 + 0.00293(t)$$



ช่องลมซึ่งทำหน้าที่เสมือน
หัวฉีดก๊าซไนโตรเจน

ภาพที่ 1 แบบจำลองห้องเซิร์ฟเวอร์ กรณีติดตั้งหัวจ่ายก๊าซไนโตรเจน 1 หัว



ช่องลมซึ่งทำหน้าที่เสมือน
หัวฉีดก๊าซไนโตรเจน

ภาพที่ 2 แบบจำลองห้องเซิร์ฟเวอร์ กรณีติดตั้งหัวจ่ายก๊าซไนโตรเจน 2 หัว

จากการคำนวณตามมาตรฐานสารสะอาดดับเพลิง (NFPA 2001 Standard on clean agent fire extinguishing systems) และมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ที่ความเข้มข้นของไนโตรเจน 62% จะได้ปริมาณสารต่ำสุดในการออกแบบ และคำนวณอัตราการไหลภายใน 60 วินาทีดังแสดงบนตารางที่ 2

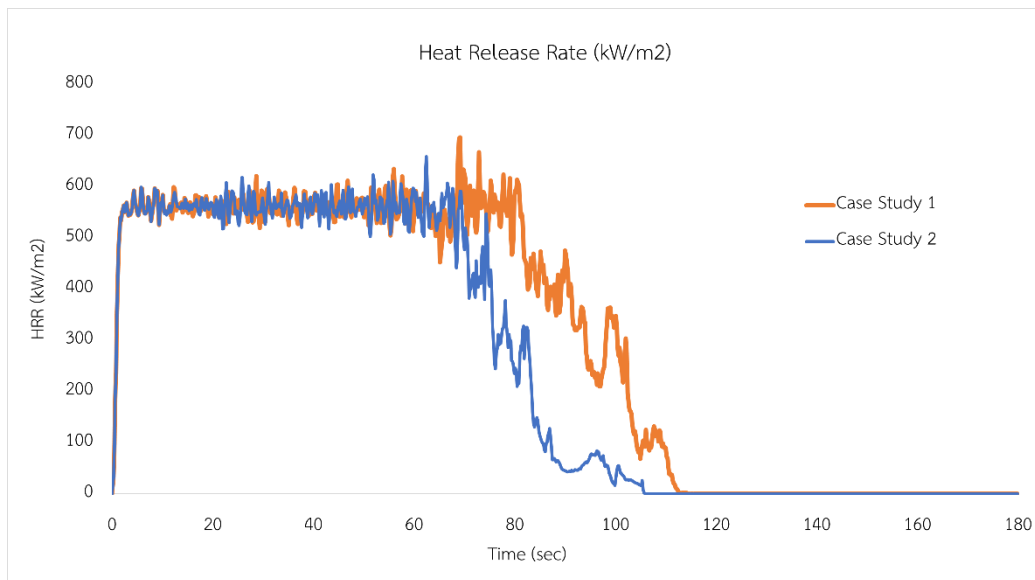
ตารางที่ 2 ตารางแสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนต่ำสุดในการออกแบบ และอัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน

กรณี	จำนวนหัวฉีด ก๊าซไนโตรเจน	ปริมาณสารต่ำสุดใน การออกแบบ (ลบ.ม.)	ปริมาตรต่อหัวฉีด (ลบ.ม.)	อัตราการไหลภายใน 60 วินาที (ลบ.ม./วินาที)
1	1	104.17	104.17	1.74
2	2	104.17	52.08	0.87

การกำหนดสถานการณ์ในการจำลอง สภาพะปกติห้องเซิร์ฟเวอร์มีอุณหภูมิประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส ปริมาณก๊าซออกซิเจนในอากาศ 21% เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้จากสายไฟบริเวณใต้พื้นยก กำหนดให้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนส่งสัญญาณให้หัวฉีดก๊าซไนโตรเจนทำงาน โดยเริ่มฉีดก๊าซไนโตรเจนหลังจากอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำงานไปแล้ว 60 วินาที และทำการเก็บข้อมูลอัตราการปลดปล่อยความร้อน ปริมาณก๊าซออกซิเจนในอากาศ และอุณหภูมิในช่วงเวลาต่างๆ จนถึงระยะเวลาที่ไฟดับโดยสมบูรณ์ที่อัตราการปลดปล่อยความร้อนเท่ากับศูนย์ มีความหมายว่าเชื้อเพลิงในการเผาไหม้หมดลง หรือปริมาณก๊าซออกซิเจนในอากาศต่ำกว่า 12.5% ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเผาไหม้ มีผลให้ปฏิกิริยาลูกโซ่จบลง

ผลการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดับเพลิง จากการประมวลผลทั้ง 2 กรณี กำหนดให้หัวฉีดก๊าซไนโตรเจนทำงานตามเงื่อนไขที่เวลา 60 วินาทีหลังจากอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำงาน และสั่งการให้ฉีดสารดับเพลิงก๊าซไนโตรเจนทั้งหมดภายในระยะเวลา 60 วินาที พบว่าทั้งสองกรณีก๊าซไนโตรเจนสามารถดับเพลิงได้ภายในระยเวลาน้อยกว่า 60 วินาที และกรณีที่ 2 ใช้ระยเวลาน้อยกว่ากรณีที่ 1 ดังสรุปผลไว้ในตารางที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอัตราการปลดปล่อยความร้อน

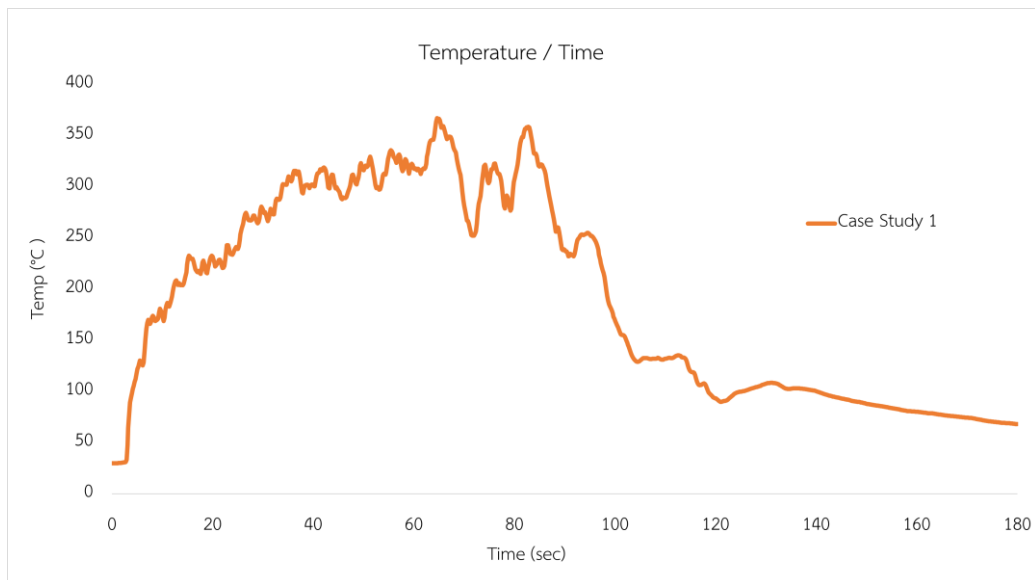
ตารางที่ 3 ระยะเวลาดับเพลิง

กรณีที่	จำนวนหัวฉีด ก๊าซไนโตรเจน	เวลาที่หัวฉีดเริ่ม ทำงาน (วินาที)	เวลา ณ HRR = 0 (วินาที)	ระยะเวลาดับเพลิง (วินาที)
1	1	60	116	56
2	2	60	107	47

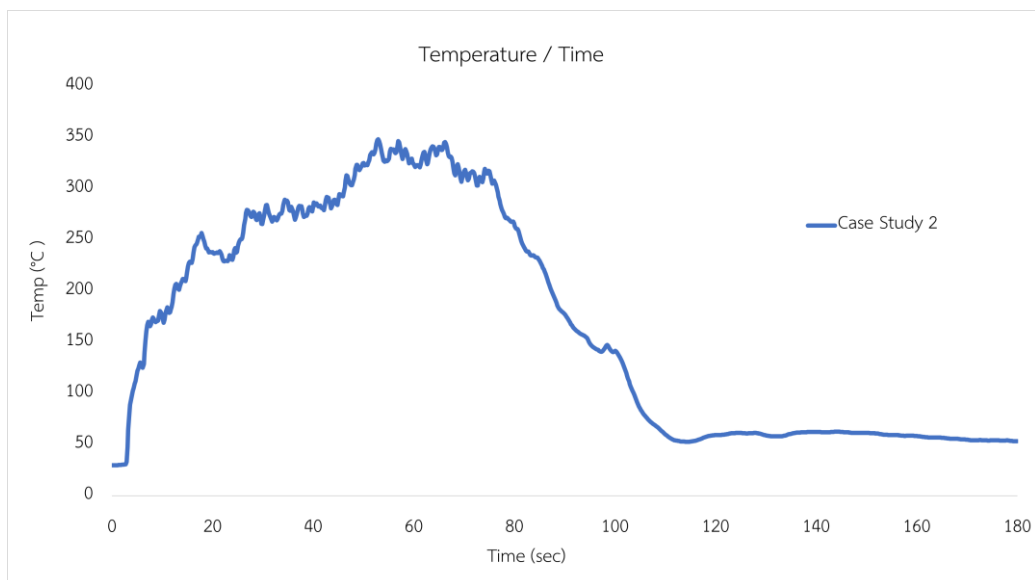
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในห้อง จากการประมวลผลทั้ง 2 กรณีพบว่า

กรณีที่ 1 ติดตั้งหัวฉีด 1 หัว ฉีดก๊าซไนโตรเจนปริมาณ 104.17 ลูกบาศก์เมตร ที่อัตราการไหล 1.74 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หลังจากที่ก๊าซไนโตรเจนถูกฉีดเข้าสู่ห้องที่เวลา 60 วินาที อุณหภูมิภายในห้องเท่ากับ 317 องศาเซลเซียส ที่เวลา 90 วินาที อุณหภูมิลดลงที่ 238 องศาเซลเซียส และที่เวลา 120 วินาที อุณหภูมิลดลงที่ 93 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 4

กรณีที่ 2 ติดตั้งหัวฉีด 2 หัว ฉีดก๊าซไนโตรเจนปริมาณ 104.17 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งแบ่งเป็น 52.08 ลูกบาศก์เมตรต่อหัว ที่อัตราการไหล 0.87 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หลังจากที่ก๊าซไนโตรเจนถูกฉีดเข้าสู่ห้องที่เวลา 60 วินาที อุณหภูมิภายในห้องเท่ากับ 322 องศาเซลเซียส ที่เวลา 90 วินาที อุณหภูมิลดลงที่ 177 องศาเซลเซียส และที่เวลา 120 วินาที อุณหภูมิลดลงที่ 59 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 5



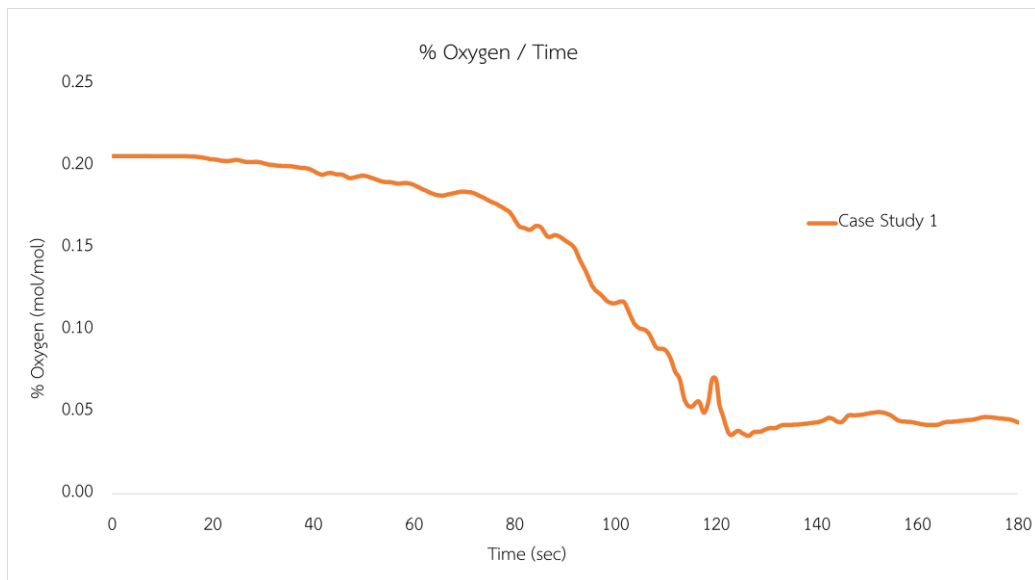
ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิภายในห้อง กรณีที่ 1



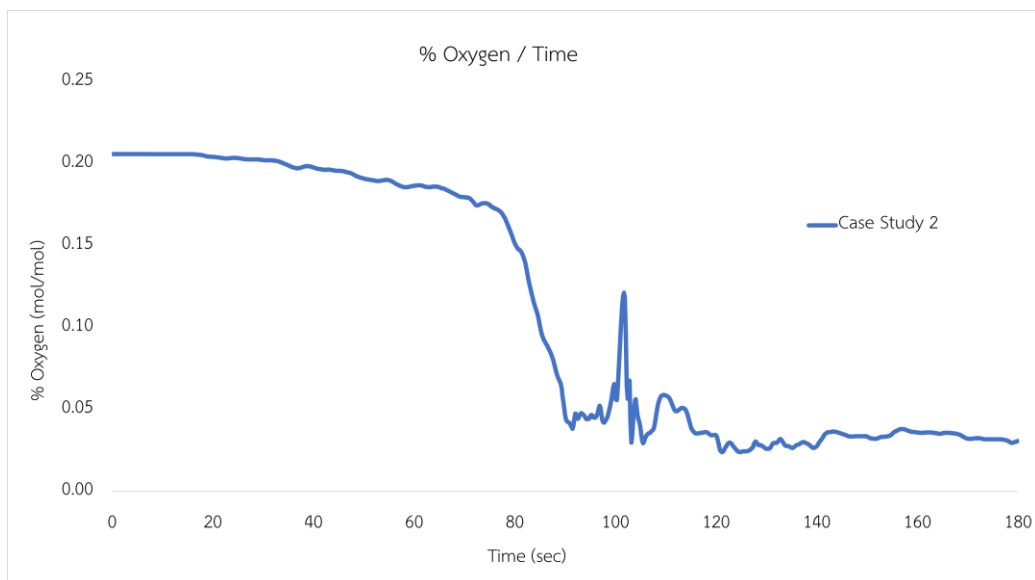
ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิภายในห้อง กรณีที่ 2

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในห้อง จากการประมวลผลทั้ง 2 กรณีพบว่า กรณีที่ 1 ที่สภาวะปกติมีก๊าซออกซิเจนอยู่ 21% หลังจากที่ยืดสารดับเพลิงก๊าซไนโตรเจนเข้าสู่ห้องแล้ว ที่เวลา 93 วินาที ปริมาณออกซิเจนลดลงต่ำกว่า 15% ดังแสดงในภาพที่ 6

กรณีที่ 2 ที่สภาวะปกติมีก๊าซออกซิเจนอยู่ 21% หลังจากที่ยืดสารดับเพลิงก๊าซไนโตรเจนเข้าสู่ห้องแล้ว ที่เวลา 82 วินาที ปริมาณออกซิเจนลดลงต่ำกว่า 15% ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับปริมาณก๊าซออกซิเจน กรณีที่ 1



ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับปริมาณก๊าซออกซิเจน กรณีที่ 2

วิจารณ์ผล

จำนวนหัวฉีดก๊าซไนโตรเจนที่เหมาะสมกับห้องเซิร์ฟเวอร์ขนาดพื้นที่ 36 ตารางเมตร มีความเป็นไปได้ทั้งสองกรณี เพราะสามารถใช้ดับเพลิงได้ภายในระยะเวลา 60 วินาที เป็นไปตามมาตรฐานระบบสารสะอาดดับเพลิง NFPA 2001 และมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย แต่หากคำนึงถึงงบประมาณในการติดตั้งนั้น กรณีที่ 1 การติดตั้งหัวฉีดก๊าซไนโตรเจน 1 หัวจะทำให้ประหยัดงบประมาณมากกว่ากรณีที่ 2 และเนื่องจากงานวิจัยนี้ทำการจำลองในห้องเพียงขนาดเดียวซึ่งถือเป็นห้องขนาดปานกลาง แต่ปัจจุบันห้อง

เซิร์ฟเวอร์มีหลายขนาดตามปริมาณข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บของในแต่ละองค์กร จึงควรทำการจำลองในห้องขนาด
อื่นๆ ด้วยเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบต่อไป

สรุปผล

1. จากตารางที่ 3 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการดับเพลิงในห้องเซิร์ฟเวอร์ด้วยก๊าซไนโตรเจนปริมาณเท่ากัน
แต่ติดตั้งจำนวนหัวฉีดก๊าซแตกต่างกัน สรุปได้ว่าการติดตั้งหัวฉีดก๊าซไนโตรเจนครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น จะมีผลทำ
ให้ระยะเวลาในการดับเพลิงน้อยลง กล่าวคือสามารถดับเพลิงได้เร็วขึ้น

2. จากการประมวลผลอุณหภูมิภายในห้อง ณ เวลาต่าง ๆ โดยจำนวนหัวฉีดก๊าซไนโตรเจนแตกต่างกัน
ในขณะที่ปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่ฉีดเข้าห้องเท่ากัน สามารถสรุปได้ว่าการติดตั้งหัวฉีดก๊าซไนโตรเจนครอบคลุม
พื้นที่มากขึ้น จะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในห้องดับเพลิงลดลงเร็วขึ้น

3. จากการประมวลผลปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในห้อง ณ เวลาต่าง ๆ โดยจำนวนหัวฉีดก๊าซไนโตรเจน
แตกต่างกัน ในขณะที่ปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่ฉีดเข้าห้องเท่ากัน สามารถสรุปได้ว่าการติดตั้งหัวฉีดก๊าซไนโตรเจน
กระจายตัวมากขึ้น จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในอากาศลดลงต่ำกว่า 15% เร็วขึ้น ซึ่งมีความหมายว่าเพลิงดับลง
เร็วขึ้น เนื่องจากขาดออกซิเจนในการเผาไหม้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล เป่ล่งสะอาด ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ประจำ
ภาควิชาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำ
วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

คณะอนุกรรมการสาขาวิศวกรรมเครื่องกล. 2551. มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

เมธา ชื่นศิริ. 2564. การศึกษาประสิทธิภาพระบบดับเพลิงก๊าซเฉื่อยด้วยโปรแกรมการจำลองพลศาสตร์อัคคีภัย

วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วรวิทย์ อึ้งภากรณ์. 2547. คู่มือออกแบบระบบดับเพลิงก๊าซไนโตรเจน N2 สำหรับวิศวกร. บทความวิชาการ ชุดที่9
สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย: 15-35

สาธิต วิฑูรชาติ. 2563. การจำลองพลศาสตร์อัคคีภัยเพื่อการออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัยของแผงบริษัท

ประธานรวมแรงต่ำ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ.

Morgan J. Hurley. 2016. SFPE Handbook of fire protection engineering, 5th Edition. Springer New
York, NY, USA.

National fire protection. 2015. NFPA 2001 Standard on clean agent fire extinguishing systems, 2015 Edition. International codes and standards organization, MA, USA.

Siam Syndicate Technology Company Limited. n.d. Clean Agent Fire Suppression System (Nitrogen). Available: <https://www.sst.co.th/en/product-detail/clean-agent-fire-suppression-system-nitrogen->, Accessed Mar.15, 2021.

Thunderhead_Engineering. 2021. PyroSim User Manual. Available: <http://thunderheadeng.com/pyrosim/>, Accessed Apr.15, 2022.

การดูดซับสีย้อมไรโอฟลาวินที่ด้วยฟิล์มคอมโพสิตจากจุลสาหร่ายดัดแปร
ด้วยสารไคโตซาน

Adsorption of Thioflavin T dye on composite film from chitosan
modified microalgae

วรศักดิ์ ธนาพรสิน^{1*} จักรกฤษณ์ อัมพูช²

Worrasak Thanapornsin^{1*} Chakkrit Umpuch²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34190

¹Environmental Engineering program, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University,
Ubonratchathani, 34190

*Corresponding author Email: Worrasak.th.56@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการดูดซับสีย้อม ไรโอฟลาวิน ที (Thioflavin T) จากสารละลายสีสังเคราะห์ที่ใช้ฟิล์มคอมโพสิต และจุลสาหร่ายดัดแปรด้วยสารไคโตซานเป็นตัวดูดซับ ฟิล์มคอมโพสิตจัดเตรียมจากสารแขวนลอยที่มีส่วนผสมของเพคตินธรรมชาติที่ได้จากการสกัดเปลือกส้มโอสายพันธุ์ทองดี และจุลสาหร่ายสายพันธุ์ (*Chlorella vulgaris*) ดัดแปรด้วยสารไคโตซาน ผลการศึกษาการดูดซับแบบกะ แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการดูดซับสีย้อมไรโอฟลาวิน ที ของตัวดูดซับฟิล์มเพคติน, ฟิล์มคอมโพสิต และจุลสาหร่ายดัดแปรด้วยสารไคโตซาน เท่ากับร้อยละ 26.6, 34.32 และ 37.38 ตามลำดับ ปริมาณการดูดซับสูงสุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ 10 และการเพิ่มอุณหภูมิส่งผลต่อความสามารถในการดูดซับสีย้อมไรโอฟลาวิน ที ให้มีค่าเพิ่มขึ้น ผลจากการวิเคราะห์พฤติกรรมดูดซับ พบว่า ปริมาณการดูดซับสูงสุดเท่ากับ 52.27 มิลลิกรัมต่อกรัม (mg/g) ณ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส การดูดซับเข้าสู่สมดุลภายในเวลา 360 นาที ตัวชะละลายที่ส่งผลต่อการคายซับได้ดีที่สุดคือ แอซิโตไนโตรที่ เท่ากับร้อยละ 36 จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ตัวดูดซับฟิล์มคอมโพสิตสามารถใช้เป็นตัวดูดซับที่มีประสิทธิภาพสำหรับการกำจัดสีย้อมไรโอฟลาวิน ที ได้

คำสำคัญ : สีย้อมไรโอฟลาวิน ที ฟิล์มคอมโพสิต จุลสาหร่ายดัดแปรด้วยไคโตซาน การดูดซับ

Abstract

The purpose of this research was to study the factors affecting the adsorption of Thioflavin T dye from synthetic dye solutions. using composite film and microalgae modified with chitosan as an adsorbent The composite film was prepared from a natural pectin-containing suspension extracted from grapefruit peels. Thongdee breed and microalgae species (*Chlorella vulgaris*) modified with chitosan. Results of a shift adsorption study shows that Absorption

content of thioflavin T dye of pectin film, composite film and microalgae modified with chitosan They were 26.6%, 34.32% and 37.38% respectively. The highest adsorption amount was observed at a pH of 10 and an increase in temperature resulted in an increase in the adsorption capacity of the thioflavin T dye. Results from the analysis of adsorption behavior The maximum adsorption amount was 52.27 milligrams per gram (mg/g) at 55 °C. The adsorption reached equilibrium within 360 minutes. Acetonitrite equal to 36 percent from the above experimental results show that composite film It can be used as an effective adsorbent for the removal of thioflavin dye.

Keyword : Thioflavin T dye, Composite film, Chitosan modified microalgae, Adsorption

บทนำ

สีย้อมเคมีสังเคราะห์ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ กระดาษ และสิ่งพิมพ์ เป็นต้น ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเหล่านี้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสมัยใหม่ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการพัฒนาสีย้อมธรรมชาติ แต่สีย้อมเคมีสังเคราะห์ยังคงได้รับความนิยมมากกว่า เนื่องจากย้อมติดง่าย รวดเร็ว เนื้อผ้ามีสีสดใส ติดทนนาน และมีราคาถูก อย่างไรก็ตาม หลังเสร็จสิ้นขั้นตอนการย้อมสีผ้า สีย้อมเหล่านี้จะตกค้างในน้ำทิ้งประมาณร้อยละ 20-30 เนื่องจากสีย้อมมีโครงสร้างที่ซับซ้อนจึงทนทานต่อแสงแดดและความร้อนทำให้เกิดการย่อยสลายเองตามธรรมชาติได้น้อย เมื่อน้ำทิ้งปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น แหล่งน้ำมีทัศนียภาพที่ไม่น่ามอง บดบังการส่องผ่านของแสงแดดสู่แหล่งน้ำ สุดท้ายจะทำให้แหล่งน้ำนั้นเน่าเสียในที่สุด ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำ สีย้อมไทโอฟลาวินที (Thioflavin T) เป็นสีย้อมเรืองแสงสีเหลือง นิยมนำมาเส้นใยโปรตีน เมื่อละลายในน้ำจะแตกตัวให้ประจุบวก อย่างไรก็ตาม สีย้อมชนิดนี้เมื่อละลายอยู่ในของเหลวจะมีฤทธิ์กัดกร่อน ระคายเคือง และสร้างความเสียหายแก่ดวงตาได้ จึงจำเป็นต้องทำการกำจัดสีย้อมเหล่านี้ก่อนปล่อยทิ้ง

ปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ เพื่อใช้กำจัดสีย้อมจากน้ำทิ้งหลากหลายวิธี ได้แก่ วิธีทางกายภาพ วิธีทางเคมี และวิธีทางชีวภาพ เป็นต้น วิธีการทางกายภาพ เช่น การแลกเปลี่ยนประจุ และการกรองออสโมซิสย้อนกลับ เป็นต้น เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อมสูง แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ต้องใช้ปั๊มแรงดันสูงในการกรอง และการเสื่อมสภาพของวัสดุแลกเปลี่ยนประจุและเยื่อกรอง เป็นต้น วิธีทางเคมี เช่น การสร้างรวมตะกอน การย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาเฟนตัน โอโซนเนชัน และโฟโตแคตตาไลติก เป็นต้น เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อมสูง แต่อย่างไรก็ตาม ต้องใช้สารเคมีที่มีราคาแพง ต้องใช้พลังงานในการดำเนินปฏิกิริยาสูง และอาจเกิดกากตะกอนปริมาณมากยุ่งยากแก่การกำจัด วิธีทางชีวภาพเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงเช่นกัน ตัวอย่าง เช่น การย่อยสลายแบบแอโรบิก และแอนแอโรบิก เป็นต้น อย่างไรก็ตาม วิธีการเหล่านี้ยังคงมีข้อจำกัดบางประการ เช่น มีอัตราเร็วในการกำจัดสีต่ำ อาจเกิดสารพิษที่เป็นพิษ และต้องรักษาภาวะใน

การดำเนินที่เข้มงวด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีการทางเคมีกายภาพ ได้แก่ การดูดซับ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับคามนิยมในการกำจัดสีย้อม เนื่องจากเป็นกระบวนการที่รวดเร็ว ไม่ซับซ้อน มีต้นทุนต่ำ และยังสามารถพัฒนาสารดูดซับจากวัสดุเหลือทิ้งได้

จังหวัดอุบลราชธานีมีแม่น้ำขนาดใหญ่ไหลผ่าน จึงมีพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่ของจุลสาหร่ายหลากหลายสายพันธุ์ สาหร่ายเหล่านี้สามารถนำมาสกัดเอาสารสำคัญที่มีมูลค่าสูงออกจากเซลล์ได้ เช่น คลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ และแอสตราแซนทีน เป็นต้น นอกจากนี้เศษซากจุลสาหร่ายที่เกิดขึ้นสามารถนำมาพัฒนาเป็นสารดูดซับได้ เนื่องจากเศษซากจุลสาหร่ายมีประจุลบที่พื้นผิว จึงสามารถดูดซับสีย้อมที่มีประจุบวกได้ดี นอกจากนี้ได้มีการรายงานว่าการดัดแปรวัสดุดูดซับด้วยสารโคโตซานซึ่งเป็นสารที่พบมากในสัตว์ที่มีเปลือกแข็ง เช่น กุ้ง และปู เป็นต้น สามารถเพิ่มความสามารถในการดูดซับสีย้อมได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้จุลสาหร่ายและนำมาดัดแปรด้วยโคโตซานเพื่อใช้เป็นสารดูดซับ แต่อย่างไรก็ตาม จุลสาหร่ายดัดแปรเหล่านี้มีอนุภาคที่มีขนาดเล็ก จึงแขวนลอยอยู่ในน้ำ ทำให้ยากต่อการนำกลับ (Recovery) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีการขึ้นรูปจุลสาหร่ายดัดแปรด้วยโคโตซานเป็นแผ่นฟิล์มคอมโพสิต โดยนำมาตรึงในชั้นฟิล์มบางของสารพอลิเมอร์ซึ่งเป็นสารที่พบมากในเปลือกผลไม้ เช่น ส้ม เสาวรส และเปลือกแตงโม เป็นต้น ในการขึ้นรูปสารดูดซับเป็นแผ่นฟิล์มบาง จึงทำให้ง่ายต่อการนำกลับสารดูดซับจากของเหลว

ดังนั้นงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาฟิล์มคอมโพสิตที่มีองค์ประกอบหลักเป็นจุลสาหร่ายดัดแปรด้วยสารโคโตซานและพอลิเมอร์เพื่อใช้เป็นสารดูดซับสีย้อมไฮโอฟลาวินที่จากน้ำเสียสังเคราะห์ นอกจากนี้ยังศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อม เช่น เวลาสัมผัส ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อม และอุณหภูมิ เป็นต้น และศึกษาการคายซับเพื่อประเมินความสามารถในการนำสารดูดซับกลับมาใช้ซ้ำ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การสกัดพอลิเมอร์

นำเปลือกส้มโอพันธุ์ทองดีมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำเปล่า ตัดส่วนเปลือกสีเขียวออกแล้วนำเปลือกส่วนสีขาวมาหั่น นำเปลือกส้มโอที่เตรียมไว้มาปั่นให้ละเอียด โดยใช้เครื่องปั่น (เปลือก 1 กรัม ผสมกับสารละลาย HCl 0.05 โมลาร์ ปริมาตร 12 มิลลิลิตร) ต้มอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำของเหลวที่ได้มาเติม เอทานอล 95 % โดยปริมาตร 1 เท่า ทิ้งไว้ 15 ชั่วโมง แล้วกรองเอาส่วนที่เป็นตะกอนของพอลิเมอร์ ไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ นำมาบดและร่อนด้วยตะแกรง เก็บไว้ในถุง

การเตรียมสารดูดซับ

นำจุลสาหร่าย สายพันธุ์ *Chlorella Vulgalis* มาสกัดตรงควัตถุด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย อัตราส่วนจุลสาหร่ายแห้งต่อเฮกเซนต่อเอทานอล เป็น 100 มิลลิกรัม ต่อ 4 มิลลิลิตร ต่อ 4 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนออก แช่ในน้ำดีไอ 1 ชั่วโมง

จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองที่มีขนาด 0.45 ไมครอน นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่ง น้ำหนักคงที่ นำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องตะแกรง 300 ไมครอน

นำผงจุลสาหร่ายที่ได้ 1.0 กรัม ไปเติมในสารละลายโคโตซาน เข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับค่าพีเอชเป็น 2 ด้วยสารละลาย HCl 0.1 โมลาร์ นำไปเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที 24 ชั่วโมง ปรับค่าพีเอชของสารละลายเป็น 7 ด้วยสารละลาย NaOH 0.1 โมลาร์ นำไปกรองด้วยกระดาษกรองที่มีขนาด 0.45 ไมครอน นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ นำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องตะแกรง 300 ไมครอน ผงที่ได้คือ จุลสาหร่ายดัดแปรด้วยโคโตซาน

นำจุลสาหร่ายดัดแปรด้วยโคโตซาน 0.5 กรัม เติมในน้ำดีไอ 100 มิลลิลิตร เติมเพคติน 1 กรัม โซเดียมอัลจิเนต 1 กรัม และกลีเซอรอล 0.6 มิลลิลิตร กวนผสมที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง จากนั้นเติม CaCl_2 เข้มข้น 0.4 กรัมต่อลิตร ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ดำเนินระบบไปอีก 1 ชั่วโมง แล้วเทของผสมลงในจานเลี้ยงเชื้อ ประมาณ 15 กรัมต่อจาน นำไปอบที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง จากนั้น เติมสารละลาย CaCl_2 7% m/v กลีเซอริน 5% m/v แช่ไว้ 30 นาที ลอกแผ่นฟิล์มออกมาแล้วผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้องฟิล์มบางที่ได้คือ ฟิล์มคอมโพสิต ส่วนการเตรียมฟิล์มเพคตินจะเตรียมในลักษณะเดียวกันแต่จะไม่เติมสาหร่ายดัดแปร จากนั้น นำฟิล์มทั้ง 2 ชนิด ไปวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกลด้วยเครื่อง Texture analysis

การดูดซับแบบกะ

การศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อม นำสารดูดซับ 3 ชนิด ได้แก่ จุลสาหร่ายดัดแปรด้วยสารโคโตซาน ฟิล์มเพคติน และฟิล์มคอมโพสิต อย่างละ 0.3 กรัม เติมในสารละลายสีย้อมความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร วัดค่าพีเอชเริ่มต้นและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีย้อม ด้วยเครื่อง UV Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นที่เกิดการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) เท่ากับ 446 นาโนเมตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าแนวราบที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แยกตัวดูดซับออกจากสารแขวนลอย แล้วนำสารละลายส่วนที่ใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อหาความเข้มข้นของสีย้อมที่เหลืออยู่

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการดูดซับ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรก การศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชเริ่มต้น ทำการทดลองเหมือนการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับ แต่จะใช้ฟิล์มคอมโพสิตเท่านั้น เตรียมสารละลายสีย้อม จำนวน 6 ขวด ปรับค่าพีเอชเริ่มต้นแต่ละขวดเป็น 2 4 6 8 10 และ 12 ด้วยสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์ และ/หรือสารละลาย HCl เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ส่วนที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของเวลาสัมผัส ทำการทดลองเหมือนการทดลองส่วนแรก ปรับค่าพีเอชของสารละลายเป็น 10 แต่จะเก็บตัวอย่างตามช่วงเวลาที่กำหนดจนกว่าความเข้มข้นสีย้อมคงที่ ส่วนที่ 3 การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ ทำการศึกษาอิทธิพลของเวลาสัมผัสซ้ำอีก 2 ครั้ง แต่ให้เปลี่ยนอุณหภูมิจาก 35 องศาเซลเซียสเป็น 45 และ 55 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนที่ 4 การศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นเริ่มต้น ทำการทดลองเหมือนการทดลองส่วนแรก เตรียมสารละลายสีย้อมที่ความเข้มข้นเริ่มต้น ในช่วง 50 - 250 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่กำหนดเวลาในการเขย่าเป็น 6 ชั่วโมง (เวลาเข้าสู่สมดุล)

การคายซับ

นำฟิล์มคอมโพสิตที่ผ่านการดูดซับสีย้อมเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตรแล้ว มาเติมในน้ำกลั่น สารละลาย HCl เข้มข้น 0.1 M สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 M และอะซิโตนไตรล์ ตามลำดับ ปริมาตร 50 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างละ 0.3 กรัม เขย่าด้วยเครื่องเขย่าแนวราบที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อวินาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นำสารละลายที่เข้มข้นมาวัดค่าการดูดกลืนแสง และเปลี่ยนเป็นความเข้มข้นสีย้อมที่เพิ่มขึ้น

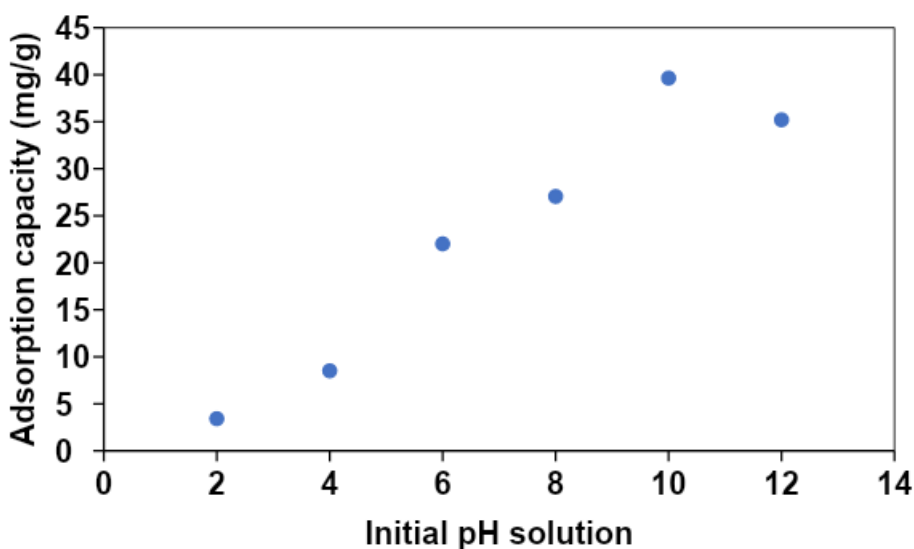
ผลการวิจัย

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับ

เมื่อทำการคำนวณประสิทธิภาพการกำจัดสีโรโอพลาวินที่ด้วยสารดูดซับ 3 ชนิด ได้แก่ จุลสาหร่ายดัดแปรด้วยสารไคโตซาน ฟิล์มเพคติน และฟิล์มคอมโพสิต พบว่า ร้อยละการกำจัดสีย้อมของจุลสาหร่ายดัดแปรด้วยสารไคโตซาน ฟิล์มเพคติน และฟิล์มคอมโพสิต เท่ากับ 26.60 37.38 และ 34.32 ตามลำดับ ร้อยละการกำจัดสีย้อมของฟิล์มเพคตินมีค่าสูงที่สุด แสดงว่า มีปริมาณของบริเวณเร่ง (Active sites) มากที่สุด ขณะที่ประสิทธิภาพของจุลสาหร่ายดัดแปรมีค่าน้อยที่สุดหรือมีปริมาณของบริเวณเร่งน้อยที่สุด ดังนั้น ร้อยละการกำจัดสีย้อมของฟิล์มคอมโพสิตอยู่ระหว่างกลาง ซึ่งอธิบายได้ว่า การตรึงจุลสาหร่ายดัดแปรในฟิล์มคอมโพสิต อนุภาคจุลสาหร่ายดัดแปรอาจเข้าไปบดบังบริเวณเร่งบางส่วนของชั้นฟิล์มเพคติน เมื่อบริเวณเร่งน้อยลงจึงให้ร้อยละการกำจัดลดลงแต่อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์เชิงกลของสารดูดซับ พบว่า ฟิล์มคอมโพสิตมีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีกว่าฟิล์มเพคติน โดยสามารถรับแรงดึงและแรงเฉือนได้ดีกว่า [7] ถึงแม้ฟิล์มคอมโพสิตจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าฟิล์มเพคตินเล็กน้อย แต่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีกว่า ดังนั้นจึงเลือกใช้ฟิล์มคอมโพสิตเป็นสารดูดซับในการทดลองต่อไป

ผลการศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชเริ่มต้นของสารละลาย

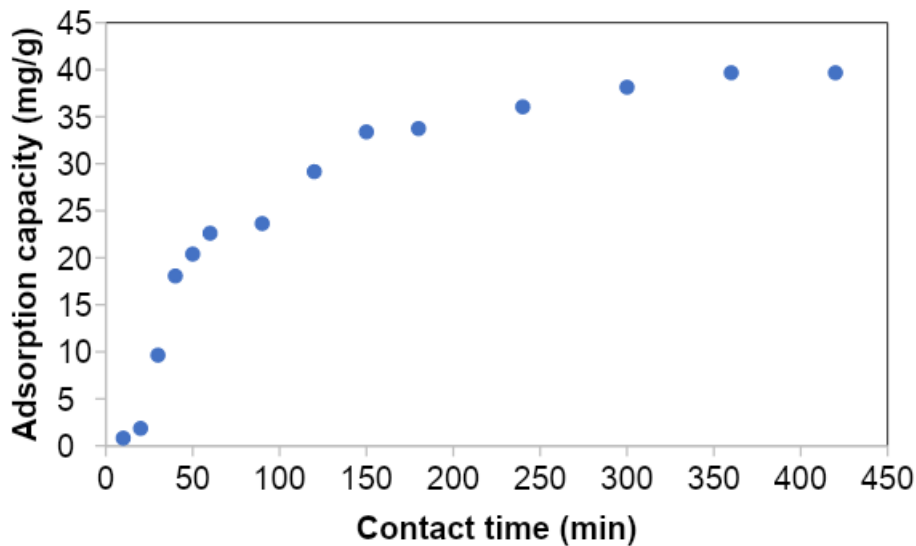
ผลของการศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชเริ่มต้นของสารละลายที่มีต่อความสามารถในการดูดซับสีย้อมแสดงในรูปที่ 1 พบว่า ปริมาณการดูดซับสีย้อมโรโอพลาวิน ที่เพิ่มขึ้นเมื่อค่าพีเอชเพิ่มขึ้นในช่วง 2 ถึง 10 และจะมีค่าลดลงที่ค่าพีเอช 12 เนื่องจากพื้นผิวของฟิล์มคอมโพสิตมีประจุเป็นลบ (ค่า pH_{pzc} เท่ากับ 10) และสีย้อมมีประจุบวก ดังนั้นที่ค่าพีเอชต่ำ จะเกิดการแข่งขันระหว่างโปรตรอน (H^+) กับสีย้อมในการแย่งจับกับบริเวณเร่ง จึงทำให้เกิดการดูดซับสีย้อมได้น้อย เมื่อสารละลายมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณของโปรตรอนลดลง จึงทำให้สีย้อมสามารถครอบครองบริเวณเร่งได้มากขึ้น การดูดซับจึงเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงสุดที่พีเอช 10 จากนั้นเมื่อเพิ่มค่าพีเอชไปเป็นพีเอช 12 ปริมาณการดูดซับกลับลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากฟิล์มคอมโพสิตมีประจุสุทธิเป็นประจุบวกน้อยลง จึงทำให้ปริมาณการดูดซับลดลง



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดซับสีย้อมกับค่าพีเอชเริ่มต้นของสารละลายสีย้อมไฮโอฟลาวิน ที่ โดยใช้ตัวดูดซับฟิล์มคอมโพสิต (ปริมาณ 0.3 g, ความเข้มข้น 150 mg/L, pH 2–10, อุณหภูมิ 35 °C และ เวลา 24 ชั่วโมง)

ผลการศึกษาอิทธิพลของเวลาสัมผัส

ผลการศึกษาอิทธิพลของเวลาสัมผัสที่มีต่อการดูดซับสีย้อมไฮโอฟลาวิน ที่โดยใช้ฟิล์มคอมโพสิต เป็นสารดูดซับ แสดงในรูปที่ 2 พบว่า ปริมาณการดูดซับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 40 นาทีแรก จากนั้น ปริมาณการดูดซับค่อยๆ เพิ่มขึ้น และมีค่าคงที่ที่เวลา 360 นาที เมื่อเติมฟิล์มคอมโพสิตลงในสารละลายสีย้อม สีย้อมที่อยู่ในวัฏภาคของเหลว (สารละลายสีย้อม) จะถ่ายโอนมวลไปยังวัฏภาคของแข็ง (ฟิล์มคอมโพสิต) เนื่องจากเริ่มต้นฟิล์มคอมโพสิตไม่มีสีย้อมอยู่เลย จึงทำให้มีบริเวณเร่งหรือพื้นที่ว่างเป็นจำนวนมาก สีย้อมจึงเข้ามาดูดซับที่พื้นผิวของฟิล์มคอมโพสิตได้อย่างรวดเร็ว แต่เมื่อพื้นผิวของฟิล์มโพสิตเริ่มเต็มไปด้วยสีย้อมแล้ว สีย้อมจะถ่ายโอนมวลเข้าไปยังโครงสร้างภายในของฟิล์มคอมโพสิต ซึ่งจะมีอัตราการถ่ายโอนมวลช้ากว่าช่วงแรก จึงทำให้ปริมาณการดูดซับค่อยๆ เพิ่มขึ้น และสุดท้าย เมื่อแผ่นฟิล์มอิ่มตัวไปด้วยสีย้อมแล้ว จึงทำให้ปริมาณการดูดซับคงที่ และเข้าสู่สภาวะสมดุล ดังนั้น การดูดซับสีย้อมด้วยฟิล์มคอมโพสิต เข้าสู่สมดุล ที่เวลา 360 นาที



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดซับสีย้อมกับค่าเวลาสัมผัสของสารละลายสีย้อมโรโอฟลาวิน ที่ โดยใช้ตัวดูดซับฟิล์มคอมโพสิต (ปริมาณ 0.3 g, ความเข้มข้น 150 mg/L, pH 10, อุณหภูมิ 35 °C และเวลา 24 ชั่วโมง)

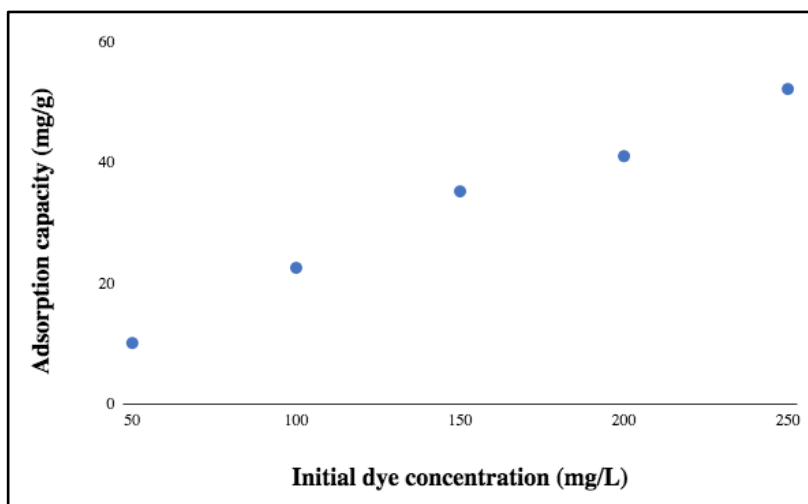
Effect of contact time on the dye removal efficiency of the composite film (0.3 g adsorbent, 150 mg/L dye concentration, pH 10, Temperature 35 °C and contact time 0 - 8 hours)

ผลการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ

ผลการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการดูดซับสีย้อมโรโอฟลาวินที่ใช้ฟิล์มคอมโพสิตเป็นสารดูดซับ แสดงในรูปที่ 4 ปริมาณการดูดซับสีย้อมที่อุณหภูมิ 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 39.68 44.09 และ 45.47 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ การเพิ่มอุณหภูมิส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับสีย้อมเพิ่มขึ้น ลักษณะเช่นนี้สอดคล้องกับกระบวนการดูดความร้อน (Endothermic process) เมื่อเพิ่มความร้อนให้แก่ระบบ ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการดูดซับมีทิศทางดำเนินไปข้างหน้า และส่งผลให้การดูดซับสูงขึ้น

ผลการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อม

ผลการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นเริ่มต้นในการดูดซับสีย้อมโรโอฟลาวินที่ใช้ฟิล์มคอมโพสิต แสดงในรูปที่ 3 พบว่า ความสามารถในการดูดซับสีย้อมเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสีย้อมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อมเป็นผลทำให้เกิดความแตกต่างกันระหว่างความเข้มข้นในสารละลายสีย้อมกับบริเวณพื้นผิวภายนอกของตัวดูดซับ จึงเกิดการถ่ายโอนมวลจากวัฏภาคของเหลวไปยังวัฏภาคของแข็งเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการดูดซับเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ปริมาณการดูดซับสูงสุด เท่ากับ 52.27 มิลลิกรัมต่อกรัม เกิดขึ้นที่ความเข้มข้นเริ่มต้น เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อกรัม



ภาพที่ 3 อิทธิพลของความเข้มข้นต่อการดูดซับสีย้อมไรโอฟลาวิน ที่ โดยใช้ตัวดูดซับฟิล์มคอมโพสิต (ปริมาณ 0.3 g, ความเข้มข้น 50-250 mg/L, pH 10, อุณหภูมิ 35 °C และเวลา 6 ชั่วโมง)

ผลการศึกษการคายซับ

ประสิทธิภาพการคายซับสีไรโอฟลาวินที่ของฟิล์มคอมโพสิตฟิล์มด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ได้แก่ ร้อยละการคายซับด้วยน้ำกลั่น เท่ากับ 8.50 แสดงว่า มีสีย้อมบางส่วนยึดเหนี่ยวกับสารดูดซับด้วยแรงอ่อน ๆ เช่น แรงแวนเดอร์วาลส์วาล ร้อยละการคายซับด้วยสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์ เท่ากับ 6.75 แสดงว่า มีการแลกเปลี่ยนประจุบวกระหว่างสีย้อมและไฮดรอกไซด์ไอออนเกิดขึ้นเล็กน้อย ร้อยละการคายซับด้วยสารละลาย HCl เข้มข้น 0.1 โมลาร์ เท่ากับ 29.0 แสดงว่าเกิดการแลกเปลี่ยนประจุลบระหว่างสีย้อมและโปรตอนเกิดขึ้นสูง และร้อยละการคายซับด้วยสารแอซิโตไนไตรท์ เท่ากับ 36.0 แสดงว่ามีแรงยึดเหนี่ยวที่แข็งแกร่งระหว่างสีย้อมและสารดูดซับ เช่น แรงไฮโดรโฟบิก-ไฮโดรโฟบิก เป็นต้น เมื่อพิจารณาถึงต้นทุน สารละลาย HCl เข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นตัวชะละลายที่เหมาะสม

สรุปผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับ พบว่า ฟิล์มเพคติน สามารถดูดซับสีย้อมไรโอฟลาวิน ที่ ได้ดีกว่าฟิล์มคอมโพสิตและจุลสาหร่ายดัดแปรด้วยสารโคโตซาน แต่เนื่องจากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกลของฟิล์มคอมโพสิต พบว่ามีความสามารถทนต่อแรงดึงและแรงเหวี่ยงได้ดีกว่าฟิล์มเพคติน ดังนั้นจึงได้เลือกใช้ฟิล์มคอมโพสิตเป็นตัวดูดซับในการทดลองต่อไป

จากการศึกษาอิทธิพลของเวลาสัมผัสต่อปริมาณการดูดซับ พบว่าปริมาณการดูดซับของสีย้อมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 40 นาทีแรก และเริ่มเข้าสู่สมดุลการดูดซับในเวลา 360 นาที การศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชเริ่มต้นของสารละลายสีย้อมต่อปริมาณการดูดซับ พบว่าปริมาณการดูดซับที่ค่าพีเอชเท่ากับ 10 มีค่ามากที่สุด ($q_e = 39.64$ mg/g) และการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณการดูดซับที่สภาวะสมดุล พบว่าเมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิจาก 35 ถึง 55 องศา ปริมาณการดูดซับสีย้อม ไรโอฟลาวิน ที่ จะมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมี

ผลต่อการดูดซับสีย้อม และพฤติกรรมการคายซับสีย้อมของตัวดูดซับฟิล์มคอมโพสิต พบว่าน้ำกลั่น, สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 M และสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.1 M มีความสามารถทำให้เกิดการคายซับได้ที่ร้อยละ 8.50, 6.75 และ 29.0 ตามลำดับ เมื่อใช้สารแอสिटโนไตรท์ จะทำให้เกิดการคายซับเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 36.0 แสดงว่ามีแรงยึดเหนี่ยวที่แข็งแรงระหว่างสีย้อมและสารดูดซับ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์.ดร.จักรกฤษณ์ อัมพูช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้สละเวลาถ่ายทอดความรู้ ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือในด้านการแนะนำแนวทางการแก้ไขปัญหา ให้ข้อคิดเห็น ตรวจสอบและแก้ไขถึงข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ฉัตรชัย กันยาอูธ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.วรรณาสายแก้ว อาจารย์กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาสละเวลาช่วยเหลือในการให้ข้อเสนอแนะการแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกทุกคนในครอบครัว ที่คอยให้ความสนับสนุนในทุกๆด้าน และเป็นกำลังใจที่สำคัญ จนสามารถทำทุกสิ่งทุกอย่างได้เรียบร้อยตามที่มุ่งหวัง

เอกสารอ้างอิง

จักรกฤษณ์ อัมพูช. 2549. การกำจัดสีย้อมในน้ำทิ้งจากกระบวนการการย้อมผ้าในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน โดยใช้เรซินมอนต์มอริลโลไนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ชรินทร์ โมฬี, วิเชียร ลีลาว์ชรมาศ และณัฏฐภัทร จินดา. การศึกษาสมบัติเชิงกล และสัณฐานวิทยาของฟิล์มพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลกติกแอซิดและสารสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะ. ใน:

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 12. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน.

ดลฤดี โตเย็น. ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์. เรื่องการวิเคราะห์ธาตุและองค์ประกอบด้วย

เทคนิค Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS). สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เดชา ฉัตรศิริเวช. 2552. กระบวนการดูดซับ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ทรงศักดิ์ สระแก้ว. 2555. การกำจัดสีย้อมโดยใช้เรซินมอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปรด้วยไคซาน. วิทยานิพนธ์

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ธนนาชาติ อิมสมบัติ, ฤทัยทิพย์ วิเศษศรี และปนัดดา แทนสุโพธิ์. 2560. การเตรียมฟิล์มผสมไคโตซาน/

อะกาโรสบรรจุผลึกไมโครเซลลูโลสสำหรับใช้เป็นฟิล์มสลายตัวได้ทางชีวภาพในด้านห่อหุ้ม

บรรจุภัณฑ์อาหาร. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์. Pectin.

แหล่งข้อมูล: <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0430/pectin-เพคติน>.

ค้นเมื่อ 16 มกราคม 2565.

โสมธิดา ลิขิตเลิศ, บวรกิตต์ เนคมานุรักษ์ และกุลนิดา เทพทิม. 2561. ผลกระทบของสารโคโตซานต่อสมบัติทางกลและสมบัติทางความร้อนของฟิล์มพลาสติกชีวภาพพีบีเอสเอที่ผ่านการขึ้นรูปซ้ำ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

Atta, M., A. Idris, A., Bukhari and S. Wahidin. 2013. Intensity of blue LED light: A potential stimulus for biomass and lipid content in freshwater microalgae chlorella vulgaris. Biotech. (148): 373-378.

Becker, E.W. and L.V. Venkataraman. 1982. Production and utilization of the blue-green algae spirulina in India. Biomass. 4: 105-125.

Choi, H.J. and S.M. Lee. 2013. Performance of Chlorella vulgaris for the removal of ammonia-nitrogen from wastewater. Engineering Environmental Research. 18(4): 235-239.

Sekhar C.P. and et al. 2009. Bio-polymer adsorbent for the removal of malachite green from aqueous solution. Chemosphere. 6(77): 842-847, October.

Utomo, H.D., Tan, K.X.D., Choong, D. 2016. Biosorption of heavy metal by algae biomass in surface water. Journal Environmental Protection. 7(11): 1547-1560.

Wang L. and Wang A. 2008. Adsorption behaviors of Congo red on the N, O-carboxymethyl-chitosan/montmorillonite nanocomposite, Chemical Engineering Journal. 1-3(143): 43-50, 15 September.

การจัดสมดุลการผลิตสายการประกอบ: กรณีศึกษา สายการผลิตชิ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์ Assembly Line Balancing: A case study of car taillight production line

ชุติกัญจน์ สุพัตเวช^{1*} ปรีชา ชนะบัว¹ อุเทน อาษานอก¹ ณัฐภัทร ชื่นชม¹

Chutikarn Suppatvech^{1*} Preecha Chanabua² U-Thain Arsanok³ Nattapat Chuenchom⁴

¹หลักสูตรวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
เลขที่ 1 หมู่ 20 ถนนพหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

¹Industrial Management Engineering Program, Faculty of Industrial Technology, 1 Moo 20, Klong Luang, Pathum Thani 13180

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของสายการผลิตชิ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์ โดยจากการศึกษาสายการผลิตและข้อมูลยอดการสั่งซื้อรถยนต์ของบริษัทกรณีศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนธันวาคม 2564 พบว่ายอดการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 147.5 ส่งผลให้กำลังการผลิตในปัจจุบันไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ โดยเมื่อคิดอัตราการผลิตที่ต้องผลิต (Takt time) จากความต้องการสูงสุดเดือนธันวาคม 2564 มีค่าอยู่ที่ 68 วินาที แต่รอบเวลาการผลิต (Cycle time) อยู่ที่ 84 วินาที ทำให้ไม่เป็นไปตามแผนการผลิต ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยเทคนิคการจัดสมดุลการผลิต โดยได้ใช้วิธีเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งสูงสุดมาทำการปรับปรุงสายการผลิต ซึ่งผลจากการวิจัยสามารถลดจำนวนสถานีงานจาก 14 สถานีงานเหลือ 13 สถานีงาน และรอบเวลาการทำงานลดลงจาก 84 วินาที เหลือ 72 วินาที ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 57.56 เป็นร้อยละ 72.43

คำสำคัญ : การจัดสมดุลสายการประกอบ วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งสูงสุด การเพิ่มผลผลิต

Abstract

The research aims to reduce waste in the production process in order to increase the production efficiency of the automotive taillight parts production line. As of December 2021, the orders increased by 147.5 per cent, resulting in the current production capacity not being able to meet customer demand. The takt time based on the peak demand in December 2021 was 68 seconds, but the cycle time was 84 seconds, which makes it not follow the current production plan. We then explored the ways to improve efficiency by using line balancing techniques. The results showed that the number of workstations was reduced from 14 to 13 stations and the cycle time was reduced from 84 seconds to 72 seconds, which resulted in an increase in production line efficiency from 57.56 per cent to 72.43 per cent.

Keywords : Assembly Line Balancing, Largest-Candidate Rule, Productivity

บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นธุรกิจหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2554 ที่ภาครัฐมีมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจด้วยโครงการรถคันแรก ทำให้ผู้คนให้ความสนใจและออกรถยนต์คันแรกจำนวนมาก รวมถึงมาตรการส่งเสริมเขตปลอดภาษีรถยนต์ (FEE ZONE) ที่ตั้งอยู่ในนิคมอีสเทิร์นซีบอร์ด ทำให้ยอดการผลิตรถยนต์เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ จนมาถึงช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2562 ที่มีการแพร่ระบาดของโควิด 19 ทำให้การเติบโตของเศรษฐกิจจะลดตัว จึงทำให้ยอดการสั่งซื้อรถยนต์ลดลง โรงงานผลิตรถยนต์จึงมีการปรับตัวโดยการลดอัตราการผลิต จนกระทั่งปี 2564 ที่การแพร่ระบาดของโควิด 19 เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น ทำให้ยอดการสั่งซื้อรถยนต์เพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้ผู้ผลิตรถยนต์ต้องวางแผนการสั่งซื้อกับผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละบริษัท โดยจากการศึกษาข้อมูลยอดสั่งซื้อไฟฟ้ารถยนต์ของบริษัทกรณีศึกษาพบว่า มียอดการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นจาก 9,200 ชิ้น ในเดือนกรกฎาคม 2564 เป็น 13,598 ชิ้นในเดือนธันวาคม 2564 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 147.5 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลยอดการสั่งซื้อชิ้นส่วน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2564 ถึง ธันวาคม พ.ศ.2564

เดือน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
ปริมาณการผลิต (ชิ้น)	9,200	10,460	12,552	13,074	13,598	13,598

จากยอดการสั่งซื้อสินค้าที่เพิ่มขึ้นทำให้บริษัทมีความจำเป็นต้องแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเพื่อให้สามารถจัดส่งชิ้นส่วนให้กับลูกค้า โดยการให้พนักงานทำงานล่วงเวลาและทำการสต็อกสินค้าซึ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่าย และต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลกำไรลดลง บริษัทกรณีศึกษาจึงมีความต้องการเพิ่มกำลังการผลิตให้พอดีกับความต้องการของลูกค้า เพื่อลดการค่าใช้จ่ายดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวคิดการจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing) ซึ่งมีเป้าหมายหลักคือเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยมีหลักการสำคัญคือลดรอบเวลาการทำงานหรือจำนวนสถานีงานให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของลูกค้า และทำให้แต่ละสถานีงานมีเวลาที่ใช้ในการทำงานหรืออัตราการทำงานใกล้เคียงกัน ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ในการผลิต (สุวิมล และคณะ, 2564) นอกจากนี้ การจัดสมดุลการผลิตยังต้องพิจารณาถึงเครื่องจักรอุปกรณ์และวิธีการหรือขั้นตอนในการปฏิบัติงานของพนักงานในสายการผลิต เนื่องจากแต่ละขั้นตอนอาจสามารถแบ่งการทำงานเป็นงานย่อย ๆ หลายงานได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะงานนั้นๆ บางงานอาจไม่สามารถแยกเป็นขั้นตอนย่อยได้ ซึ่งลักษณะการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์อาจสามารถแบ่งย่อยขั้นตอนการทำงานได้หรือไม่ได้ด้วยเช่นกัน (ชัยยศ, 2546)

โดยวิธีการจัดสมดุลการผลิตที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาสมดุลสายการผลิตมีทั้งหมด 3 วิธี (ณฐา, 2563) ได้แก่ 1) กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule, LCR) 2) วิธีของ Kilbridge กับ Wester 3) วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) ซึ่งวิธีแรกเป็นการแก้ปัญหาการจัดสมดุลการผลิตอย่างง่าย โดยจัดลำดับจากค่าเวลาในการดำเนินสูงสุดลดลงมา

ตามลำดับ วิธีที่สองเหมาะกับสายการผลิตที่มีจำนวนงานน้อยไม่มากนัก โดยจัดลำดับงานที่อยู่ช่วงต้นเข้าสู่สถานี ก่อน ส่วนวิธีที่ 3 เป็นการรวมกลยุทธ์ของวิธีที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน โดยจะคิดค่าน้ำหนักของแต่ละส่วนงาน เนื่องจากการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์มีขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อนและการดำเนินหลายขั้นตอน จึงควรประยุกต์ใช้วิธีที่ 1 ในการแก้ปัญหาสมดุลการผลิต

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการประกอบชิ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์ ของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี โดยผู้วิจัยได้นำหลักการการจัดสมดุลของสายการผลิตด้วยวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุดมาใช้ในการปรับปรุงสายการประกอบของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อสร้างความสมดุลของสายการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินวิจัยดังนี้

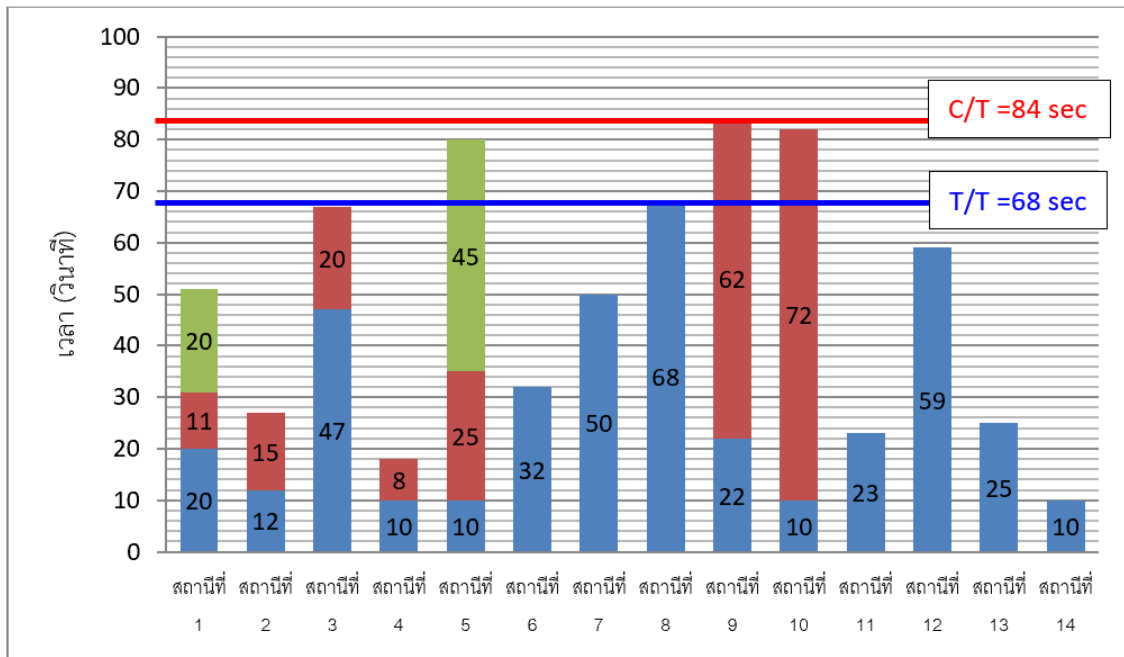
(1) ศึกษาข้อมูลกระบวนการผลิต

จากการศึกษาสายการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ที่ยอดการสั่งซื้อสูงสุดที่ 13,598 ชิ้นต่อเดือน ผู้วิจัยได้คำนวณอัตราความต้องการของลูกค้า โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลชั่วโมงการทำงานใน 1 เดือน ซึ่งคิดรวมเวลาทั้งหมดหักลบกับเวลาที่สูญเสียจากการทำงานแล้วเหลือชั่วโมงการทำงานจริงคือ 927,000 วินาที เมื่อหารกับยอดการสั่งซื้อ 13,598 ชิ้น ทำให้ได้เวลาที่ต้องการในการผลิต (T/T) ต่อ 1 ชิ้นอยู่ที่ 68 วินาที แต่รอบเวลาการผลิตในการผลิตชิ้นงานก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 84 วินาที ทำให้กำลังการผลิตอยู่ที่ 11,040 ชิ้น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กำลังการผลิตที่ยอดการสั่งซื้อสูงสุด 13,598 ชิ้นต่อเดือน

ชื่อ ชิ้นส่วน	ยอดการ สั่งซื้อ/ เดือน(ชิ้น/ เดือน)	ชั่วโมง ทำงาน (วินาที)/ เดือน	เวลาที่สูญเสีย จากเครื่องจักร ของเสีย (วินาที)/เดือน	ชั่วโมงการ ทำงานจริง (วินาที)/ เดือน	เวลาที่ ต้องการใน การผลิตต่อ ชิ้น (วินาที) (T/T)	รอบเวลา ผลิตชิ้นงาน ต่อชิ้น (วินาที) (C/T)	กำลังการผลิต (ชิ้น/เดือน)
ไฟท้าย รถยนต์	13,598	1,209,600	282,240	927,360	68	84	11,040

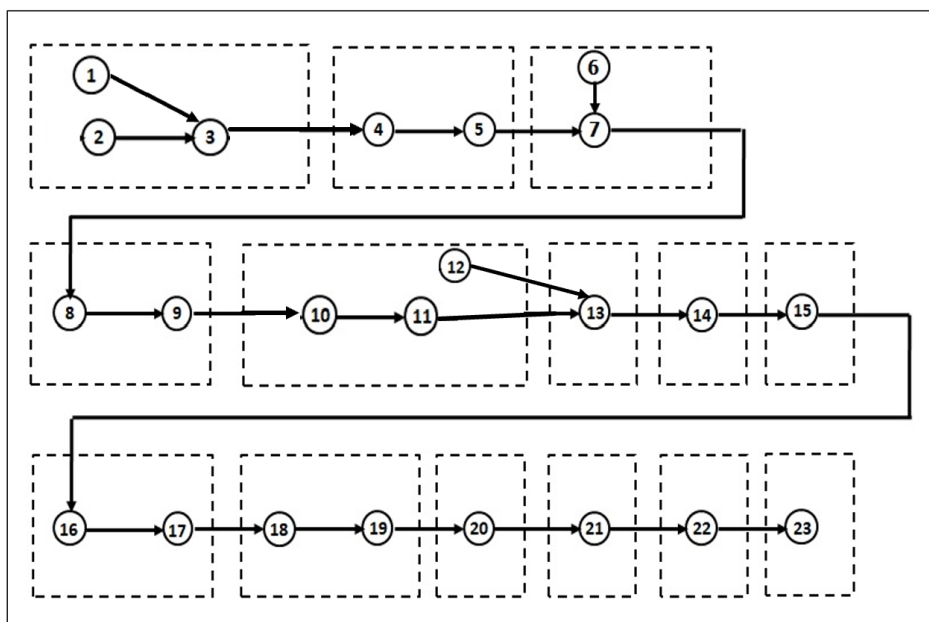
ภาพที่ 1 แสดงรอบเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุง โดยสายการประกอบชิ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์มีสถานีงานทั้งหมด 14 สถานี ซึ่งมี 3 สถานีงานที่มีรอบเวลาการผลิตเกินอัตราความต้องการของลูกค้า ในขณะที่สถานีงานอื่นๆ มีรอบเวลาการผลิตต่ำกว่าอัตราความต้องการของลูกค้าค่อนข้างสูง



ภาพที่ 1 รอบเวลาการทำงานแต่ละสถานีที่ยอดการสั่งซื้อ 13,598 ชิ้นต่อเดือน

(1) ศึกษาเวลาของสายการประกอบชิ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 1 จะพบว่าสายการประกอบชิ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์ของบริษัทกรณีศึกษายังไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งคือ 13,598 ชิ้นต่อเดือน ในขณะที่กำลังการผลิตอยู่ที่ 11,040 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 81.2 ของความต้องการ ซึ่งหากพิจารณาจากลำดับการประกอบชิ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์มีจำนวนงานย่อยทั้งสิ้น 23 งาน โดยมีสถานีงานทั้งหมด 14 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผังลำดับการทำงานประกอบชิ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์ก่อนปรับปรุง

จากการพิจารณาลำดับงานการประกอบชิ้นส่วนไฟฟ้ารถยนต์พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วในแต่ละลำดับงานย่อยมีการดำเนินการก่อนหลังเป็นขั้นตอน โดยมีบางส่วนงานที่สามารถดำเนินงานไปพร้อมๆ กันได้ เช่น ลำดับงานที่ 1 และ 2 ในสถานีงานที่ 1 และลำดับงานที่ 11 และ 12 ในสถานีงานที่ 5 เป็นต้น ในการกำหนดรอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีงาน จะพิจารณาจากผลรวมเวลาการทำงานของแต่ละงานย่อยในสถานีงานนั้นๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดเวลาดำเนินงานของแต่ละสถานีงาน

สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	เวลาการดำเนินงาน(วินาที)	รอบเวลาการทำงาน (วินาที)
1	1	20	51
	2	11	
	3	20	
2	4	12	27
	5	15	
3	6	47	67
	7	20	
4	8	10	18
	9	8	
5	10	12	82
	11	25	
	12	45	
6	13	32	32
สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	เวลาการดำเนินงาน(วินาที)	รอบเวลาการทำงาน (วินาที)
7	14	50	50
8	15	68	68
9	16	22	84
	17	62	
10	18	10	82
	19	72	
11	20	23	23
12	21	59	59
13	22	25	25
14	23	10	10

ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากรอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีงาน เทียบกับอัตราความต้องการของลูกค้า พบว่าในสถานีงานที่ 5 สถานีงานที่ 9 และ 10 ตามลำดับ มีรอบเวลาการทำงานเกินอัตราความต้องการของลูกค้า

ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดคอขวดของสายการประกอบชิ้นส่วนไฟฟ้ารถยนต์ ทำให้ไม่สามารถประกอบได้ทันตามความต้องการของลูกค้า

(2) การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (LCR)

จากตารางที่ 3 รอบเวลาการทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดของสายการประกอบ คือ 84 วินาที ซึ่งมีค่าเกินอัตราความต้องการของลูกค้า คือ 68 วินาที จึงสามารถคำนวณประสิทธิภาพสายการประกอบก่อนการปรับปรุงได้จากสมการที่ 1 จะได้ดังนี้

$$E = \frac{\sum_{j=1}^n t}{m * \max(Tc)} \quad (1)$$

เมื่อ ; E = ประสิทธิภาพสายการผลิต m = จำนวนสถานีงาน $\max(Tc)$ = รอบเวลาสูงสุด,
 $\sum t$ = ผลรวมของเวลาทั้งหมด

$$E = \frac{678}{(14*84)}$$

$$E = 0.5765 \text{ หรือ } 57.65 \%$$

ดังนั้น ประสิทธิภาพสายการประกอบชิ้นส่วนไฟฟ้ารถยนต์ก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ร้อยละ 57.65

หากพิจารณาสถานีงานที่เป็นไปได้น้อยที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2 เมื่อ t คือ เวลาในแต่ละลำดับงาน j , n คือ จำนวนสถานีงาน, C/T คือ รอบเวลาในการผลิตสินค้าที่ต้องการ

$$n = \frac{\sum_{j=1}^n t}{C/T} \quad (2)$$

ดังนั้น หากคำนวณสถานีงานที่เป็นไปได้น้อยที่สุดตามทฤษฎีจากผลรวมเวลาทั้งหมดหารด้วยรอบเวลาที่ต้องการ ดังสมการที่ 2 จะได้ดังนี้

$$n = \frac{678}{(68)} = 10 \text{ สถานี}$$

ดังนั้น จำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้ตามทฤษฎีเท่ากับ 10 สถานี

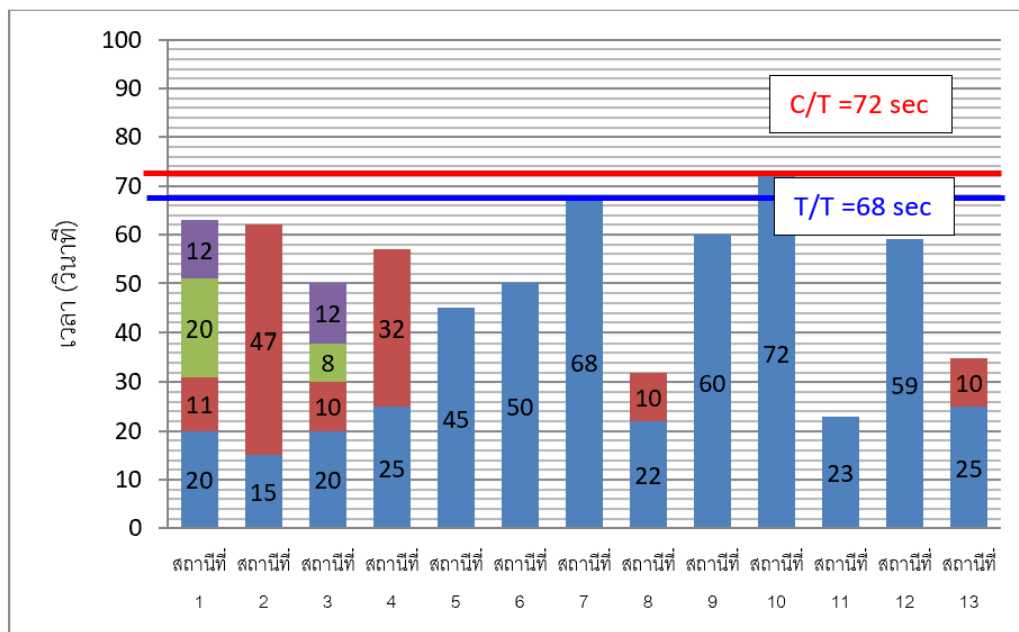
จากนั้น ผู้วิจัยทำการจัดลำดับงานย่อยเข้าแต่ละสถานีงาน โดยทำการเลือกลำดับงานย่อยที่ใช้เวลามากที่สุดเป็นอันดับแรก และทำการเลือกงานย่อยที่เป็นไปได้อันดับถัดไปลงในสถานีงาน โดยพิจารณาถึงลำดับก่อนหน้า

ของงาน แต่เวลาในการดำเนินงานรวมในแต่ละสถานีนงานจะต้องไม่เกินอัตราความต้องการของลูกค้า โดยผลจากการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 4 มีจำนวนสถานีนงานรวมทั้งสิ้น 13 สถานีนงาน ซึ่งยังมีค่าเกินจำนวนสถานีนงานตามทฤษฎีอยู่ 3 สถานีน แต่รอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีนมีค่าต่ำกว่าอัตราความต้องการของลูกค้า ยกเว้นสถานีนงานที่ 10 ที่มีค่าเกินอัตราความต้องการของลูกค้าอยู่ 4 วินาที เนื่องจากเป็นขั้นตอนการประกอบโดยใช้การทำงานเครื่องจักรจึงไม่สามารถลดให้ต่ำกว่าอัตราความต้องการของลูกค้าได้ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาแต่ละสถานีนงานหลังการปรับปรุงจะพบว่ามียรอบเวลาการทำงานที่ใกล้เคียงกับอัตราความต้องการของลูกค้ามากขึ้น

ตารางที่ 4 การจัดลำดับงานย่อยเข้าสถานีนใหม่

สถานีนงาน	ลำดับงานย่อย	เวลาการดำเนินงาน(วินาที)	รอบเวลาการทำงาน (วินาที)
1	1	20	63
	2	11	
	3	20	
	4	12	
2	5	15	62
	6	47	
3	7	20	50
	8	10	
	9	8	
	10	12	
สถานีนงาน	ลำดับงานย่อย	เวลาการดำเนินงาน(วินาที)	รอบเวลาการทำงาน (วินาที)
4	11	25	57
	12	32	
5	13	45	45
6	14	50	50
7	15	68	68
8	16	22	32
	18	10	
9	17	60	62
10	19	72	72
11	20	23	23
12	21	59	59
13	22	25	35
	23	10	

จากภาพที่ 4 แสดงข้อมูลแผนภูมิแสดงเวลาแต่ละสถานีหลังการปรับปรุงที่มีรอบเวลาการผลิตสูงสุด (C/T) ลดลง 72 วินาที จากก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 84 วินาที แต่ยังไม่สามารถลดเวลาตามที่ลูกค้าต้องการ (T/T) คือ 68 วินาที



ภาพที่ 4 รอบเวลาการทำงานแต่ละสถานีหลังการปรับปรุง

ผลการวิจัย

การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุดในสายการประกอบขึ้นส่วนไฟฟ้ารถยนต์ของโรงงานกรณีศึกษา สามารถจัดงานย่อยเข้าสถานีงานได้ทั้งสิ้นรวมเป็น 13 สถานีงาน รอบเวลาการผลิตของสายการประกอบคือ 72 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งหากคำนวณประสิทธิภาพของสายการประกอบหลังการปรับปรุงตามสมการที่ (1) จะได้ดังนี้

$$E = \frac{678}{(13 \times 72)} \quad (1)$$

$$E = 0.7243 \text{ หรือ } 72.43 \%$$

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลที่ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมเรื่องลำดับงานย่อยแต่ละสถานีหลังการปรับปรุง ลำดับงานย่อยในแต่ละสถานี โดยผลหลังจากการจัดสมดุลการผลิตด้วยวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุดสามารถลดการจัดลำดับงานย่อยใหม่จากจำนวน 14 สถานีงาน เหลือ 13 สถานีงาน ลดลง 1 สถานีงาน และมีการเปลี่ยนแปลงลำดับงานย่อยบางสถานีงาน เนื่องจากเมื่อลงไปเก็บข้อมูลหน้างานพบว่าบางขั้นตอนสามารถสลับทำก่อนได้ เช่น มีการสลับลำดับงานย่อยที่ 18 และ 17 โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลำดับงานย่อยและจำนวนสถานีของสายการประกอบหลังการปรับปรุง

สถานีงาน	ลำดับงานย่อย
1	1,2,3,4
2	5,6
3	7,8,9,10
4	11,12
5	13
6	14
7	15
8	16,18
9	17
10	19
11	20
12	21
13	22,23

จากนั้น ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการประกอบขึ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์ในด้านต่างๆ ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงด้วยวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการประกอบขึ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์

รายการ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
1. จำนวนสถานีงาน (สถานี)	14	13
2. รอบเวลาการทำงาน (นาที/ชิ้น)	84	72
3. ประสิทธิภาพสายการประกอบ (ร้อยละ)	57.65	72.43

วิจารณ์ผล

จากผลจากการดำเนินการวิจัยพบว่าการประยุกต์ใช้วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุดในการจัดสมดุลสายการประกอบขึ้นส่วนไฟท้ายรถยนต์สามารถลดจำนวนสถานีงาน ลดรอบเวลาการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพสายการประกอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของจักรินทร์ (2558) และธนากร และคณะ (2557) ที่ได้ใช้วิธีการเดียวกันในการแก้ปัญหาสมดุลสายการประกอบ อย่างไรก็ตามผลงานวิจัยของจักรินทร์ (2558) มีความแตกต่างคือจำนวนสถานีงานเพิ่มขึ้นแต่รอบเวลาการทำงานลดลงใกล้เคียงกับอัตราความต้องการของลูกค้าและประสิทธิภาพสายการประกอบเพิ่มขึ้น ดังนั้น จำนวนสถานีงานที่เพิ่มขึ้นอาจไม่ได้หมายถึงประสิทธิภาพการผลิตลดลง ซึ่งอาจจะขึ้นอยู่กับลักษณะของสายการผลิตนั้นๆ

นอกจากนี้ รอบเวลาการทำงานหลังการปรับปรุงของสายการประกอบชิ้นส่วนไฟฟ้ารถยนต์ลดลงจากเดิมเหลือ 72 วินาที ซึ่งยังมากกว่าอัตราความต้องการของลูกค้าที่กำหนดไว้คือ 68 วินาที เนื่องจากเป็นขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรซึ่งไม่สามารถลดลงได้จากการจัดสมดุลการผลิตเพียงอย่างเดียว จากงานวิจัยของมานพ และคณะ (2562) ได้นำหลักการจัดสมดุลการผลิตร่วมกับหลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify) ในการลดความสูญเปล่าในการผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตให้ทันกับอัตราความต้องการของลูกค้า ดังนั้น เพื่อลดรอบเวลาการผลิตให้ทันกับอัตราความต้องการของลูกค้าที่ 68 วินาที อาจต้องมีการนำเทคนิคอื่นๆ อย่าง ECRS ร่วมด้วย เช่น การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร และการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานของพนักงานร่วมกับเครื่องจักร เป็นต้น

สรุปผล

จากการศึกษาข้อมูลของสายการประกอบชิ้นส่วนไฟฟ้ารถยนต์ของบริษัทกรณีศึกษาพบว่ารอบเวลาการทำงานของสายการประกอบมีค่าสูงกว่าอัตราความต้องการของลูกค้าอยู่ 16 วินาที ซึ่งจากการประยุกต์ใช้การจัดสมดุลการผลิตด้วยวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการประกอบขึ้นจากเดิมร้อยละ 14.78 โดยลดสถานีงานลงจากเดิมได้ 1 สถานีงาน ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามรอบเวลาการผลิตหลังการจัดสมดุลสายการผลิตยังสูงกว่าอัตราความต้องการของลูกค้าอยู่ 4 วินาที จึงควรนำเทคนิคอื่น ๆ เช่น ECRS มาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย เพื่อให้สามารถมีอัตราการผลิตที่ทันกับอัตราความต้องการของลูกค้า

เอกสารอ้างอิง

- จักรินทร์ กลั่นเงิน . 2558. การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการสุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตตู้แช่. Kasem Bundit Engineering Journal 5(2): 56-69
- ชัยยศ สันตวงศ์. 2546. การบริหารการผลิต. ประชุมช่าง, กรุงเทพฯ.
- ณฐา คุปต์ชัยเรียว . 2563. การวางแผนและควบคุมการผลิต : Production Planning & Control. สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ธนากร ประภาสัจจะเวทย์ และนุชสรุา เกรียงกรกฎ. 2557. การปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต: กรณีศึกษา โรงงานผลิตตู้แช่เครื่องดื่ม. Journal of Energy and Environment Technology 2(2): 55-66
- มานพ ดอนหมื่น และณัฐวรพล รัชสิริวัชรอุบล . 2562. การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิธีการจัดสมดุลการผลิต. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 13(2): 176-185
- สุวิมล พระชัย, กนกวรรณ สังสรรค์ศิริ และเสาวนิตย์ เลขวัต . 2564. การจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา: โรงงานผลิตซีอิ๊ว. วารสารข่าวงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย

การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในพื้นที่อับอากาศ โดยใช้เทคโนโลยี IOT ในการแสดงผลและแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE

Development of oxygen measuring devices in confined spaces using IOT technology to display and notify through the LINE application

เทพพิทักษ์ กุนอก^{1*} วิเศษ วริศรางกุล² กิรติ สุลักษณ์¹

Theppitak Kunok^{1*} Wisaed Warissarangkul² Keerati Sulaksna¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000

¹ School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology,
Nakhon Ratchasima 30000, Thailand.

² สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดนครราชสีมา 30000

² The Office of Disease Prevention and Control 9th Nakhon Ratchasima 30000, Thailand.

*Corresponding author E-mail: Keerati@sut.ac.th

บทคัดย่อ

ที่อับอากาศเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนหรือได้รับก๊าซพิษ
แหล่งที่เป็นพื้นที่อับอากาศ ได้แก่ บ่อบาดาล โรงเพาะเห็ด อุโมงค์ ท่อระบาย เป็นต้น จากข้อมูลของกองระบาดวิทยา
กรมควบคุมโรคปี 2546-2561 พบการบาดเจ็บและเสียชีวิตกว่า 210 ราย จากร่างกายขาดออกซิเจน
และการหายใจเอาอากาศที่มีก๊าซพิษเข้าไป เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในพื้นที่อับอากาศ
เทคโนโลยี IOT ถูกนำมาใช้ในการแสดงผลและแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE อุปกรณ์ประกอบด้วย
เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในอากาศ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการประมวลผล ควบคุม
สั่งการทำงาน และส่งข้อมูล ระบบถูกออกแบบให้แจ้งเตือนด้วยเสียงและหลอดไฟแสดงสถานะพร้อมทั้งส่งข้อมูล
ปริมาณออกซิเจนที่วัดได้ผ่าน Line Notify ทุก 3 วินาที มีข้อความแจ้งเตือนเมื่อปริมาณออกซิเจนที่วัดได้
น้อยกว่าค่าที่กำหนดคือ 18 %Vol จากการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ด้วยวิธีการจำลองสภาวะที่อับอากาศ
โดยใช้ปฏิกิริยาการเผาไหม้เพื่อลดปริมาณออกซิเจนในอากาศ พบว่าสามารถแจ้งเตือนสถานะความปลอดภัยได้
สามารถแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ได้ และจากการสอบเทียบเซนเซอร์ออกซิเจนที่เลือกใช้พบว่า
ให้ค่าความคลาดเคลื่อน 0.55 %

คำสำคัญ : ที่อับอากาศ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์วัดออกซิเจน

Abstract

Confined space has been accidental risk caused by hypoxia, which was obtains toxic gas, oxygen deficit along with sources such as an astersian well, a mushroom house, a tunnel, a sanitary sewer, etc. In addition, collective data of Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of public health from 2003-2018 A.C. found more than 210 injured and dead due to oxygen deficit and inhaled toxic gas : hydrogen sulfide, ammonia, sulfur dioxide and carbon dioxide. This study focused on development of oxygen measuring devices in confined spaces using IOT technology to display and notify through the LINE application Equipment includes air oxygen sensor Microcontroller board for processing, controlling, commanding and sending data. The system is designed to alert with sound and indicator lights. Along with sending the measured oxygen data via Line Notify every 3 seconds, there is a notification message when the measured oxygen content is less than the specified value, which is 18 %Vol .From testing the operation of the equipment by simulating confined conditions by using a combustion reaction to reduce the amount of oxygen in the air, it was found that it could alert the safety status. Can be notified via Line Notify and from the calibration of the selected oxygen sensor, it was found that the error was 0.55%.

Keywords : Confined space, Microcontroller board, Oxygen sensor

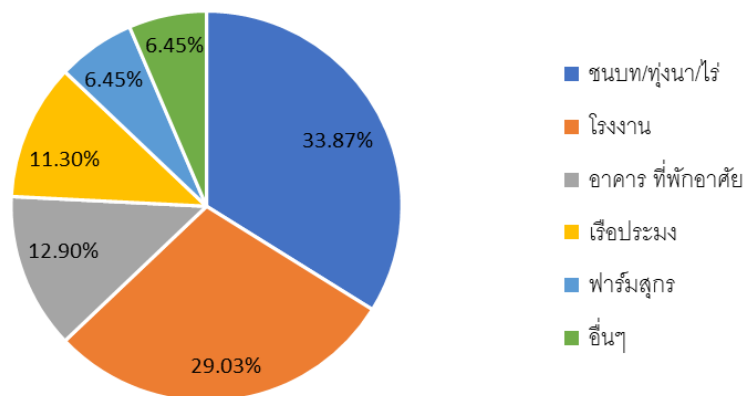
บทนำ

ที่อับอากาศ (Confined space) ตามกฎกระทรวงเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยในที่อับอากาศปี พ.ศ. 2547 หมายถึง ที่ซึ่งมีทางเข้าออกจำกัดและมีการระบายอากาศไม่เพียงพอที่จะทำให้อากาศภายในอยู่ในสภาพถูกสุขลักษณะและปลอดภัย เช่น อุโมงค์ ถ้ำ บ่อ หลุม ห้องใต้ดิน ห้องนิรภัย ถังน้ำมัน ถังหมัก ถังไซโล ท่อ เต่า ภาชนะหรือสิ่งอื่นที่มีลักษณะคล้ายกัน ที่อับอากาศเป็นสถานที่อันตรายที่พบได้ทั้งในภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และกิจการสาธารณูปโภค เป็นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นสถานที่ที่ประกอบไปด้วยบรรยากาศอันตรายซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้ (สุทธิศักดิ์ เต๋นดวงใจ และ คทาวุธ ดีปรีชา, 2564) ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 ตัวอย่างสถานที่อับอากาศที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน (ก) บ่อบาดาล (ข) โรงเพาะเห็ด
(ค) ช่องเก็บปลาในเรือประมง

การเสียชีวิตจากการปฏิบัติงานในที่อับอากาศหรือการเสียชีวิตจากภาวะอับอากาศมี 2 สาเหตุหลัก ได้แก่ 1. การที่ร่างกายขาดออกซิเจนโดยการหายใจเอาอากาศที่มีออกซิเจนต่ำหรือหายใจเอาก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปทดแทนปริมาณก๊าซออกซิเจนและ 2. ร่างกายหายใจเอาอากาศที่มีก๊าซพิษเข้าไป เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ หงุดหงิด และเสียชีวิตได้ (สันติ เกิดทองทวี และคณะ, 2562) จากการรวบรวมข้อมูลของกองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรคปี 2546-2561 พบว่ามีรายงานเหตุการณ์การบาดเจ็บและเสียชีวิตจากการทำงานในที่อับอากาศ 62 เหตุการณ์ มีผู้บาดเจ็บ 80 ราย เสียชีวิต 130 ราย อัตราป่วยตาย ร้อยละ 61.9 (สุรชาติพย์ บุณยสถิตินนท์ และคณะ, 2564)



ภาพที่ 2 ข้อมูลสถานที่เกิดเหตุจากการทำงานในพื้นที่อับอากาศ ตั้งแต่ปี 2546-2561
(สุรชาติพย์ บุณยสถิตินนท์ และคณะ, 2564)

พบว่าผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตส่วนใหญ่เป็นแรงงานนอกระบบที่อยู่ในภาคเกษตรกรรม การเสียชีวิตโดยส่วนใหญ่เกิดจากการขาดอากาศหายใจหรือออกซิเจนไม่เพียงพอ เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุหลักของการเสียชีวิตแล้วพบว่ากลุ่มแรงงานนอกระบบยังขาดความรู้และทักษะเกี่ยวกับการทำงานในที่อับอากาศ ขาดเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำงานในที่อับอากาศ (ไม่สามารถประเมินสภาพอากาศในที่อับอากาศได้) เป็นต้น

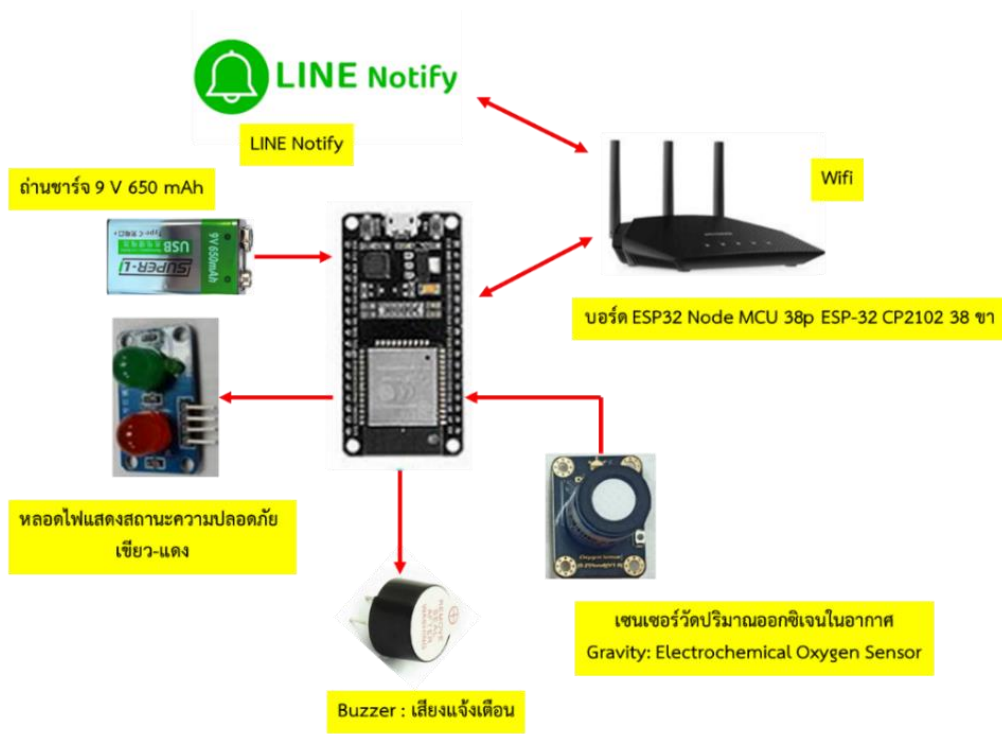
งานวิจัยนี้จึงสนใจพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในพื้นที่อับอากาศ โดยใช้เทคโนโลยี IOT (Internet of Things) หรืออินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งมาเป็นแนวความคิดในการออกแบบการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้สื่อสารกันเองได้และสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเพื่อติดต่อสื่อสาร รับ-ส่งข้อมูล และประมวลผลข้อมูลต่างๆกับระบบได้ (กัธร สารวรรณ และคณะ, 2563) โดยนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนของการแสดงผลและแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line หรือ Line Notify ซึ่งเป็นบริการที่ทางแอปพลิเคชัน Line ได้จัดเตรียมไว้ให้ใช้งานในรูปแบบของ API เพื่อให้นักพัฒนารวมถึงผู้ที่สนใจนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งข้อความการแสดงผล รวมถึงการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มหรือบัญชีส่วนตัวได้ (อิมรอน แวมง และคณะ, 2563) และจะทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บและเสียชีวิตจากการทำงานในที่อับอากาศ

วิธีดำเนินการ

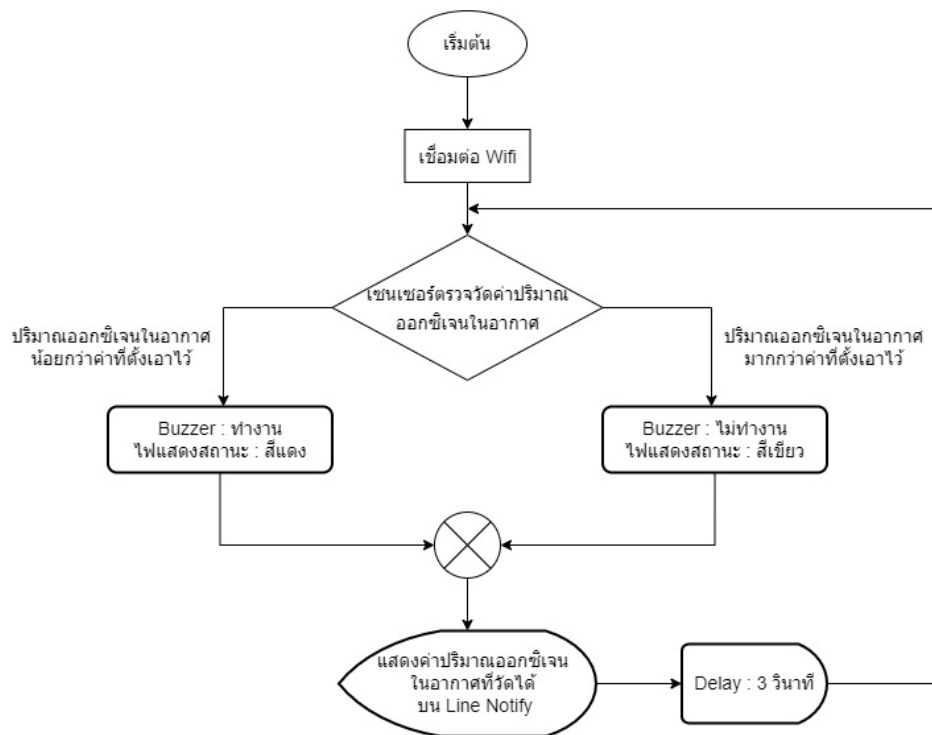
แนวคิดการออกแบบระบบ

งานวิจัยนี้ได้นำเทคโนโลยี IOT มาประยุกต์เข้ากับระบบที่ประกอบด้วย ถ่านชาร์จขนาด 9 V 650 mAh ใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้ระบบ เซนเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนในอากาศ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 32 สำหรับประมวลผล ควบคุม สั่งการทำงาน และส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชัน Line Line Notify เพื่อแสดงผลค่าปริมาณออกซิเจนในอากาศที่วัดได้ หลอดไฟแสดงสถานะความปลอดภัย และเสียงแจ้งเตือน โดยระบบเริ่มทำงานเมื่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มีการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตตามที่ได้ตั้งเอาไว้ จากนั้นระบบส่งค่าปริมาณออกซิเจนในอากาศที่วัดได้ไปแสดงผลบน Line Notify โดยแสดงผลทุก 3 วินาที เมื่อปริมาณออกซิเจนในอากาศมีค่ามากกว่า 18 %Vol หลอดไฟแสดงเป็นสีเขียวและไม่มีเสียงแจ้งเตือน แต่เมื่อปริมาณออกซิเจนในอากาศมีค่าน้อยกว่า 18 %Vol หลอดไฟแสดงเป็นสีแดงและมีเสียงแจ้งเตือนพร้อมกับแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ดังแสดงในภาพที่ 3

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

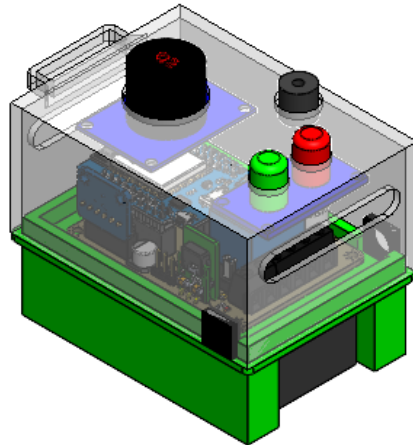


ภาพที่ 3 กรอบแนวความคิดการออกแบบระบบตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในพื้นที่อับอากาศ

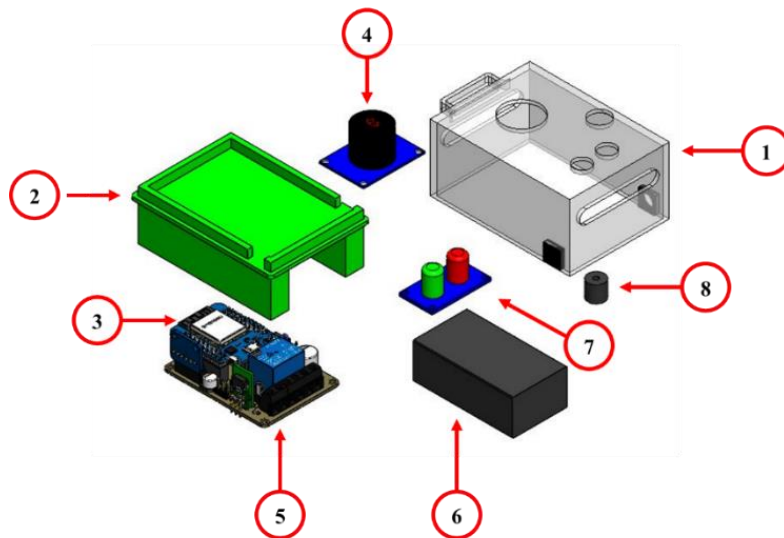


ภาพที่ 4 ผังการทำงานของระบบที่ออกแบบ

การออกแบบอุปกรณ์โดยใช้โปรแกรม Solid Works 2021 ดังแสดงในภาพที่ 5 และ 6



ภาพที่ 5 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในพื้นที่อับอากาศ



ภาพที่ 6 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในพื้นที่อับอากาศ

อุปกรณ์ที่ออกแบบมีขนาดความกว้าง 9.40 เซนติเมตร สูง 8.00 เซนติเมตร และลึก 6.00 เซนติเมตร ประกอบด้วย หมายเลข 1 และ 2 คือ ตัวอุปกรณ์ที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุที่ใช้เป็นพลาสติกชนิด PLA+ หมายเลข 3 คือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 DevKitC WiFi+Bluetooth (38 Pins) ที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากบอร์ด ESP8266 มีทั้ง Wifi และ Bluetooth ในตัวเดียวกัน มีเซนเซอร์อุณหภูมิในตัวหน่วยความจำเพิ่มขึ้น และประมวลผลเร็วกว่า ESP8266 ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียสเหมาะกับการใช้งานทางด้าน IOT หมายเลข 4 คือ เซนเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนในอากาศ Gravity: Electrochemical Oxygen Sensor ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 หรือ 5 โวลต์ วัดความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในอากาศได้ตั้งแต่ 0 ถึง 30

%Vol เวลาในการตอบสนองน้อยกว่า 15 วินาที ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส ความชื้น 0-99 %RH หมายเลข 5 คือ บอร์ดขยายขา ESP32 แบบ 38 ขา รับไฟเข้าได้ตั้งแต่ 7 ถึง 12 โวลต์ ใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับบอร์ด ESP32 มีสวิตช์เปิด/ปิดแหล่งจ่ายพลังงาน มีขาต่อไฟออก 3.3 และ 5 โวลต์ มีขาต่อสำหรับ ESP32 ทำให้ง่ายต่อการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ หมายเลข คือ 6 รางถ่าน 9 โวลต์ หมายเลข 7 คือ LED Module ไฟแสดงสถานะ 2 ดวง สีเขียว แดง ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 ถึง 5 โวลต์ และหมายเลข 8 คือ Active Buzzer Module โมดูลเสียงแจ้งเตือน ทำงานแบบ Active High ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 ถึง 5 โวลต์

การออกแบบและพัฒนาระบบ IOT สำหรับอุปกรณ์

ระบบ IOT (Internet of Things) หรือ อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง เป็นกรอบแนวคิดของระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์หลายชนิด ทำให้ระบบต่างๆสามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้ IOT มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า M2M หรือ Machine to Machine เป็นการเข้าถึงอุปกรณ์ รับส่งข้อมูลต่างๆ ผ่านอินเทอร์เน็ต ระบบที่ออกแบบจะใช้รูปแบบการเชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น ใช้กำลังส่งต่ำ เหมาะกับพื้นที่ควบคุมขนาดเล็กอยู่ในลักษณะของการเชื่อมต่อผ่านโครงข่าย Wifi มีการแสดงผลและแจ้งเตือนไปยัง Line Notify ที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบ IOT ที่ถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถส่งข้อความ การแจ้งเตือนไปยังกลุ่มหรือบุคคลได้ โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็นแกนหลักในการสื่อสาร รับส่งข้อมูล (วารสารณ์ ไทยมา และ วรพล อิทธิคุณเศร, 2563) ผ่านการเขียนรหัสโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานและแสดงผลของระบบ โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ดังแสดงในภาพที่ 7

```
1 #include <WiFi.h>
2 #include <HTTPClient.h>
3 const char* ssid = "Dada";
4 const char* password = "77777777";
5 const char* serverName = "https://notify-api.line.me/api/notify";
6 unsigned long lastTime1 = 0;
7 unsigned long timerDelay1 = 500;
8 unsigned long lastTime2 = 0;
9 unsigned long timerDelay2 = 1000;
10 String token1 = "WYuow13s6J78snW4kJty6wffp8qqLFASqGcJdE9nZhQ";
11 //=====
12 #include "DFRobot_OxygenSensor.h"
13 #define COLLECT_NUMBER 10 // collect number, the collection range is 1-100.
14 #define Oxygen_IICAddress ADDRESS_3
15 //=====
16 const float L_O2 = 16, H_O2 = 22;
17 #define red_led 32
18 #define green_led 33
19 #define buz 25
20 DFRobot_OxygenSensor Oxygen;
21 void setup() {
22   Serial.begin(115200);
23   pinMode(red_led, OUTPUT);
24   pinMode(green_led, OUTPUT);
25   pinMode(buz, OUTPUT);
26   digitalWrite(red_led, HIGH);
27   digitalWrite(green_led, HIGH);
```

ภาพที่ 7 ตัวอย่างรหัสโปรแกรมควบคุมการทำงานและแสดงผลของระบบ

ใช้เทคโนโลยี IOT ในการแสดงผลและแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การแสดงผลและแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line

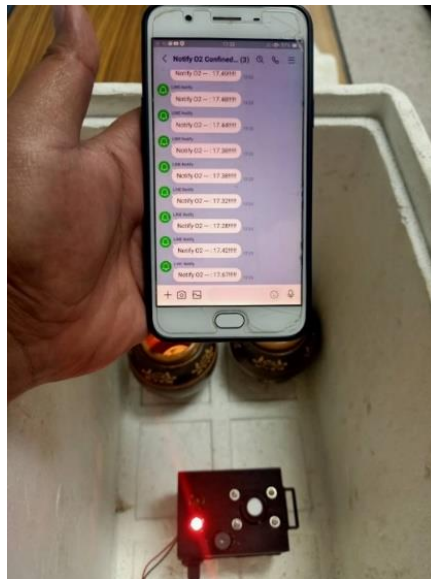
การทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์

ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นด้วยวิธีการจำลองสถานะที่อับอากาศ โดยใช้ปฏิกิริยาการเผาไหม้เพื่อลดปริมาณออกซิเจนในอากาศ นำตัวอุปกรณ์เข้าไปวางไว้ในกล่องปิดเพื่อป้องกันออกซิเจนจากอากาศที่อยู่ภายนอกกล่องเข้าไปทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ภายในกล่อง การทดสอบนี้จะเลือกใช้กล่องโพลีที่มีฝาปิดขนาดความกว้าง 38.50 เซนติเมตร ลึก 25.50 เซนติเมตร สูง 32.50 เซนติเมตร และหนา 3.00 เซนติเมตร มีเทียนวางอยู่ภายใน จากนั้นจะทำการจุดเทียนแล้วปิดฝากล่องโพลีและทำการบันทึกผลค่าปริมาณออกซิเจนที่เกิดขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 9 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นภายในกล่องโพลีจะใช้ออกซิเจนภายในกล่องเป็นองค์ประกอบหลักในปฏิกิริยาการเผาไหม้ ดังนั้นหลังจากปิดฝากล่องปริมาณออกซิเจนจะลดลงตามเวลา เมื่อปริมาณออกซิเจนมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดระบบแจ้งเตือนไปยัง LINE Notify หลอดไฟแสดงสถานะเป็นสีแดงและมีเสียงดังแจ้งเตือน ดังภาพที่ 10 จากนั้นทำการเปิดฝากล่องโพลีออกเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนในอากาศและทำการบันทึกผลค่าปริมาณออกซิเจนที่เกิดขึ้น

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 9 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในพื้นที่อับอากาศ

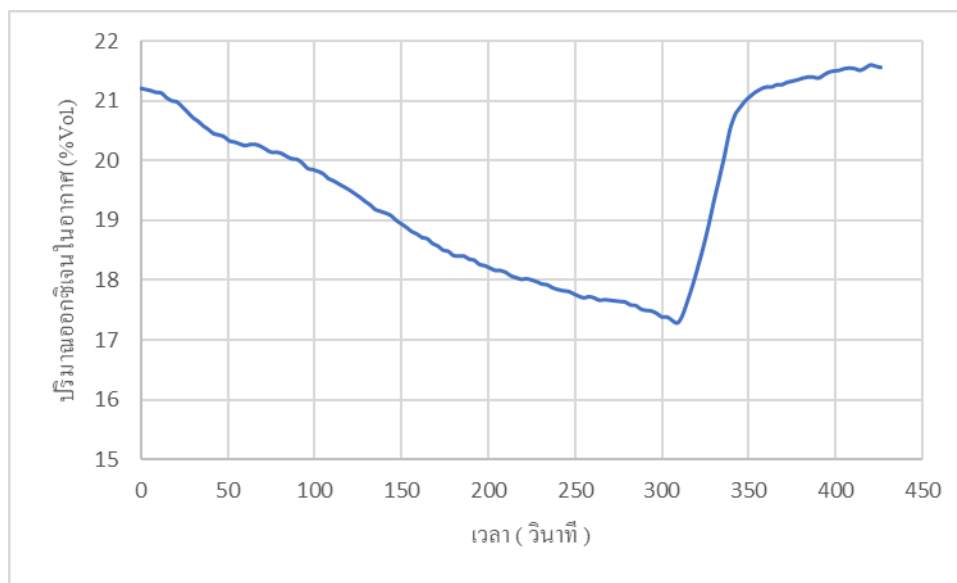


ภาพที่ 10 การทดสอบระบบแจ้งเตือนของอุปกรณ์

ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

ในงานวิจัยนี้เซนเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนในอากาศที่เลือกใช้ได้ถูกทำการสอบเทียบด้วยวิธีการสอบเทียบกับ Standard Gas Mixer พบว่าให้ความคลาดเคลื่อน 0.55 % คือ Standard Gas Mixer ที่นำมาสอบเทียบประกอบด้วยออกซิเจน 18 %Vol เซนเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนที่เลือกใช้วัดค่าออกซิเจนได้ 17.9 %Vol

ผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ด้วยวิธีการจำลองสภาวะที่อับอากาศ โดยใช้ปฏิกิริยาการเผาไหม้จากการจุดเทียนเพื่อลดปริมาณออกซิเจนที่อยู่ภายในกล่องโฟม (ดังแสดงในภาพที่ 9) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณออกซิเจนที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา พบว่าการทดสอบเป็นไปตามภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (วินาที) กับ ปริมาณออกซิเจนในอากาศ (%Vol)

จากภาพที่ 11 พบว่าหลังจากจุดเทียนและปิดฝากล่องโฟมปริมาณออกซิเจนในอากาศที่วัดได้ในช่วงเวลา 0-309 วินาที มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาเคมีที่สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ ดังนั้นปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นจากการทดสอบจะใช้ออกซิเจนที่อยู่ภายในกล่องโฟมเป็นองค์ประกอบหลัก (อนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล และคณะ, 2563) ภายในกล่องโฟมเป็นพื้นที่ปิดทำให้มีปริมาณออกซิเจนจำกัด ดังนั้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นปริมาณออกซิเจนที่อยู่ภายในกล่องโฟมจะลดลงและพบว่าที่เวลา 228 วินาที ปริมาณออกซิเจนที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 17.97 %Vol ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ตั้งเอาไว้ทำให้หลอดไฟแสดงสถานะสีแดง มีเสียงแจ้งเตือนดัง และมีข้อความแจ้งเตือนผ่าน Line Notify เป็นไปตามผังการทำงานของระบบในภาพที่ 4 จากนั้นที่เวลา 309 วินาที ได้ทำการเปิดฝากล่องโฟมออก เนื่องจากปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาการคายความร้อนจึงทำให้เกิดพลังงานความร้อนออกมาด้วย (คณิตตา ธรรมจริยวงศา, 2550) ทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในกล่องโฟมเพื่อป้องกันอุปกรณ์เสียหายจากความร้อนจึงทำการเปิดฝากล่องโฟมออก พบว่าเทียนที่อยู่ภายในยังไม่ดับ ปริมาณออกซิเจนที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 17.28 %Vol เนื่องจากยังมีออกซิเจนอยู่จึงทำให้เทียนไม่ดับปฏิกิริยาการเผาไหม้ยังคงดำเนินต่อไปได้ หลังจากเปิดฝากล่องโฟมออกแล้วพบว่าปริมาณออกซิเจนในอากาศที่วัดได้ในช่วงเวลา 309-360 วินาที มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพราะเมื่อเปิดฝากล่องโฟมออกอากาศภายนอกที่มีออกซิเจนสูงจะแพร่ไปภายในกล่องโฟม ปริมาณออกซิเจนจึงเพิ่มขึ้นและพบว่าที่เวลา 321 วินาที ปริมาณออกซิเจนที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 18.25 %Vol ซึ่งมากกว่าค่าที่ตั้งเอาไว้ทำให้หลอดไฟแสดงสถานะสีเขียว เสียงแจ้งเตือนดับลง และ

แสดงค่าออกซิเจนผ่าน Line Notify เป็นปกติ ไม่แสดงข้อความแจ้งเตือน เป็นไปตามผังการทำงานของระบบ ในภาพที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่วัดได้ที่เวลา 0 วินาที กับ ที่เวลา 360 วินาทีเป็นต้นไป พบว่าที่เวลา 0 วินาที มีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่า ทั้งนี้เพราะที่เวลา 0 วินาที เป็นการเริ่มจับเวลาขณะที่ตัวอุปกรณ์ อยู่ในกล่องที่มีออกซิเจนน้อยกว่าอากาศภายนอกและที่เวลา 360 วินาทีเป็นต้นไปมีปริมาณออกซิเจนสูงกว่าที่ 0 วินาที ทั้งนี้เพราะได้นำอุปกรณ์ออกมาจากกล่องโฟมทำให้ออกซิเจนที่วัดได้เป็นออกซิเจนในอากาศภายนอกที่มีค่ามากกว่าออกซิเจนจากอากาศภายในกล่อง

สรุปผล

การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในพื้นที่อับอากาศ โดยใช้เทคโนโลยี IOT ในการแสดงผล และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE จากการทดสอบด้วยวิธีการจำลองสถานะที่อับอากาศ โดยใช้ปฏิบัติการเผาไหม้ เพื่อลดปริมาณออกซิเจนในอากาศภายในกล่องโฟม พบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถแจ้งเตือนสถานะความปลอดภัยได้ คือ เมื่อปริมาณออกซิเจนที่วัดได้น้อยกว่าค่าที่กำหนด (ค่าออกซิเจนที่กำหนดจะมีค่าเท่ากับ 18 %Vol) หลอดไฟแสดงสถานะสีแดง มีเสียงแจ้งเตือนดังออกจากตัวเครื่องและมีการแจ้งเตือนข้อความผ่าน Line Notify และเมื่อปริมาณออกซิเจนที่วัดได้มากกว่าค่าที่กำหนดหลอดไฟแสดงสถานะเป็นสีเขียวและจะแจ้งเตือนค่าออกซิเจนที่วัดได้ผ่าน Line Notify ปกติ (จะไม่ขึ้นข้อความแจ้งเตือน) โดยอุปกรณ์จะทำงานภายใต้รหัสโปรแกรมที่เขียนไว้ มีลำดับการทำงานตามผังการทำงานของระบบที่ออกแบบ การสอบเทียบเซนเซอร์ที่ใช้ในงานวิจัยกับก๊าซมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบ พบว่าเซนเซอร์ที่เลือกใช้ในงานวิจัยให้ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.55 %

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณ บุคลากรกลุ่มงานโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 นครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการช่วยเหลือด้านต่างๆ ตลอดมา ทำให้งานวิจัยนี้ดำเนินงานบรรลุตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- กำธร สารวรรณ และคณะ. (2563). การพัฒนาระบบสมาร์ตฟาร์มสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำใน ป่อ. Engineering Journal of Research and Development, 31(4), 185-194.
- คณิตตา ธรรมจริยวงศา. (2550). เตาเผาศพ : อันตรายจากคนตายสู่คนเป็น. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ปีที่ 22 ฉบับที่ 2 ประจำปี 2550.
- วรารณณ์ ไทยมา และ วรพล อิทธิคุณเศร. (2563). การเปลี่ยนแปลงทางธุรกิจสู่เทคโนโลยีการสื่อสารในระบบ 5G. Vocational Education Central Region Journal, 4(1), 11-16.

- สันติ เกิดทองทวี และคณะ. (2562). การศึกษาผลการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนเมื่อเทียบกับ ระดับความลึกใน
สถานที่อับอากาศ (บ่อ บาดาล) เขตสุขภาพ ที่ 3. *Journal of Disease and Health Risk DPC*. 3,
13(1), 17-24.
- สุทธิศักดิ์ เต็นดวงใจ และ คทาวุธ ดีปรีชา. (2564). บทความพื้นวิชา ที่อับอากาศ (Confined Space). *Royal
Thai Army Medical Journal*, 74(1), 47-52.
- สุธาทิพย์ บูรณสถิตนนท์ และคณะ. (2564). การสอบสวนกรณีผู้เสียชีวิต 2 ราย ในที่อับอากาศ จากการขุดลอก
บ่อบาดาลปลอกคอนกรีตแห่งหนึ่ง อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราชในเดือนมีนาคม 2563.
วารสารควบคุมโรค, 47(2), 376-386. doi:10.14456/dcj.2021.34.
- อนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล และคณะ. (2563). การปรับปรุงการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวโดยใช้ก๊าซไอโซนช่วยใน
การเผาไหม้. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 30(3), 406-415-406-415.
doi:10.14416/j.kmutnb.2020.05.001.
- อิมรอน แวมง และคณะ. (2563). การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันขอใช้บริการ ถ่ายสำเนาเอกสารทางวิชาการ
ร่วมกับการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. *Journal of Applied Information Technology*, 62-71.

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน LFP และ NMC Study on the efficiency of use of lithium-ion batteries LFP and NMC

ศักดิ์ดา มั่นคง^{1*}

Sakda Mankhong^{1*}

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

¹ Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College, Khet Bangkok Yai, Bangkok 10600

*Corresponding author E-mail: 13smankhong@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน LFP และ NMC ทั้ง 2 แบบนี้ ได้ถูกนำมาใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าเป็นจำนวนมากในการขับเคลื่อนมอเตอร์และควบคุมการทำงานในรถยนต์ไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน LFP และ NMC โดยทำการทดสอบการนำไปใช้กับรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการทดสอบ มอเตอร์ DC ขนาด 550W, 12V ที่ล้อหลังด้านซ้ายและล้อหลังด้านขวารวมกัน 2 ชุด โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ LFP และ NMC ขนาด 10Ah ผลการทดสอบการใช้งานพบว่าแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน LFP ทดสอบวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางที่วิ่งได้ประมาณ 7.66 กิโลเมตร ระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ย 1 ชั่วโมง อุณหภูมิแบตเตอรี่ขณะใช้งาน 32 °C ทดสอบโดยใช้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน NMC ขนาด 10Ah ทดสอบวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางที่วิ่งได้ 10.33 กิโลเมตร ระยะเวลาในการใช้งานเฉลี่ย 1.3 ชั่วโมง อุณหภูมิแบตเตอรี่ขณะใช้งาน 32 °C

คำสำคัญ : แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน, มอเตอร์, ควบคุม

Abstract

Currently, these two types of LFP and NMC lithium-ion batteries are used in many electric vehicles to drive motors and operate in electric vehicles. The researcher therefore studied the usage efficiency of LFP and NMC lithium-ion batteries by applying them to the electric vehicle used for testing. DC motors of 550W, 12V, rear left and right rear wheels were combined. 2 each, which will be powered by 10Ah LFP and NMC batteries. The test results show that the LFP lithium-ion battery tested ran at a maximum speed of 8 kilometers per hour. The running distance is about 7.66 kilometers, the average usage time is 1 hours, the battery temperature while operating is 32 °C, tested using a 10Ah NMC lithium-ion battery, running at a maximum speed of 8 kilometers per hour. Running distance 10.33 kilometers, average usage time 1.3 hours, battery temperature while operating 32 °C

Keywords : Lithium ion battery, Motor, Controller

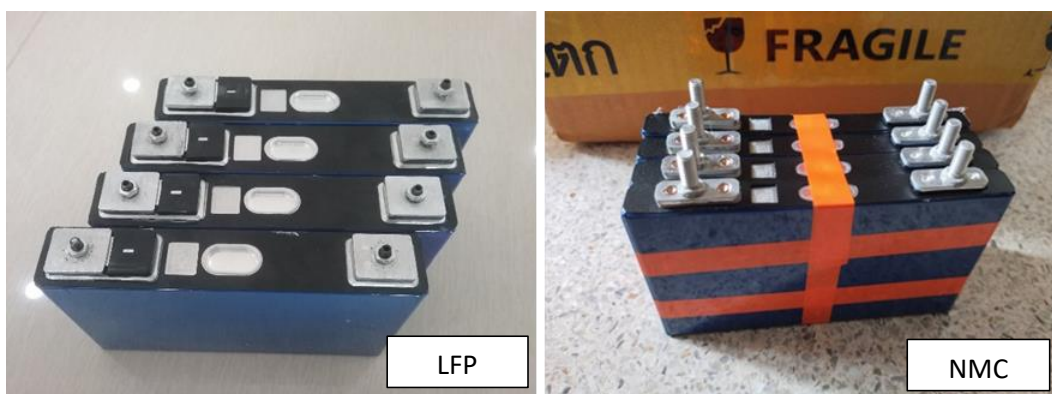
บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันยานพาหนะเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเดินทางสำหรับทุกคน มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นเหตุผลให้ความต้องการในการใช้ยานพาหนะมีมากขึ้นไปด้วย ยานพาหนะในปัจจุบันโดยส่วนมาก คือ รถยนต์ รถมอเตอร์ไซด์ รถโดยสาร ซึ่งส่วนมากจะใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ในการทำงานทั้งสิ้น ขณะที่ปริมาณน้ำมันซึ่งเป็นทรัพยากรของโลกมีปริมาณที่ลดลง ทั้งที่ปริมาณความต้องการใช้มีมากขึ้นทุกขณะ บวกกับในปัจจุบันมีวิกฤตการณ์ที่ราคาน้ำมันแปรปรวนอย่างรวดเร็วและมีราคาแพงมากขึ้นในขณะเดียวกันน้ำมันกำลังจะหมดไป อีกทั้งยังพบปัญหาปรากฏการณ์เรือนกระจกและโลกร้อน รวมถึงเรื่องฝุ่น PM 2.5 ส่งผลกระทบต่อทุกคนโดยเฉพาะผู้ที่พักอาศัยอยู่ในเมืองและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงทำให้มีการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกทางอื่นนำมาใช้แทน การนำรถยนต์ไฟฟ้ามาแทนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเนื่องจากไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีราคาต่อหน่วยที่ถูกกว่าน้ำมัน อีกทั้งยังหาได้ง่ายและไม่มีปัญหาในเรื่องของมลพิษที่จะเกิดขึ้นอีกด้วย พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าถูกเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมาก

ดังนั้นจะพบว่าแบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งเป็นแหล่งเก็บพลังงานและจ่ายพลังงานที่สำคัญของรถยนต์ไฟฟ้าเป็นอย่างมาก โดยแบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ซึ่งมาแทนแบตเตอรี่แบบเดิมโดยให้ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าความจุไฟฟ้าที่สูงมากกว่า ในรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่นิยมใช้งานมากที่สุดคือแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน LFP และ NMC ซึ่งมีความสำคัญและน่าศึกษาเป็นอย่างมากผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาหาประสิทธิภาพการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน LFP และ NMC ที่ใช้ในรถยนต์ไฟฟ้า

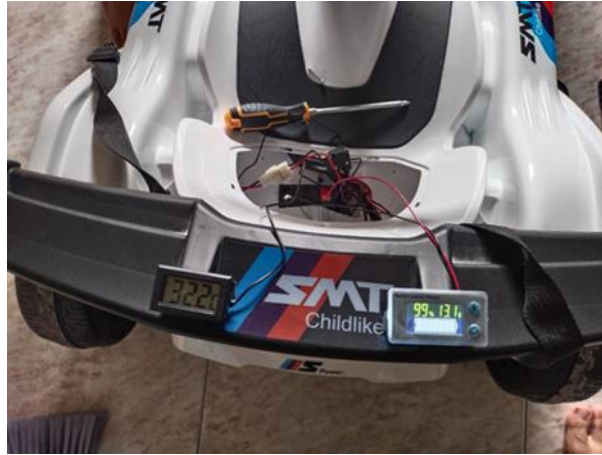
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ทดสอบระยะทางที่ความเร็วต่างๆ โดยทำการชาร์จประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่เต็มประจุทั้ง 2 แบบ ทดสอบประสิทธิภาพแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน LFP และ NMC



ภาพที่ 1 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน LFP และ NMC จำนวน 4 เซลล์ขนาด 12V, 10Ah

2. ใช้เครื่องมือในการทดสอบวัฏระยะทางและวัดความเร็วด้วยโปรแกรมแอป GPS ทดสอบการวิ่งของ
รถยนต์ไฟฟ้าโดยใช้รถโกคาร์ทไฟฟ้ามอเตอร์ขนาด 550W, 12V DC ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การทดสอบโดยใช้รถโกคาร์ทไฟฟ้ามอเตอร์ 550W, 12V DC

3. การทดสอบโดยใช้ความเร็วคงที่ โดยทดสอบที่น้ำหนักผู้ขับขี่ 60 กิโลกรัม วัดเส้นทางจาก แอป GPS
และทำการจดบันทึกข้อมูลที่ได้และทำการทดสอบหาค่าต่างๆ

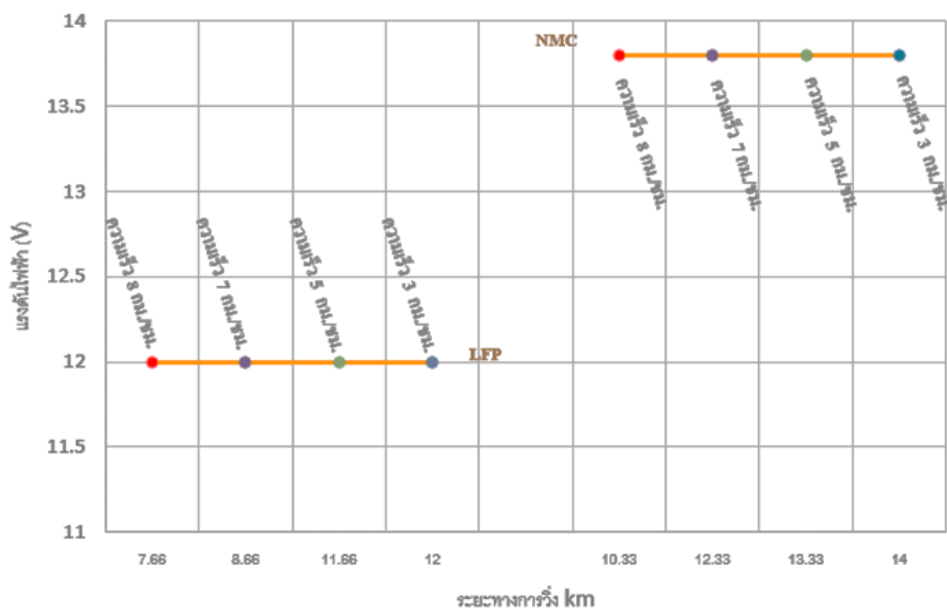
ผลการวิจัย

ผลการทดสอบด้วยความเร็วคงที่ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากการทดสอบการเหยียบคันเร่งในการออกตัว
ด้วยความเร็วที่ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีน้ำหนักผู้ขับขี่ 60 กิโลกรัม การออกตัวด้วยการเหยียบคันเร่งให้
ความเร็วคงที่ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง วัดเส้นทางจากแอป GPS ดังภาพที่ 3

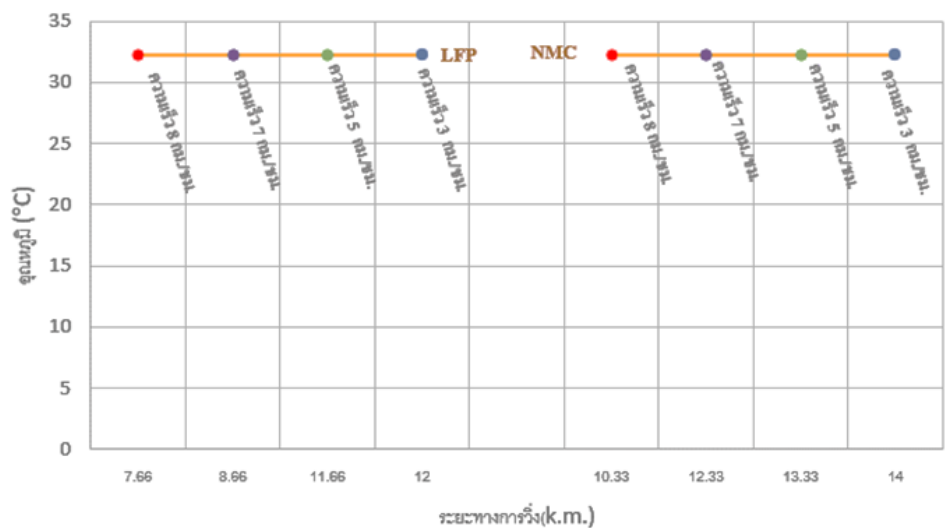


ภาพที่ 3 การทดสอบด้วยความเร็วคงที่ 8 km/h

จากผลการทดสอบพบว่าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน LFP จำนวน 4 เซลล์ แรงดันไฟฟ้า 12V ความจุ 10Ah การทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วที่คงที่ 8 km/h แรงดันไฟฟ้าใช้งานวัดได้เฉลี่ยเท่ากับ 12V ระยะทางที่วิ่งได้ประมาณ 7.66 km แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน NMC จำนวน 4 เซลล์ แรงดันไฟฟ้าใช้งานวัดได้เฉลี่ย 12V การทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วที่คงที่ 8 km/h ระยะทางที่วิ่งได้ประมาณ 10.33 km อุณหภูมิของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน LFP และ NMC ที่วัดได้ขณะวิ่งทดสอบวัดค่าได้เฉลี่ย 32 °C ซึ่งได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังกราฟแสดงผลภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าและอุณหภูมิต่อระยะทางการวิ่งระหว่างแบตเตอรี่ LFP และ NMC



ภาพที่ 4 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าต่อระยะทางการวิ่งระหว่างแบตเตอรี่ LFP และ NMC



ภาพที่ 5 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิต่อระยะทางการวิ่งระหว่างแบตเตอรี่ LFP และ NMC

วิจารณ์ผล

ขนาดความจุของแบตเตอรี่และแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงระยะทางในการวิ่งทดสอบ ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบสอดคล้องกับข้อมูล (Data Sheet) ของคุณสมบัติของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน NMC และ LFP ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธิฐิ ยัมสังข์ (2562) การออกแบบแพ็คเกจแบตเตอรี่ โดยควบคุมด้วยวงจร การต่อเซลล์แบตเตอรี่ในการประกอบแบตเตอรี่เพื่อให้เหมาะสมกับการเลือกใช้งานที่ถูกต้อง แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน NMC ใช้เวลาในการชาร์จประจุไฟฟ้าเต็มแบตเตอรี่ที่มากกว่า LFP และสามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่า LFP สอดคล้องกับงานวิจัยของ Languang et al. (2013) แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมีความหนาแน่นของพลังงานสูง จำเป็นต้องมีการควบคุมการจัดการระบบการใช้พลังงานไฟฟ้าของแบตเตอรี่อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ยาวนาน จากผลการทดสอบการวิ่งที่ความเร็วสูงสุดที่ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความเร็วต่ำสุดที่ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่อย่างต่อเนื่อง พบว่ารถทดสอบที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน NMC สามารถวิ่งได้ระยะทางมากกว่า แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน LFP แสดงให้เห็นได้ว่าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน NMC มีค่าความจุของพลังงานไฟฟ้าที่สูงกว่า LFP

สรุปผล

ผลการทดสอบแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน NMC ระยะทางการวิ่งต่อการชาร์จประจุไฟฟ้าเต็มแบตเตอรี่รวมระยะเวลาในการชาร์จ 6 ชั่วโมง 10 นาที ระยะทางวิ่งได้เฉลี่ยเท่ากับ 10.33 กิโลเมตร ที่ความเร็วคงที่ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และระยะทางวิ่งได้เฉลี่ยเท่ากับ 14 กิโลเมตร ที่ความเร็วคงที่ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 32°C และมีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 12 โวลต์ แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน LFP ระยะทางการวิ่งต่อการชาร์จประจุไฟฟ้าเต็มแบตเตอรี่ค่าเฉลี่ยรวมระยะเวลาในการชาร์จ 4 ชั่วโมง 15 นาที ระยะทางวิ่งได้เฉลี่ยเท่ากับ 7.66 กิโลเมตร ที่ความเร็วคงที่ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางวิ่งได้เฉลี่ยเท่ากับ 12 กิโลเมตร ที่ความเร็วคงที่ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 32°C ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 12 โวลต์ จากผลที่ได้จากการทดสอบจะพบว่าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน NMC ให้ค่าความจุพลังงานไฟฟ้าสูงกว่า LFP มีค่าแรงดันไฟฟ้าที่มากกว่า และมีค่าประสิทธิภาพในการใช้งานสูงกว่าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน LFP ส่วนอุณหภูมิของแบตเตอรี่ทั้ง 2 แบบ ขณะใช้งานอุณหภูมิของแบตเตอรี่มีค่าที่ไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

ธิฐิ ยัมสังข์. 2562. เรื่องการออกแบบแพ็คเกจแบตเตอรี่ โดยควบคุมด้วยวงจร BMS. กรุงเทพฯ กลุ่มวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2563. แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า. พูลพร แสงบางปลา. 2556. มาตรฐานและคุณภาพรถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน. สถาบัน เทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, กรุงเทพฯ.

กองพล อารีรักษ์. 2556. การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้นสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 132-133

International Energy Agency. 2015. Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020. Paris.

Du Jiuyu, Ouyang Minggao, and Chen Jingfu. 2016. Prospects for Chinese electric vehicle technologies Ambition and rationality. Energy. 120: 1016-1026

Languang Lu, Xuebing Han, and Jianqiu Li. 2013. A review on the key issues for lithium-ion battery management in electric vehicles. Journal of Power Sources. 226: 272-288.

Wang, K. 2017. Study on low temperature performance of Li Ion battery. Open Access Library Journal, 4: 1-12.

Mingyue Zhang, and Xiaobin Fan. 2020. Review on the state of charge estimation methods For electric vehicle battery. World Electric Vehicle Journal. 11: 23

การหาจุดเหมาะสมของปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าการยึดติดของน็อตต่อแผ่นเหล็กโดยใช้
หลักการออกแบบการทดลอง

Optimization for Factors Affecting Adhesion Values of Nuts to Steel
Plates by using Experimental Design Principles

อนุสรณ์ เขื่อนทอง¹ สุจินต์ วันชาติ^{1*} ณัฐพล จันทร์พานิชย์¹

Anusorn Khueansong¹ Sujin Wanchat^{1*} Nattapon Chantarapanich¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
เลขที่ 199 หมู่ 6 ถนนสุขุมวิท ต.ทุ่งสุขลา 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: suj@eng.srku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพความแข็งแรงรอยเชื่อมยึดติดของน็อตขนาด M6 กับแผ่นเหล็กชุบผิวชนิด CGCHS60DP 40/40 ความหนา 1.0 มิลลิเมตร โดยประยุกต์ใช้วิธีทากูชิในการออกแบบและวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อหาค่าปัจจัยที่เป็นผลกระทบหลักของการเชื่อมด้วยความต้านทานแบบป้อน โดยปัจจัยที่นำมาพิจารณาประกอบไปด้วย 8 ปัจจัย ได้แก่ แรงกดทับบริเวณการเชื่อม, เวลาเพิ่มกระแสก่อนเชื่อม, เวลาการปล่อยกระแสเชื่อมครั้งที่ 1, กระแสไฟในการเชื่อมที่ 1, ช่วงเวลาหล่อเย็น, เวลาการปล่อยกระแสเชื่อมครั้งที่ 2, กระแสไฟในการเชื่อมที่ 2, เวลากดทับหลังการเชื่อม ผลลัพธ์จากการทดลองพบว่าแรงกดทับบริเวณรอยเชื่อมส่งผลต่อค่าความแข็งแรงรอยยึดติดน็อตกับแผ่นเหล็กสูงที่สุด ดังนั้นแรงกดทับบริเวณการเชื่อมจะมีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพความแข็งแรงรอยเชื่อมยึดติดของน็อตขนาด M6 กับแผ่นเหล็กมากที่สุด

คำสำคัญ : วิธีทากูชิ การเชื่อมน็อตด้วยความต้านทานแบบป้อน เครื่องทดสอบแรงกด การออกแบบการทดลอง ชิ้นส่วนยานยนต์

Abstract

This research aims to improve the weld strength quality of M6 nuts with CGCHS60DP 40/40 galvanized steel sheet with a thickness of 1.0 mm by applying the Taguchi method to design and analyze the experimental results. To determine the main effect factor of resistance projection welding, the factors to be considered include 8 factors: Pressure, Up Slope, the 1st Weld Time, the 1st Weld Current, Cool Time, the 2nd Weld Time, the 2nd Weld Current, and Hold Time. The experimental results showed that the pressure on the weld seam has the most significant effect on the strength of the nut bonding with the steel sheet. Therefore, the pressure

on the weld seam has the most significant effect on improving the strength of the weld seam of the M6 nut to the steel plate.

Keywords : Taguchi method, Nut Projection Welding Process, Universal Testing Machine, Design of Experiment, Automotive parts

บทนำ

การเชื่อมแบบจุดด้วยความต้านทาน คือกระบวนการเชื่อมโดยการใช้หัวอิเล็กโทรดกดชิ้นงานแนบติดกัน แล้วปล่อยกระแสไฟให้ไหลผ่านหัวอิเล็กโทรดไปยังชิ้นงานให้เกิดการอาร์ก ให้แผ่นเหล็กสองแผ่นเกิดบ่อหลอมละลายและแข็งตัวติดกันซึ่งการปล่อยกระแสผ่านอิเล็กโทรดจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ส่วนปลายจึงต้องมีการลดอุณหภูมิปลายอิเล็กโทรดและควบคุมคุณภาพการเชื่อม (Zhao et al., 2013) โดยในอุตสาหกรรมยานยนต์ การเชื่อมด้วยความต้านทานแบบจุดเป็นหัวใจหลักในการเชื่อมโครงสร้างที่เป็นโลหะของรถเข้าด้วยกัน ซึ่งมีการศึกษาหลายลำดับการเชื่อมเพื่อให้ได้คุณภาพของลำดับการเชื่อมด้วยความต้านทานที่เหมาะสมที่สุด (Lindkvist et al., 2020) และยังมีกระบวนการเชื่อมด้วยน็อตที่ถือเป็นขั้นตอนการผลิตที่สำคัญ ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการผลิตชิ้นส่วน (Furlanetto et al., 2012) เพื่อยึดติดอุปกรณ์และชิ้นส่วนที่สำคัญหลายอย่าง เช่น เครื่องยนต์, ยึดพวงมาลัย, กระจุกเกียร์ และ แชสซี (Han et al., 2021, Tolf & Hedegard, 2007) โดยในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนยานยนต์จะต้องมีการตรวจสอบจำนวนและตำแหน่งของน็อตที่ทำการเชื่อมเพื่อให้การประกอบชิ้นส่วนครบและได้คุณภาพตามข้อกำหนด (Kim et al., 2006, Liu et al., 2021)

ซึ่งในเทคโนโลยีการผลิตอุตสาหกรรมยานยนต์นั้นมีการพัฒนาโครงสร้างตัวถังของรถให้มีความแข็งแรงแต่น้ำหนักน้อยลงโดยทำการปรับปรุงความต้านทานการกัดกร่อนผ่านการใช้อลูมิเนียมหรือเหล็กเคลือบ และการลดมวลโดยการใช้วัสดุที่เบากว่าหรือโดยการปรับขนาดความหนาของแผ่นโลหะให้เหมาะสมกับโครงสร้างรถยนต์ โดยใช้เหล็กเคลือบบางมีข้อดีเหนือการใช้อลูมิเนียมในด้านของต้นทุนและความแข็ง ดังนั้นการที่จะเชื่อมแผ่นเหล็กเคลือบผิวที่มีความบางแต่ความแข็งแรงสูงให้หลอมยึดติดกับน็อตจะต้องมีกรรมวิธีการเชื่อมและกำหนดตัวแปร ค่าไฟในการเชื่อม, เวลาของการเชื่อม, แรงกดและปัจจัยอื่นๆที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) จะมีส่วนช่วยในการหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมได้ ซึ่งในการทดลองใดๆก็ตามหากต้องวิเคราะห์ว่า ผลจากการทดลองของชิ้นงานต่างๆที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัย (Factor) ไตบ้าง มากน้อยเพียงไร ทำให้การออกแบบการทดลองจึงมีส่วนสำคัญ โดยเฉพาะในส่วนของการออกแบบกระบวนการในด้านการกำหนดพารามิเตอร์ หรือค่าเงื่อนไขที่เหมาะสมที่ใช้ในระบบหรือกระบวนการ

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการเชื่อมน็อต M6 กับแผ่นเหล็กเคลือบผิว ชนิด CGCHS60DP 40/40 ความหนา 1.0 มิลลิเมตร โดยเป็นตำแหน่งการประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ของรถยนต์ซึ่งมีความสำคัญต่อการใช้งานหากรอยเชื่อมไม่แข็งแรงจะทำให้เกิดการชำรุดและส่งผลกระทบต่อการใช้งาน และมีความเสี่ยงซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้การออกแบบการทดลองด้วยวิธีทากู

ซีในการหาค่าตัวแปรในการเชื่อม เนื่องจากเป็นการออกแบบการทดลองที่สามารถศึกษาปัจจัยต่างๆได้พร้อมกัน ซึ่งเป็นการทดลองที่ใช้เวลา และค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าการทดลองแบบสมบูรณ์หรือการทดลองแฟคทอเรียลบางส่วน และทำการทดสอบค่าความแข็งแรงรอยเชื่อมด้วยเครื่องทดสอบแรงกด (Universal Testing Machine, UTM)

วิธีการดำเนินการวิจัย

การออกแบบและวิเคราะห์การทดลองด้วยวิธีการทดลองด้วยวิธีการทาคุชิ

สำหรับในการเชื่อมด้วยความต้านทานแบบปุ่มนั้น มีกรรมวิธีที่ต้องเชื่อมด้วยพารามิเตอร์หลายตัวด้วยกัน ดังนั้นจะต้องค้นหาและเลือกใช้พารามิเตอร์ที่เชื่อมออกมาแล้วคุณภาพผ่านตามมาตรฐาน จึงได้ทำการศึกษาการออกแบบการทดลอง ซึ่งเมื่อได้ทำการศึกษาแล้วทำให้ทราบว่าการทำงานที่จะทำการทดลองกับ พารามิเตอร์ที่ 8 ปัจจัย 3 ระดับนั้น หากทดลองแบบสมบูรณ์ จะต้องทำการทดลองถึง 6,561 ครั้ง ซึ่งจะทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องของทรัพยากรและเวลาในการทดลอง จึงได้ทำการศึกษาวิธีและวางแผนการทดลองแบบการทดลองทาคุชิ (Taguchi Method) เป็นวิธีการออกแบบการทดลองที่ให้ความสำคัญกับการออกแบบที่ทำให้สภาวะของกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ต้องมีคุณภาพสูง ด้วยค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและการผลิตที่ต่ำ นอกจากนี้ยังเป็นการทดลองที่สามารถศึกษาปัจจัยหลายๆอย่างพร้อมกัน (Khalid & Peng, 2021) โดยมีวิธีการคำนวณที่ไม่ยุ่งยาก และใช้จำนวนการทดลองน้อยกว่าการออกแบบการทดลองแบบอื่นๆ (Usma-Alvarez et al., 2014) จึงทำการลดจำนวนการทดลองลงโดยการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ออร์ทอกอนัลแอร์เรย์ โดยกำหนดให้มีปัจจัยศึกษา 8 ปัจจัย และมี 3 ระดับ ดังนั้นตามออร์ทอกอนัลแอร์เรย์ ใช้ $L_{27}3^8$ จะได้จำนวนครั้งของระดับปัจจัยที่ต้องทำการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลตามการทดลองที่ออกแบบไว้และทำการทดสอบค่าความแข็งแรงของรอยเชื่อมเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพรอยเชื่อมมากที่สุด

ตารางที่ 1 สมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง (HCT600X)

วัสดุ	คาร์บอน	แมงกานีส	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน	ซิลิคอน
แผ่นเหล็ก	< 0.17	< 2.2	< 0.08	< 0.015	< 0.8



ภาพที่ 1 เครื่อง RSW MACCALL รุ่น YS-A504-5AD3002

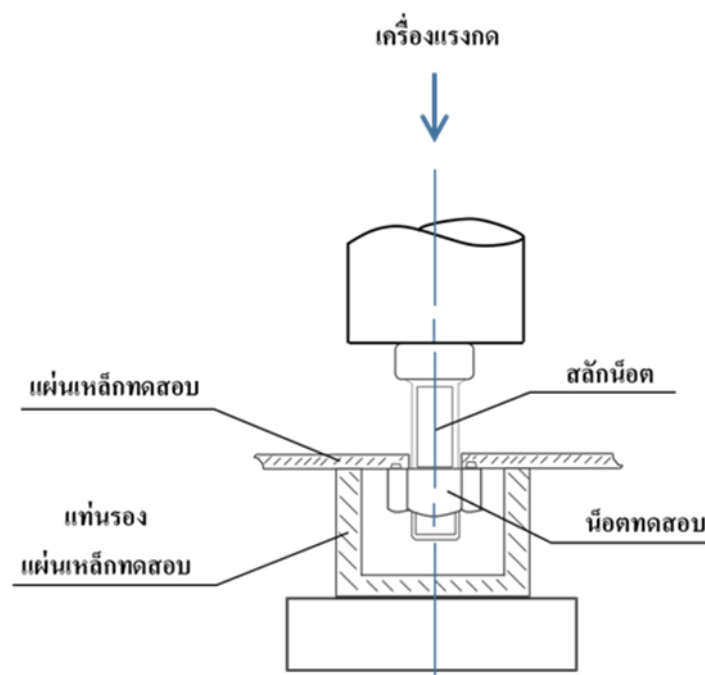
ตารางที่ 2 จำนวนครั้งของระดับปัจจัยที่ต้องทำการทดลอง

การทดลอง	ระดับปัจจัย							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2	2	2
3	1	1	1	1	3	3	3	3
4	1	2	2	2	1	1	1	2
5	1	2	2	2	2	2	2	3
.
.
.
.
.	-	-	-
26	3	3	2	1	2	1	3	1
27	3	3	2	1	3	2	1	2

การทดสอบความแข็งแรงรอยเชื่อมด้วยเครื่องทดสอบแรงกด

เครื่องทดสอบแรงกด เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับทดสอบแรงกดอัดวัสดุ (Petrov et al., 2022) ซึ่งถูกใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับทดสอบความแข็งแรงการยึดติดของน็อตกับชิ้นงาน (Luo et al., 2019) โดยมีอุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมน็อตดังนี้

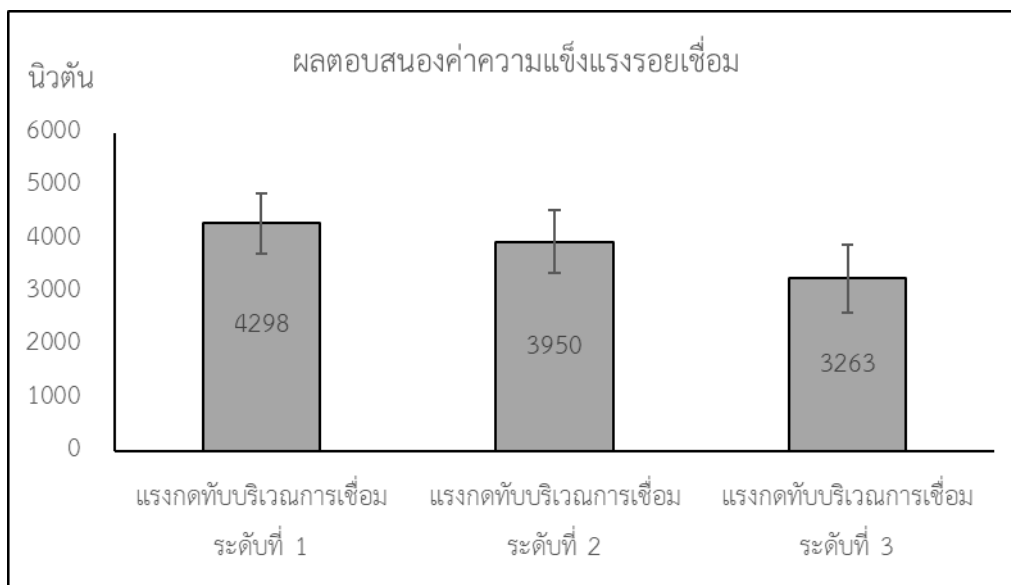
1. น็อตทดสอบ (WELD NUT)
2. แผ่นเหล็กทดสอบ (ADJACENT PART)
3. เครื่องแรงกด (LOAD)
4. สลักน็อต (BOLT)
5. แท่นรองแผ่นเหล็กทดสอบ (SAMPLE HOLDER)



ภาพที่ 2 การทดสอบแรงกด

ในขั้นตอนการทดสอบแรงกดนั้นจะทำการใส่แรงเทียบกับอัตราความเร็วลงบนหัวของสลักน็อต และควบคุมทิศทางของแรงให้กดลงตรงจุดศูนย์กลางของสลักน็อตจนกระทั่งน็อตทดสอบหลุดออกจากแผ่นเหล็กทดสอบ จึงได้ค่าความแข็งแรงของแรงกด (Force) ซึ่งสามารถเทียบค่าแรงกดที่ได้จากการทดสอบ กับค่ามาตรฐานของแรงกด โดยในงานวิจัยนี้อ้างอิงมาตรฐานของ ES-X87010 (SPEC.) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตรถยนต์ ISO/ICE โดยเป็นวิธีการตรวจสอบและทดสอบความแข็งแรงรอยเชื่อมของน็อตด้วยการวัดแรงแบบ สถิตยศาสตร์ (Statics)

ผลการวิจัย



ภาพที่ 3 กราฟแสดงผลตอบสนองค่าความแข็งแรงรอยเชื่อม

จากการทดสอบผลตอบสนองค่าความแข็งแรงรอยยึดติดนี้ติดกับแผ่นเหล็กชุบผิว ความหนา 1.0 มิลลิเมตรของกระบวนการเชื่อมด้วยความต้านทานแบบป้อนโดยพิจารณาจากค่าผลกระทบหรือผลต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับของแต่ละปัจจัย ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่างมากที่สุดคือ แรงกดทับบริเวณการเชื่อมโดยระดับที่ 1 มีค่าความแข็งแรงอยู่ที่ 4,298 นิวตัน, ระดับที่ 2 มีค่าความแข็งแรงอยู่ที่ 3,950 นิวตัน และระดับที่ 3 มีค่าความแข็งแรงอยู่ที่ 3,263 นิวตัน โดยผลต่างอยู่ที่ 1,035 นิวตัน ดังแสดงในภาพที่ 3

วิจารณ์ผล

พิจารณาผลตอบสนองของกระบวนการจากค่าความแข็งแรงรอยยึดติดของนี้ติดพบว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบมากที่สุดคือแรงกดทับบริเวณการเชื่อม เนื่องจากในการเชื่อมด้วยความต้านทานใช้การปล่อยกระแสผ่านหัวอิเล็กโทรดที่เป็นวัสดุทองแดงซึ่งนำกระแสได้ดีไปยังชิ้นงานที่เป็นวัสดุเหล็กที่มีความต่างในเรื่องการนำกระแสไฟฟ้า จึงเกิดความต้านทานขึ้นบริเวณผิวสัมผัสของปลายอิเล็กโทรดกับแผ่นชิ้นงานและบริเวณที่มีความต้านทานมากที่สุดคือจุดสัมผัสระหว่างชิ้นงาน 2 ชิ้น ทำให้เกิดความร้อนหลอมละลายชิ้นงาน 2 ชิ้นติดกัน ซึ่งในการกดชิ้นงานหากใช้แรงกดชิ้นงานที่มากจะทำให้ขอบเขตของการติดแน่นที่ชิ้นงานจะกว้างขึ้นและค่าความต้านทานบริเวณผิวสัมผัสชิ้นงานลดลงตามด้วย ซึ่งผลตอบสนองความแข็งแรงรอยเชื่อมที่ได้จากงานวิจัยนี้ จะไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับงานวิจัย (Furusako et al., 2018) ได้โดยตรงเนื่องจากมีการใช้จำนวนของปัจจัยและระดับค่าพารามิเตอร์ในการทดลองที่ต่างกัน แต่ผลตอบสนองค่าความแข็งแรงรอยเชื่อมจากปัจจัยแรงกดทับบริเวณการเชื่อมมีค่าผลต่างที่สูงกว่าปัจจัยอื่นๆซึ่งไปในทิศทางเดียวกัน

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่าแรงกดทับบริเวณการเชื่อมเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงรอยยึดติดนี้่อดกับแผ่นเหล็กสูงที่สุดในกระบวนการเชื่อมด้วยความต้านทานแบบป้อน ดังนั้นเพื่อทำให้คุณภาพของการเชื่อมสูงขึ้น ในการกำหนดหรือตั้งค่าพารามิเตอร์ของการเชื่อม จะต้องใช้ระดับแรงกดทับบริเวณการเชื่อมที่เหมาะสมไม่มากเกินไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ประพันธ์ขอขอบคุณบริษัท ไทยซัมมิทแหลมฉบังโอโตพาร์ท จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ทดสอบในการวิจัย และขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและการออกแบบ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศรีราชา ที่กรุณาให้คำแนะนำพิจารณาตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้บทความฉบับนี้ถูกต้องสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- Furlanetto, V., Stocco, D., Batalha, G. F., & Szabados, F. R. (2012). Inspection of projection welded automotive nuts through B-scan ultrasonic acoustic imaging. 18th World Conference on Nondestructive Testing, 10.
- Furusako, S., Kodama, S., Yasuyama, M., & Miyazaki, Y. (2018). Development of the Projection Welding Technology for High-Strength Steel Sheets. Materials Science Forum, 941, 182-189. doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.941.182
- Han, G., Ha, S., Marimuthu, K. P., Murugan, S. P., Park, Y., & Lee, H. (2021). Shape optimization of square weld nut in projection welding. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 113(7-8), 1915-1928. doi:10.1007/s00170-021-06771-7
- HCT600X. EN 10336: 2006 Continuously hot-dip coated and electrolytically coated strip and sheet of multiphase steels for cold forming. In.
- Khalid, M., & Peng, Q. (2021). Investigation of Printing Parameters of Additive Manufacturing Process for Sustainability Using Design of Experiments. Journal of Mechanical Design, 143(3). doi:10.1115/1.4049521
- Kim, S.-M., Lee, Y.-C., & Lee, a. S.-C. (2006). Vision Based Automatic Inspection System for Nuts Welded on the Support HingeSICE-ICASE International Joint Conference.

- Lindkvist, L., Söderberg, R., Wärmefjord, K., & Tabar, R. S. (2020). Efficient Spot Welding Sequence Optimization in a Geometry Assurance Digital Twin. *Journal of Mechanical Design*, 142(10). doi:10.1115/1.4046436
- Liu, C., Zhou, D., Xiong, Z., & Sheng, X. (2021). Nut Projection Welding Robotic System for Industrial Parts Based on Machine Vision. Paper presented at the 2021 27th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M2VIP).
- Luo, J., Zhou, Z., Cao, X., Zou, C., & Zou, C. (2019). Microstructure and Failure Analysis of Resistance Projection Welding of Nuts to AHSS with Capacitor Discharge Welding. *ISIJ International*, 59(2), 305-311. doi:10.2355/isijinternational.ISIJINT-2018-425
- Petrov, P. A., Fam, V. N., Burlakov, I. A., Matveev, A. G., Saprykin, B. Y., Petrov, M. A., & Dixit, U. S. (2022). Improvement of the Reliability and Efficiency of Measurements of the Deformation Parameters of Aluminum Alloys Using a Universal Testing Machine. *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*, 51(3), 277-285. doi:10.3103/s105261882202011x
- SPEC. "ES-X87010E _STANDARD TEST OF WELD NUTS AND WELD BOLTS". In.
- Tolf, E., & Hedegard, J. (2007). Resistance nut welding: improving the weldability and joint properties of ultra high strength steels. *Joining Technology Centre, Corrosion & Metals Research Institute*, 9.
- Usma-Alvarez, C. C., Fuss, F. K., & Subic, A. (2014). User-Centered Design Customization of Rugby Wheelchairs Based on the Taguchi Method. *Journal of Mechanical Design*, 136(4). doi:10.1115/1.4026029
- Zhao, Y., Zhang, Y., Lai, X., & Wang, P.-C. (2013). Resistance Spot Welding of Ultra-Thin Automotive Steel. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 135(2). doi:10.1115/1.4023367

ตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่องด้วยวิธีสถิตยศาสตร์

เชิงเส้น

Dynamic increase Factor for Progressive Collapse with Linear Statics Analysis

ฉัตรชัย อัครอำนวย^{1*} เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย¹

Chatchai Akkaraamnuay^{1*} and Griengsak Kaewkulchai¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

¹ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University

*Corresponding author E-mail: Chatchai.ak.58@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์การพังทลายแบบต่อเนื่องทางพลศาสตร์แบบเชิงเส้นของโครงข้อแข็งใน 2 มิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการวิเคราะห์โครงสร้าง ตัวอย่างการศึกษาเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวน 9 ตัวอย่างของอาคารที่มีความสูง 3 5 และ 7 ชั้นโดยแต่ละชั้นสูง 3.0 ม. กว้างช่วงละ 5.0 ม. ใช้หน้าตัดคานขนาด 25x65 ซม. และหน้าตัดเสาขนาด 25x25 ซม. กำหนดการเลือกรูปแบบการวิบัติเริ่มต้น 3 ประเภท คือ โครงสร้างที่วิบัติบริเวณริมเสา โครงสร้างที่วิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 1 ช่าง และโครงสร้างที่วิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 2 ช่าง ในการวิเคราะห์ทำการแบ่งชิ้นส่วนคานออกเป็น 8 ชิ้นส่วนย่อยการจำลองมวลสำหรับการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ใช้วิธีการจำลองมวลแบบเป็นก้อน จากผลการศึกษาพบว่าโครงสร้างที่วิบัติบริเวณริมเสามีการเสียรูปในแนวดิ่งมากที่สุด ตามด้วยโครงสร้างที่วิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 1 ช่าง และโครงสร้างที่วิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 2 ช่าง ตามลำดับ พร้อมทั้งแสดงให้เห็นว่าการกำหนดหน้าตัดเล็กต่ำสุดในการวิเคราะห์โครงสร้างการพังทลายต่อเนื่องตามมาตรฐาน ว.ส.ท. ไม่สามารถใช้ออกแบบโครงสร้างได้ จึงควรได้รับการพิจารณาการเสียรูปเป็นพิเศษ และตัวคูณพลศาสตร์บนแรง 2.0 ที่ใช้ในการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่องด้วยวิธีสถิตยศาสตร์เชิงเส้นเป็นการออกแบบที่สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย

คำสำคัญ : การพังทลายต่อเนื่อง ตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ สถิตยศาสตร์เชิงเส้น พลศาสตร์เชิงเส้น

Abstract

this Research project studies the dynamic factor for linear dynamic progressive collapse of planar frames by using ready-made computer program. The study samples are reinforced concrete structures with 3-meter floor height and 5-meter bay width, using a beam cross section of 25x65 cm and a column cross section of 25x25 cm. of 9 case studies for three, five and seven story. Starting of In progressive collapse analysis was employed by removing of 3 types: outside column, internal columns at 1 continuous beam and internal columns at 2 continuous beam.

For each case, the beam members were modeled by using 8 elements. In the nonlinear dynamic analysis, a method of lumped mass for dynamic analysis was applied. From the study, it was found that outside column Most vertical deformation , internal columns at 1 continuous beam and internal columns at 2 continuous beam, It shows that the determination of the minimum cross-sectional depth in progressive collapse analysis according to E.I.T standards It cannot be used in structural design, Therefore deformation should be especially considered And the Dynamic increase Factor on the force 2.0 in continuous breakdown analysis by linear statics method is a design that can be used safely

Keywords : Progressive Collapse, Dynamic Increase Factor, Linear Statics Analysis, Linear Dynamics Analysis

บทนำ

การพังทลายแบบต่อเนื่องของอาคารเป็นการพังทลายต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ โดยเกิดจากความเสียหายส่วนใดส่วนหนึ่งของโครงสร้าง ซึ่งส่งผลลุกลามไปยังส่วนอื่นจนทำให้โครงสร้างทั้งหมดเกิดความเสียหายเนื่องจากโครงสร้างไม่สามารถรับน้ำหนักส่วนเกินที่เพิ่มขึ้นจากการวิบัติ ซึ่งในการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่องสามารถแบ่งการวิเคราะห์ได้แก่ การวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิตยศาสตร์ (Statics Structure) และการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ (Dynamics Structure) ซึ่งพฤติกรรมของการพังทลายต่อเนื่องในความเป็นจริงจะสอดคล้องกับการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์ เนื่องจากมีการเคลื่อนตัวของโครงสร้างที่แปรผันตามเวลาพร้อมทั้งปัจจัยที่เกิดจากการสั่นโดยธรรมชาติ ความหน่วง มวล สำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมของโครงสร้างสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในแบบเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น ซึ่งในการวิเคราะห์แบบเชิงเส้นจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อแรงในวัสดุยังไม่เลยจุดครากแต่หากโครงสร้างเลยจุดครากไปแล้วจะทำให้ผลของการวิเคราะห์ที่ไกลจากความเป็นจริงไปเรื่อย ๆ ดังนั้นการวิเคราะห์แบบไม่เชิงเส้นจึงมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์โครงสร้างได้แม่นยำกว่าแต่จะมีความยุ่งยากมากกว่าการวิเคราะห์เชิงเส้นเนื่องจากการวิเคราะห์เชิงเส้นจะไม่ได้พิจารณาการเสียรูปแบบพลาสติกและยังสามารถใช้ได้ในการออกแบบและวิเคราะห์ทั่วไป

ในการจำลองพฤติกรรมของการพังทลายต่อเนื่องจะใช้การวิเคราะห์ทางพลศาสตร์แต่เนื่องจากการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีพลศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ที่มีความยุ่งยากในการวิเคราะห์หาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจึงมีการวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิตยศาสตร์ โดยอาศัยตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ (Dynamic Increase Factor ,DIF) เพื่อคูณขยายผลการวิเคราะห์โครงสร้างสถิตยศาสตร์ให้เทียบเท่ากับพลศาสตร์ โดยมีมาตรฐานที่แนะนำในการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่องคือมาตรฐาน GSA (2013) ซึ่งกำหนดให้ใช้ตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์จากการกำหนดจุดหมุนที่ยอมให้ของหน้าตัดโครงสร้างแต่เนื่องจากคำแนะนำตามมาตรฐานในการหาตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ได้กำหนดมาจากตัวคูณเพิ่มของมาตรฐานแผ่นดินไหว ASCE 41-13 ยังไม่มีระบุตัวคูณเพิ่มในวิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์

เชิงเส้นได้อย่างชัดเจน ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาเพื่อพิจารณาหาตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ ให้เหมาะสมกับโครงสร้างที่มีลักษณะหลายช่วงและหลายชั้นพร้อมทั้งเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่แนะนำ ซึ่งงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการเปรียบเทียบการจำลองพฤติกรรมการพังทลายแบบต่อเนื่องด้วยการวิเคราะห์โครงสร้างแบบพลศาสตร์เชิงเส้นกับการวิเคราะห์โครงสร้างแบบสถิตศาสตร์เชิงเส้นด้วยการวิเคราะห์แรงภายในที่เกิดขึ้น และการเลือกรูปสูงสุดของโครงสร้างพร้อมทั้งหาตัวคูณทางพลศาสตร์ที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์โครงสร้างแบบสถิตเชิงเส้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

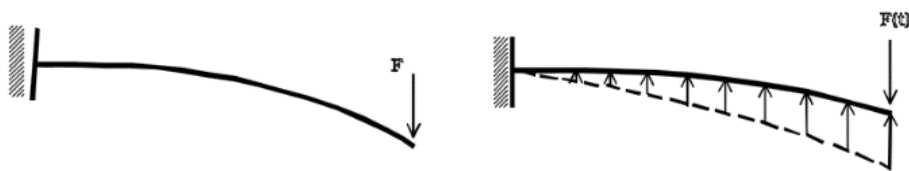
พฤติกรรมการพังทลายต่อเนื่องเกิดจากการวิบัติจากจุดใดจุดหนึ่งที่ลุกลามไปยังส่วนอื่นของโครงสร้าง ซึ่งพฤติกรรมการพังทลายต่อเนื่องที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง จะเป็นโครงสร้างที่มีการเคลื่อนตัวที่มากจึงต้องทำการวิเคราะห์โดยพลศาสตร์โครงสร้างเนื่องจากสามารถอธิบายการเคลื่อนตัวของโครงสร้างได้

1.1. การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีพลศาสตร์

เป็นที่ทราบกันดีว่าในปัจจุบันนี้เครื่องจักรกลและ ยานพาหนะต่าง ๆ ได้ถูกออกแบบให้ทำงานที่ความเร็วรอบสูงๆ เช่น เครื่องของรถยนต์ รถไฟความเร็วสูง เครื่องบิน เรือเดินทะเลรวมทั้งอาคารได้ถูกออกแบบให้มีความสูงเพิ่มขึ้นเป็นต้น โดยอาคารหรือยานพาหนะเหล่านี้จะมีแรงกระทำแบบพลศาสตร์ (dynamic load) กระทำตลอดเวลาซึ่งจะมีขนาดมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและสภาพแวดล้อม ดังนั้นการวิเคราะห์โครงสร้างของตัวอาคารต้องพิจารณาให้สามารถทนต่อสภาพแปรปรวนของแรงทางพลศาสตร์ได้อย่างปลอดภัย เนื่องจากขนาดทิศทางและตำแหน่งของแรงทางพลศาสตร์ที่กระทำต่อโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับเวลาเสมอ ด้วยเหตุนี้การตอบสนองของโครงสร้างจึงแปรเปลี่ยนตามเวลาด้วย โดยการวิเคราะห์การตอบสนองของโครงสร้างทางพลศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยกฎข้อที่สองของนิวตัน กล่าวว่าการรวมของแรงที่กระทำต่อมวลย่อมเท่ากับผลคูณของมวลและความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ซึ่งสามารถเขียนสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังสมการ (1)

$$F(t) = m\ddot{x} \quad (1)$$

การวิเคราะห์โครงสร้างทางพลศาสตร์และทางสถิตศาสตร์มีข้อแตกต่างกันสองประการคือ ลักษณะของแรงที่กระทำและการตอบสนองของระบบต่อแรงนั้น ๆ เช่นคานในภาพ 1(ก) มีแรงแบบสถิตศาสตร์ F กระทำที่ปลาย การโก่งของคาน และความเค้นที่เกิดขึ้นในคานจะขึ้นอยู่กับทิศทางของแรง F(t) ส่วนคานในภาพ 1(ข) จะขึ้นอยู่กับการกระจายของแรงเฉื่อย

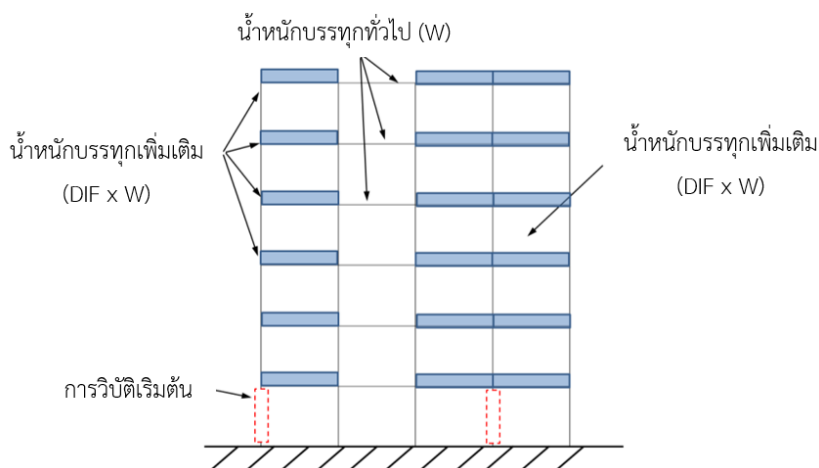


ภาพที่ 1 (ก) Statics Load (ข) Dynamics Load

(ที่มา: เศษ พุทธเจริญทอง, 2548)

1.2. มาตรฐาน GENERAL SERVICES ADMINISTRATION (GSA,2013)

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการพังทลายต่อเนื่องตามมาตรฐาน GSA มีการกำหนดน้ำหนักบรรทุกทุกในการวิเคราะห์โครงสร้างทั้งวิธี สถิตยศาสตร์เชิงเส้น สถิตไม่เชิงเส้น และพลศาสตร์เชิงเส้น ดังแสดงในภาพที่ 2



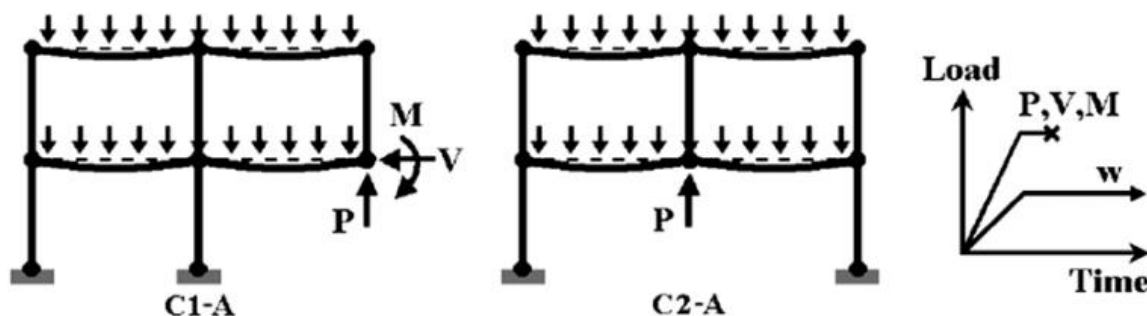
ภาพที่ 2 การกำหนดน้ำหนักบรรทุกในการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่อง (ที่มา: GSA, 2013)

จากภาพที่ 2 สามารถวิเคราะห์อาคารได้ด้วยการวิเคราะห์แบบวิธีสถิตยศาสตร์ซึ่งต้องกำหนดตัวคูณเพิ่มตามข้อกำหนดในมาตรฐานในบริเวณที่ทำการถอดเสาออก และการวิเคราะห์ด้วยวิธีพลศาสตร์สามารถวิเคราะห์ได้โดยไม่ต้องใช้ค่าคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ โดยหลักการวิเคราะห์จะกล่าวในหัวข้อถัดไป ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธีน้ำหนักบรรทุกทางเลือกจะสามารถวิเคราะห์ได้โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิธีสถิตยศาสตร์เชิงเส้น วิธีสถิตยศาสตร์ไม่เชิงเส้น และวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้น

1.3. วิธีน้ำหนักบรรทุกทางเลือกสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้าง (Alternate Load Path)

เส้นทางน้ำหนักบรรทุกทางเลือกเป็นเทคนิคการวิเคราะห์อย่างง่าย ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการเกิดการพังทลายแบบต่อเนื่องของอาคารหรือโครงสร้างในกรณีเกิดการวิบัติขององค์อาคารหรือชิ้นส่วนรับน้ำหนักหลักดังภาพที่ 3 ในการวิเคราะห์โดยใช้วิธีเส้นทางน้ำหนักบรรทุกทางเลือกจะสมมุติให้องค์อาคารหรือชิ้นส่วนรับน้ำหนักหลักเกิดการวิบัติและทำการลบชิ้นส่วนหลักนี้ออกจากการจำลองโครงสร้าง โครงสร้างที่เหลือจะถูก

วิเคราะห์เพื่อพิจารณาแรงภายในชิ้นส่วนที่เหลือซึ่งอาจทำให้องค์อาคารหรือชิ้นส่วนรับน้ำหนักอื่น ๆ (ที่มา: เกียรติศักดิ์, 2547)



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่อง (ที่มา: Kaewkulchai, 2003a)

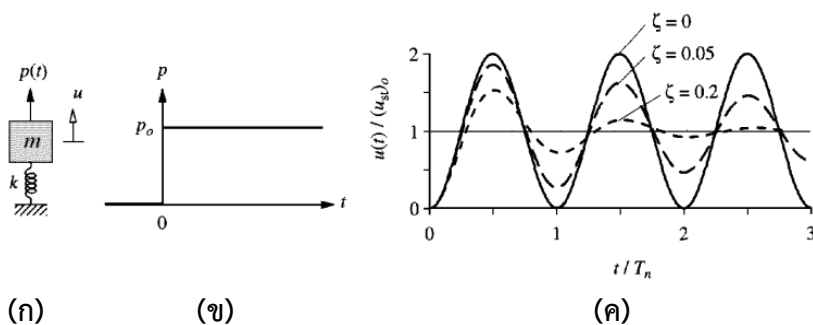
การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีพลศาสตร์แบบไม่เชิงเส้นของวัสดุจะถูกกำหนดจุดหมุนพลาสติกที่ปลายโดยการจำลองแรงเริ่มต้นที่แรงเป็นศูนย์แล้วเพิ่มแรงแบบคงที่ (เสายังไม่ถูกถอดออก) จนกว่าจะถึงสมดุลของโครงสร้าง หลังจากถึงจุดสมดุลของโครงสร้างแล้วให้ถอดเสาออกทันที ซึ่งระยะเวลาในการถอดต้องน้อยกว่าหนึ่งในสิบของระยะเวลาที่เกี่ยวข้องกับโหมดการตอบสนองของโครงสร้าง ซึ่งในการสร้างแบบจำลองโครงสร้างในโปรแกรม Sap2000 การถอดเสาออกในทันทีจะถูกจำลองด้วยการแทนที่เสาด้วยปฏิกริยาที่เท่ากันที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างแบบสถิตยศาสตร์ของอาคารโดยแทนด้วยโมเมนต์ดัด แรงเฉือน และแรงตามแกนที่เกิดขึ้น ณ รอยต่อ นั้น ซึ่งแรงเหล่านี้จะถูกลบออกเมื่อเวลาผ่านไปเพื่อแทนการถอดเสาออก

1.4. ตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์

ตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์เป็นฟังก์ชันของเวลากับแรง ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของแรงซึ่งมักถูกกำหนดให้เป็นอัตราส่วนของการ โกงตัว หรือความเค้น การกระจัด เมื่อวิเคราะห์แรงแบบพลศาสตร์ซึ่งเปรียบเทียบกับกระจัดจากแรงทางสถิตยศาสตร์ ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$DIF = \frac{U_{Max}}{U_{st}} \quad (2)$$

ในภาพที่ 4 เป็นการพิจารณาการตอบสนองของระบบระดับความเสรีเดียวต่อแรงภายนอกดังแสดงภาพที่ 4(ก) ในรูปแบบแรงมีรูปแบบเป็นฟังก์ชันขั้นบันได (Step Force) ดังภาพที่ 4(ข) จะมีการตอบสนองของโครงสร้างดังภาพที่ 4(ค)



ภาพที่ 4 การตอบสนองของโครงสร้างภายใต้แรงกระทำฟังก์ชันขั้นบันได (ที่มา: Chopra, 2014)

1.5. พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการพังทลายต่อเนื่อง

ในระหว่างที่ผ่านมามีงานวิจัยเกี่ยวกับการพังทลายต่อเนื่องโดยเริ่มจากผลการศึกษาของ Kaewkulchai and Williamson (2003a) โดยได้ศึกษาผลของการกระจายแรงแบบพลาสติกหลังจากการวิบัติของโครงสร้างอย่างน้อยหนึ่งเอเลเมนต์ โดยใช้แบบจำลองเป็นก้อน (lumped plasticity model) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดกับแรงดัด และการเสื่อมถอยของกำลังสติเฟนส พบว่าผลการวิเคราะห์การกระจายแรงด้วยวิธีพลาสติกเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่อง และควรนำมาพิจารณาเพื่อหลีกเลี่ยงการวิเคราะห์ที่สิ้นเปลืองมากเกินไป และต่อมาเกรียงศักดิ์และคณะ (2548) ได้วิเคราะห์การพังทลายแบบต่อเนื่องของอาคารโครงข้อแข็งโดยทำการวิเคราะห์พฤติกรรมทางสถิตยศาสตร์ และพลศาสตร์ของอาคารโครงข้อแข็ง 2 ชั้น โดยอาคารโครงข้อแข็งนั้นรับน้ำหนักบรรทุกทุกแผ่กระจายสม่ำเสมอขนาด 0.4 kips/in ที่กระทำต่อคานสำหรับการวิเคราะห์ในแต่ละกรณีนั้นอาคารโครงข้อแข็งจะถูวิเคราะห์โดยเริ่มหลังจากการวิบัติเริ่มต้นสมมุติของเสา โดยใช้รูปร่างดั้งเดิมของอาคารโครงข้อแข็ง ซึ่งการวิเคราะห์โดยใช้รูปร่างที่เสียรูปในขณะที่เกิดการวิบัติเริ่มต้นสมมุติของเสาจะให้การตอบสนองของอาคารโครงข้อแข็งที่แตกต่างไม่มากสำหรับการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ น้ำหนักบรรทุกทุกแผ่สม่ำเสมอจะมีลักษณะเป็น Pulse สี่เหลี่ยมผืนผ้าตลอดช่วงเวลาในการวิเคราะห์ขนาดของ Time step มีค่าเท่ากับ 0.01 วินาที และมวลในแต่ละข้างของคานมีค่าเท่ากับ 0.124 kips-s in จากการวิเคราะห์พบว่า การตอบสนองทางพลศาสตร์สามารถนำไปสู่การเสียรูปพลาสติกที่สูงขึ้นอย่างมากผลที่ตามมาจากความต้องการของการเสียรูป (Deformation demand) ที่เพิ่มขึ้นอาจจะทำให้เกิดการวิบัติของชิ้นส่วนต่างๆ และก่อให้เกิดการพังทลายอย่างต่อเนื่องขึ้น ในส่วนของของความเสียหายโดยปัจจัยบริเวณที่เกิดการวิบัติมีการศึกษา ในส่วนการพิจารณาผลของเวลาที่ใช้ในการจำลอง (Time load) Tavakoli and Kiakojouri (2013) ได้ทำการศึกษการตอบสนองของโครงสร้างเหล็ก 5 ชั้นภายใต้การวิบัติของเสาอย่างกะทันหัน พบว่าการวิบัติของเสาที่ระดับที่สูงกว่าจะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวในแนวดิ่งมากกว่าการวิบัติเสาในชั้นแรกเนื่องจากมีโครงสร้างในการดูดซับพลังงานน้อยกว่าการถอดเสาชั้นล่าง และการวิบัติเสาอย่างกะทันหันทำให้การตอบสนองของโครงสร้างที่มากกว่าการวิบัติเสาที่ละน้อย เมื่อดำเนินการวิบัติเสาที่ละน้อยเกิน 0.5 วินาที การเสียรูปในแนวดิ่งสูงสุดจะลดลงถึง 45 เปอร์เซ็นต์

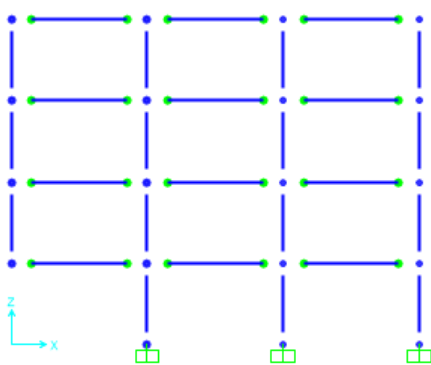
ผลการวิจัย

ในหัวข้อกล่าวถึงแนวคิดในการศึกษาการตอบสนองของของโครงสร้างครากการวิบัติต่อเนื่อง โดยใช้โครงสร้างที่กำหนดในหัวข้อที่ 2.2 โดยใช้แบบจำลองโครงสร้างในระบบ 2 มิติในการวิเคราะห์โครงสร้าง โดยทำการวิเคราะห์โครงสร้างเบื้องต้นด้วยวิธีสถิตยศาสตร์เชิงเส้นเพื่อหาแรงตามแกน แรงเฉือน และโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นบริเวณเสาก่อนทำการปลดออกซึ่งจะพิจารณาตามหัวข้อที่ 2.1 พร้อมทั้งการวิเคราะห์อาคารตัวอย่างด้วยวิธีสถิตยศาสตร์เชิงเส้น และวิธีพลศาสตร์เชิงเส้นเพื่อหาการเสียรูปสูงสุดของโครงสร้างทั้ง 2 วิธีแล้วนำการเสียรูปมาเปรียบเทียบกันเพื่อทำการวิเคราะห์แบบพฤติกรรมที่ควบคุมด้วยการเสียรูปเพื่อทำให้การกระจัดของโครงสร้างให้มีการเคลื่อนที่เทียบเท่ากันทั้ง 2 วิธีแล้วนำแรงที่เพิ่มมากขึ้นจากวิธีสถิตยศาสตร์เชิงเส้นมาเปรียบเทียบกับวิธีทางพลศาสตร์เพื่อหาค่าตัวคูณกำลังตามหัวข้อที่ 2.3 ในงานวิจัยชิ้นนี้จะแนะนำในการออกแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลของการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่อง

2.1 สมมติฐานของแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลองจะสร้างแบบจำลองโครงสร้างในระบบ 2 มิติเพื่อศึกษาพฤติกรรมของการพังทลายต่อเนื่องด้วยวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นซึ่งตัวแปรที่ในการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย

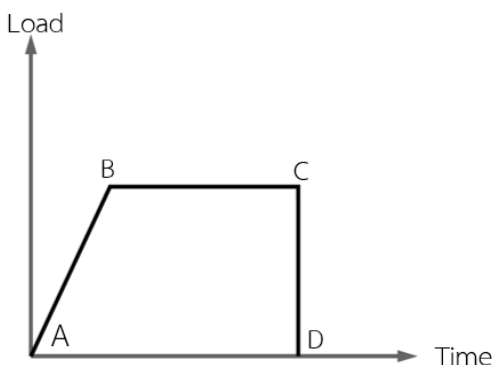
2.1.1 สมมติฐานของแบบจำลอง ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต กำลังรับแรงอัดคอนกรีตกำลังดึงในเหล็กเสริม ใช้หน่วยแรงตามข้อกำหนดของ วสท. ไม่พิจารณาผลจากการเปลี่ยนแปลงของโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดเสา และคาน พิจารณาน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้างตามลักษณะการใช้งานจริงซึ่งกำหนดตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ในส่วนน้ำหนักของอาคารจะแบ่งน้ำหนักแต่ละชั้นลงหัวเสาพร้อมทั้งกำหนดจุดรองรับเป็นแบบยึดแน่น (Fixed Support) จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำไปสร้างแบบจำลองอาคารดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การจำลองชิ้นส่วนโครงสร้างที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1.2 การจำลองแรงทางพลศาสตร์ของโครงสร้างในการวิเคราะห์พฤติกรรมการพังทลายต่อเนื่องตัวแปรสำคัญในการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์โดยการจำลองน้ำหนักบรรทุกที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง ดังแสดงในภาพที่ 6

ซึ่งจะทำการจำลองแรงเป็น 3 ช่วง ในช่วงแรก (จุด A ถึงจุด B) เป็นการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกทุกอย่างช้าๆ เพื่อไม่ให้เกิดการสั่นพ้อง (Resonance) ของโครงสร้างช่วงที่สอง (จุด B ถึงจุด C) จะทำการจำลองน้ำหนักบรรทุกทุกเป็นเส้นตรง (constant load) เพื่อเปรียบเสมือนโครงสร้างจริงที่มีน้ำหนักบรรทุกทุกแบบสถิตยศาสตร์ และช่วงที่สาม (จุด C ถึงจุด D) เป็นการจำลองน้ำหนักบรรทุกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหัน ซึ่งจะมีผลกระทบในการเสียรูปของโครงสร้างมากที่สุด



ภาพที่ 6 การจำลองแรงทางพลศาสตร์

2.1.3 การกำหนดหน้าตัดโครงสร้างในแบบจำลอง (ที่มา: สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558) องค์กร ค.ส.ล. ซึ่งรับแรงดัดต้องคำนวณออกแบบให้มีสติเฟเนสเพียงพอที่จะไม่ให้เกิดระยะแอ่นเกินขีดจำกัด หรือการเปลี่ยนรูปใดๆ ที่มีผลเสียต่อกำลังหรือการใช้งานของโครงสร้าง นั่นคือความหนาต่ำสุดที่กำหนดไว้ต้องใช้กับองค์อาคารที่เสริมเหล็กเอกทางเดียว ซึ่งไม่รองรับผนังหรือไม่ติดกับผนังหรือสิ่งก่อสร้างอื่นที่คาดว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากการแอ่นตัวมากนอกจากจะมีการคำนวณหาระยะแอ่นที่ปั่งชี้ว่าสามารถใช้ความหนาที่น้อยกว่าได้โดยไม่เกิดผลเสียดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความหนาต่ำสุดของคานหรือแผ่นพื้นทางเดียวในกรณีที่ไม่มีการคำนวณหาระยะแอ่น

องค์อาคาร	ความหนาต่ำสุด, h			
	ช่วงเดียว ธรรมดา	ปลายต่อเนื่อง ปลายเดียว	ปลายต่อเนื่อง ทั้งสองปลาย	ปลายยื่น
แผ่นพื้นตันทางเดียว	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
คานหรือแผ่นพื้น ตง ทางเดียว	$l/16$	$l/18.5$	$l/21$	$l/8$

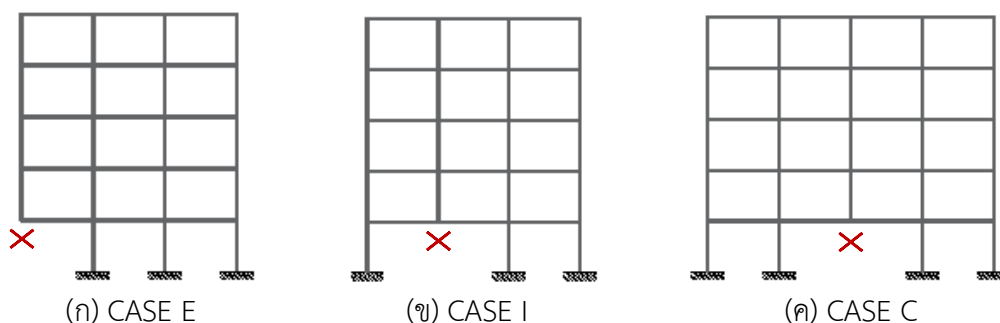
หากไม่ได้พิจารณาจากความหนาต่ำสุดของหน้าตัดคานควรพิจารณาระยะการแอ่นตัวตามข้อกำหนดของ ว.ส.ท. ที่ต้องไม่เกินพิกัดที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสูงสุดของระยะแอนที่คำนวณได้

ชนิดขององค์อาคาร	ระยะแอนที่พิจารณา	พิกัดระยะแอน
หลังคาราบซึ่งไม่รองรับหรือไม่ติดกับ ชั้นส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างซึ่งคาดว่าจะเกิด ความเสียหายเนื่องจากการแอนตัวมาก	ระยะแอนที่เกิดขึ้นทันทีเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจร L	L/180
พื้นซึ่งไม่รองรับหรือไม่ติดกับชั้นส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างซึ่งคาดว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากการแอนตัวมาก	ระยะแอนที่เกิดขึ้นทันทีเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจร L	L/360
หลังคาหรือพื้นซึ่งรองรับหรือติดกับชั้นส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างซึ่งคาดว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากการแอนตัวมาก	ส่วนของระยะแอนทั้งหมดที่เกิดขึ้นหลังจากการยึดติดกับชั้นส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้าง (ผลรวมของระยะแอนที่เพิ่ม)	L/480
หลังคาหรือพื้นซึ่งรองรับหรือติดกับชั้นส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างซึ่งคาดว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากการแอนตัวมาก	ขึ้นตามเวลาเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงทั้งหมดและระยะแอนที่เกิดขึ้นทันที (เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจรที่เพิ่มขึ้น)	L/240

2.2 การสร้างแบบจำลอง

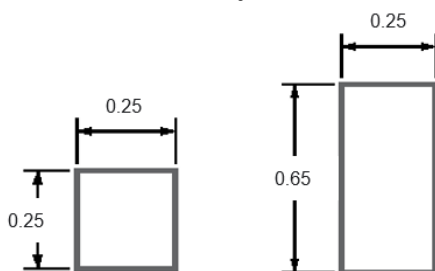
ในการศึกษาผลของการจำลองมวลต่อการวิเคราะห์การพังทลายแบบต่อเนื่อง โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีพลศาสตร์เชิงเส้นและวิธีสถิตยศาสตร์เชิงเส้น ในลักษณะโครงข้อแข็งใน 2 มิติได้กำหนดการเลือกรูปแบบการวิบัติเริ่มต้นได้ 3 แบบ ได้แก่ โครงสร้างที่วิบัติบริเวณริมเสา (CASE E) โครงสร้างที่วิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 1 ข้าง (CASE I) และโครงสร้างที่วิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 2 ข้าง (CASE C) ดังแสดงในภาพที่ 7 ของอาคารที่มีความสูง 3 5 และ 7 ชั้นโดยมีความสูงชั้นละ 3.0 เมตร และคานมีความยาวช่วงละ 5.0 เมตร



ภาพที่ 7 โครงสร้างที่ใช้ในการศึกษา

จากภาพที่ 7 เป็นลักษณะของอาคารที่ใช้ในการวิเคราะห์นอกจากลักษณะของโครงสร้างแล้วจำเป็นต้องพิจารณาผลของชั้นส่วนโครงสร้างด้วย ซึ่งจะสามารถพิจารณาลักษณะชั้นส่วนได้ทั้งหมด 4 ปัจจัยได้แก่ ปัจจัยที่ 1 กำหนดให้เสาไม่เกิดการวิบัติ ปัจจัยที่ 2 กำหนดให้คานไม่เกิดการวิบัติด้วยแรงเฉือน และปัจจัยที่ 3 กำหนดให้

คานไม่เกิดการครากเนื่องจากโมเมนต์ดัด ปัจจัยที่ 4 การพิจารณาผลของโมเมนต์เฉื่อย (Moment of Inertia) นอกจากจะพิจารณาในด้านแรงภายในแล้วยังพิจารณาการเสีรูปด้วยดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 หน้าตัดเสาและคานที่ใช้ในการวิเคราะห์

เพื่อความสะดวกในการสร้างแบบจำลองผู้วิจัยได้ทำการแปลงโมเมนต์ความเฉื่อยดังกล่าวโดยคำนวณจากหน้าตัดคอนกรีตโดยตรง ดังแสดงในสมการที่ (3)

$$I_x = \frac{bh^3}{12} \quad (3)$$

เมื่อ I_x คือ โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน X

b คือ ความกว้างหน้าตัด

h คือ ความสูงหน้าตัด

2.2.3 การกำหนดน้ำหนักบรรทุกที่ใช้วิเคราะห์โครงสร้าง (Load Combination) ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการพังทลายต่อเนื่องของโครงสร้างนอกเหนือน้ำหนักของคาน และเสาจจะอ้างอิงจากมาตรฐาน GSA (2013) โดยกำหนดน้ำหนักบรรทุกรวม $1.2DL + 0.5LL$ และมีการพิจารณาน้ำหนักบรรทุกดังนี้

- น้ำหนักคาน 25×65 ซม. มีน้ำหนัก $0.25 \times 0.65 \times 2,400 = 390$ กก./ตร.ม.
- ผนังอิฐมวลเบาก่อแบบครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบสองด้านหนา 0.10 ม. มีน้ำหนัก $180 \times 1.2 = 216$ กก./ตร.ม.
- น้ำหนักพื้นหนา 0.15 ม. มีน้ำหนัก $360 \times 1.2 = 432$ กก./ตร.ม.
- น้ำหนักวัสดุทับหน้า 0.05 ม. และอื่นๆ มีน้ำหนัก $120 \times 1.2 = 144$ กก./ตร.ม.
- น้ำหนักบรรทุกจร $300 \times 0.5 = 150$ กก./ตร.ม.

จากข้อมูลข้างต้นสามารถวิเคราะห์รูปแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อคำนวณน้ำหนักบรรทุก ในแต่ละตำแหน่งของเสา ซึ่งสรุปได้ตามตารางที่ 3

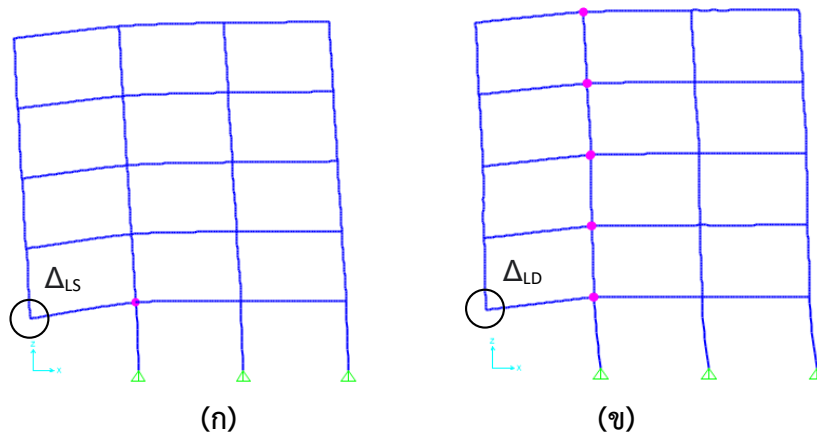
ตารางที่ 3 น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง

น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักคน	น้ำหนักผนัง สูง 2.35 ม.	น้ำหนักพื้น กว้าง 2.5 ม.	วัสดุทับหน้า กว้าง 2.5 ม.	น้ำหนักจร กว้าง 2.5 ม.	น้ำหนักรวม
	(กก./ม)	(กก./ม)	(กก./ม)	(กก./ม)	(กก./ม)	(กก./ม)
	390	508	1,080	360	450	2,788

2.3 การหาตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์

ในการพิจารณาตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ของการตอบสนองของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจะอ้างอิงวิธีการตามมาตรฐาน GSA,(2013) ซึ่งพิจารณาได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการวิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์เชิงเส้น โดยวิเคราะห์โครงสร้างหาโมเมนต์ประลัย และกำหนดโมเมนต์พลาสติก ดังแสดงในภาพ 9(ก) เพื่อหาการเสียรูปเพิ่มเติมจากการวิเคราะห์โครงสร้างแบบสถิตยศาสตร์ให้เทียบเท่าการวิเคราะห์โครงสร้างแบบพลศาสตร์



ภาพที่ 9 การกำหนดโมเมนต์พลาสติกที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง และการเสียรูปทางสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์

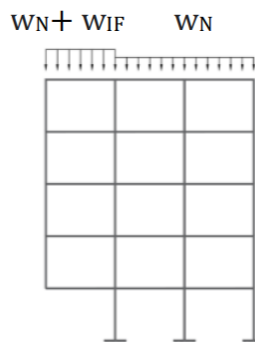
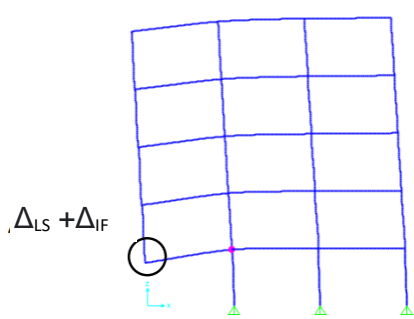
ขั้นตอนที่ 2 ทำการวิเคราะห์ผลแบบสถิตยศาสตร์เชิงเส้น และพลศาสตร์เชิงเส้นเพื่อหาค่าการเสียรูปในแนวตั้งดังแสดงในภาพที่ 9(ก) และภาพที่ 9(ข) เพื่อหาค่าการเสียรูปเพิ่มเติมจากการวิเคราะห์โครงสร้างทางสถิตยศาสตร์ให้เทียบเท่าการวิเคราะห์โครงสร้างแบบพลศาสตร์ ซึ่งจะสามารถหาการเสียรูปเพิ่มเติม Δ_{IC} ได้ดังสมการที่ (4) เพื่อนำไปหาตัวคูณเพิ่มกำลังทางพลศาสตร์ในขั้นตอนต่อไป

$$\Delta_{IC} = \Delta_{LD} - \Delta_{LS} \quad (4)$$

เมื่อ Δ_{LD} คือ การเสียรูปจากการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์เชิงเส้น

Δ_{LS} คือ การเสียรูปจากการวิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์เชิงเส้น

ขั้นตอนที่ 3 ทำการวิเคราะห์โครงสร้างครั้งที่ 2 โดยกำหนดการเสียรูปเพิ่มเติม Δ_{IC} ลงในการวิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์เชิงเส้นดังในรูป 10(ก) เพื่อให้การเสียรูปทางสถิตยศาสตร์เทียบไม่เชิงเส้นเทียบเท่าวิธีพลศาสตร์เชิงเส้น ด้วยการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ควบคุมด้วยการเสียรูปเพื่อหาน้ำหนักบรรทุกเพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรม Sap2000 ช่วยในการวิเคราะห์หาน้ำหนักบรรทุกเพิ่มเติม w_{IF} ดังแสดงภาพที่ 10(ข)



ภาพที่ 10 (ก) การวิเคราะห์การเสียรูปเพิ่มเติม (ข) การวิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกเพิ่มเติม

เมื่อได้การแรงเพิ่มเติม w_{IF} การวิเคราะห์โครงสร้างครั้งที่ 2 แล้วทำการเปรียบเทียบกับน้ำหนักบรรทุกทั่วไป w_N เพื่อสร้างสมการในการหาตัวคูณทางพลศาสตร์ดังสมการที่ (5)

$$DIF = \frac{w_N + w_{IF}}{w_N} \quad (5)$$

เมื่อ w_N คือ น้ำหนักบรรทุกทั่วไป

w_{IF} คือ น้ำหนักบรรทุกเพิ่มเติม

วิจารณ์ผล

การจำลองมวลต่อการวิเคราะห์การพังทลายแบบต่อเนื่องทางพลศาสตร์แบบไม่เป็นเชิงเส้นของโครง ข้อ แข็งใน 2 มิติ มีการจำลองโครงสร้างทั้ง 5 ตัวอย่าง ได้แก่ โครงสร้าง 3 ช่วง มีจำนวนชั้น 3 ถึง 7 ชั้น ด้วยการวิบัติเริ่มต้นของโครงสร้างจากการวิบัติบริเวณริมเสา การวิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 1 ข้าง และการวิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 2 ข้างแสดงการเสียรูปของโครงสร้าง การเสียรูปในแนวตั้งจากการวิเคราะห์ทางสถิตยศาสตร์เชิงเส้น (Δ_{LS}) และพลศาสตร์เชิงเส้น (Δ_{LD}) ดังแสดงในตารางที่ 4 แล้วนำมาคำนวณหาการเสียรูปเพิ่มเติม (Δ_{IC}) โดยเพื่อคำนวณตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ด้วยการลองผิดลองถูกโดยการใช้โปรแกรม SAP2000 ช่วยในการวิเคราะห์ผลต่อไป

ตารางที่ 4 การเสียรูปในแนวตั้งของโครงสร้าง

จำนวนชั้น	จำนวนชั้น	Δ_{LD} (มม.)	Δ_{LS} (มม.)	Δ_{IC} (มม.)
CASE E	3 ชั้น	46.83	26.59	20.24
	5 ชั้น	58.07	30.59	27.48

	7 ชั้น	69.22	36.45	32.77
CASE I	3 ชั้น	25.84	13.68	12.16
	5 ชั้น	29.31	16.08	13.23
	7 ชั้น	34.21	19.12	15.09
CASE C	3 ชั้น	20.36	10.78	9.58
	5 ชั้น	25.05	13.96	11.09
	7 ชั้น	31.88	17.71	14.17

จากตารางที่ 3 สามารถพิจารณาโครงสร้างทั้ง 3 ประเภทที่ความสูงอาคาร 3 5 และ 7 ชั้นได้ดังนี้ โครงสร้าง CASE E มีการเสียรูปสถิตยศาสตร์เท่ากับ 26.59-36.45 มม. และการเสียรูปพลศาสตร์เท่ากับ 46.83-69.22 มม. โครงสร้าง CASE I มีการเสียรูปสถิตยศาสตร์เท่ากับ 13.68-19.12 มม. และการเสียรูปพลศาสตร์เท่ากับ 25.84-34.21 มม. และโครงสร้าง CASE C มีการเสียรูปสถิตยศาสตร์เท่ากับ 10.78-17.71 มม. และการเสียรูปพลศาสตร์เท่ากับ 20.36-31.88 มม. ซึ่งเห็นได้ว่าโครงสร้าง CASE E มีการเสียรูปในแนวตั้งมากที่สุด ตามด้วยโครงสร้าง CASE I และโครงสร้าง CASE C ตามลำดับ และหากพิจารณาการเสียรูปสูงสุดที่เกิดขึ้นในโครงสร้างอันเป็นผลมาจากการวิเคราะห์พลศาสตร์เชิงเส้นจะเห็นได้ว่าโครงสร้างมีการเสียรูปที่มากกว่าการเสียรูปที่ยอมให้ตามมาตรฐาน วสท. ดังนั้นการออกกำหนดหน้าตัดคานต่ำสุดตาม วสท. อาจไม่สามารถใช้ได้ในการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่องได้จึงควรพิจารณาการเสียรูปที่เกิดขึ้นในโครงสร้างเป็นพิเศษ

การพิจารณาตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์

ในการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อพิจารณาตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์จะเป็นการพิจารณาต่อจากการเสียรูปในแนวตั้งของโครงสร้างทั้งวิธีแบบสถิตยศาสตร์เชิงเส้น และวิธีพลศาสตร์เชิงเส้นโดยเปรียบเทียบการเสียรูปให้การเสียรูปสถิตยศาสตร์เชิงเส้นมีความเทียบเท่ากับผลการเสียรูปวิธีพลศาสตร์เชิงเส้น ด้วยการใช้น้ำหนักบรรทุกเพิ่มเติมในโครงสร้างจากภาพที่ 2 นำมาคำนวณหาตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ ซึ่งจะแสดงตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์

จำนวนชั้น	จำนวนชั้น	w_N (กก/ม.)	w_{IF} (กก/ม.)	DIF
CASE E	3 ชั้น	2,788	2,497	1.90
	5 ชั้น	2,788	2,506	1.90
	7 ชั้น	2,788	2,583	1.93
CASE I	3 ชั้น	2,788	2,444	1.88
	5 ชั้น	2,788	2,357	1.85
	7 ชั้น	2,788	2,339	1.84
CASE C	3 ชั้น	2,788	2,364	1.85
	5 ชั้น	2,788	2,339	1.84
	7 ชั้น	2,788	2,450	1.88

จากตารางที่ 4 ซึ่งแสดงผลของการตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ของโครงสร้างทั้ง 3 กรณีของอาคารที่ความสูง 3 5 และ 7 ชั้นสามารถคำนวณหาตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์เท่ากับ 1.84-1.93 ซึ่งมีแตกต่างระหว่างรูปแบบโครงสร้างสูงสุดที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ นั้นหมายความว่าลักษณะโครงสร้างแต่ละชนิด และจำนวนชั้นไม่ส่งผลต่อตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่องด้วยวิธีสถิตยศาสตร์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สรุปผล

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาผลการศึกษาการวิเคราะห์โครงสร้างแบบสถิตยศาสตร์เชิงเส้นเปรียบเทียบกับแบบพลศาสตร์เชิงเส้น ซึ่งไม่ได้พิจารณาขอบเขตของความไม่เป็นเชิงเส้น พร้อมทั้งควรศึกษาประเด็นด้านความไม่เป็นเชิงเส้นเพื่อพิจารณาตัวคูณเพิ่มทางพลศาสตร์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบค่าการเสียรูปพบว่ามีค่าการเสียรูปสูงสุดที่เกิดขึ้นในโครงสร้างจะพบว่า โครงสร้างที่วิบัติบริเวณริมเสามีการเสียรูปในแนวตั้งมากที่สุด ตามด้วยโครงสร้างที่วิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 1 ช่าง และโครงสร้างที่วิบัติของเสาภายในที่คานต่อเนื่อง 2 ช่าง ตามลำดับ
2. ไม่สามารถใช้การกำหนดหน้าตัดลึกต่ำสุดในการวิเคราะห์โครงสร้างการพังทลายต่อเนื่อง และควรได้รับการพิจารณาการเสียรูปเป็นพิเศษเนื่องจากโครงสร้างเป็นการเสียรูปขนาดใหญ่
3. ตัวคูณพลศาสตร์บนแรง 2.0 ที่ใช้ในการวิเคราะห์การพังทลายต่อเนื่องด้วยวิธีพลศาสตร์เชิงเส้นเป็นการออกแบบที่สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย. (2547). “การวิเคราะห์การพังทลายแบบต่อเนื่องของอาคารโครงข้อแข็ง” วิศวกรรมโยธา แห่งชาติ ครั้งที่ 9. เพชรบุรี.
- เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ,สถาพร โภคา ,วิวัฒน์ พัทธศานานนท์ และ กิตติศักดิ์ ชันติวิชัย. (2548). “การวิเคราะห์ การพังทลาย แบบต่อเนื่องของอาคารโครงข้อแข็ง” การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10 พัทยา จ.ชลบุรี, 2-4 พฤษภาคม 2548.
- สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 2558 .มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริม เหล็กโดยวิธีกำลัง EIT1008-38. บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด, กรุงเทพฯ.
- เดช พุทธเจริญทอง. (2548). การวิเคราะห์โครงสร้างทางพลศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ASCE 41-13 (2013). Publication Anticipated Seismic Evaluation and Upgrade of Existing Buildings, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia. Public Comment Edition available through the American Society of Civil Engineers.
- Chopra A. K. (2014). dynamics of structures. 4 th Edition. Pearson Education
- Fu, F. (2009). “Progressive collapse analysis of high-rise building with 3-D finite element. Journal of Constructional Steel Research 65(6), Pages 1269-1278
- GSA. (2013). Alternate Path Analysis & Design Guidelines for Progressive Collapse Resistance, General Service Administration, Washington, DC.
- Kaewkulchai G. and Williamson E. B. (2003a). Beam element formulation and solution procedure for dynamic progressive collapse analysis. Computers and Structures 82, Pages 639–651.
- Mckay A. (2012). Alternate Path Method in Progressive Collapse Analysis: Variation of Dynamic and Nonlinear Load Increase Factors. Practice Periodical on Structural Design and Construction 17(4), Pages 152-160.
- Tavakoli, H.R. and Kiakojouri, F. (2013). Numerical study of progressive collapse in framed structures: A new approach for dynamic column removal, International Journal of Engineering, Transaction A: Basics, 26(7), 685-692.

การศึกษาคุณสมบัติทางความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่าน
กะลามะพร้าว

The Study of fuel Properties of Fuel Briquettes from Cotton Dust and
Coconut Shell Charcoal

วชิราภรณ์ คำออน¹ และ แววบุญ แยมแสงสังข์²

Wachiraporn Khamon¹, and Weawboon Yamsangsung²

¹วชิราภรณ์ คำออน นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 9/9 หมู่ที่ 9 ถนนแจ้งวัฒนะ ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120 E-mail: weawboon.yam@stou.ac.th

¹Wachiraporn khamon Master of Science (Industrial Technology), Sukhothai Thammathirat Open University
892/47 Soi Changakathuthi 5 Don Mueang Bangkok 10200 E-mail: tungau2012@gmail.com

²Weawboon Yamsaengsung, School of Economics, Sukhothai Thammathirat Open University, 9/9 Chaengwattana Road,
Bangpood, Pakkret, Nonthaburi 11120

*Corresponding author E-mail: weawboon.yam@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การทำการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาสมบัติของฝุ่นฝ้ายและผงถ่านกะลามะพร้าว (2) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว (3) เพื่อศึกษาต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว วิธีดำเนินการวิจัยสามารถอธิบายได้ดังนี้ (1) ศึกษาสมบัติของฝุ่นฝ้ายและผงถ่านกะลามะพร้าว โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์เชิงความร้อน (2) ศึกษาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว ได้แก่ ค่าความชื้น ปริมาณกำมะถัน และ ค่าความร้อน (3) ศึกษาต้นทุนการผลิตต่อหน่วย โดยพิจารณาจาก ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรผลการวิจัยพบว่า (1) เมื่อพิจารณาจาก ค่าความชื้น ปริมาณทั้งกำมะถัน และ ค่าความร้อน พบว่า ฝุ่นฝ้าย และ ถ่านกะลามะพร้าว เป็นวัตถุดิบ ที่มีคุณสมบัติทางเคมีที่เหมาะสมใช้ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ (2) การศึกษาสมบัติด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าวพบว่าทั้งตัวเชื่อมประสานที่เป็นแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้ามีค่าต่างๆ ของคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงต่างกันเล็กน้อย (3) การศึกษาต้นทุนการผลิต พบว่า ราคาต้นทุนการผลิตจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของถ่านกะลามะพร้าวที่เพิ่มขึ้นและการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวเชื่อมประสานจะมีต้นทุนมากกว่า ใช้แป้งมันสำปะหลังเล็กน้อย

คำสำคัญ : เชื้อเพลิงอัดแท่ง กะลามะพร้าว ฝุ่นฝ้าย

Abstract

The objectives of this research are (1) to study the chemical properties of cotton dust and coconut shell charcoal, (2) to study the fuel properties of briquettes from cotton dust and coconut shell charcoal and (3) to study the cost of producing fuel briquettes from cotton dust and coconut shell charcoal under different conditions. The research methodology is as follows: (1) study the properties of cotton dust and coconut shell charcoal by using Thermogravimetric Analysis. (2) Study the fuel properties of briquettes from cotton dust and coconut shell charcoal including moisture content, sulfur content, and heat value. (3) Study of the production cost per unit from fixed costs and variable costs. The results of (1) indicated that moisture content, sulfur content, and heat value of cotton dust and coconut shell charcoal were found to have suitable chemical properties as raw materials for making fuel briquettes. (2) Study of the fuel properties of cotton dust and coconut shell charcoal briquettes found that both cassava starch and rice starch binders had slightly different values of fuel properties. (3) The study of production costs revealed that the cost of the product would increase with the amount of coconut shell charcoal and that using rice starch as the binder costs slightly more than tapioca starch.

Keywords: briquettes, coconut shell, cotton dust

บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ และเป็นปัจจัยพื้นฐานในการผลิต ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ซึ่งจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับการพัฒนาทางด้านวิทยาการและเทคโนโลยี ตลอดจนการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมต่างๆ ทำให้ความต้องการใช้พลังงานของมนุษย์บนโลกเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปโดยหากมีการใช้พลังงานเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ ในอนาคตก็จะเกิดการขาดแคลนพลังงานมากขึ้นจนถึงเกิดวิกฤตการณ์ขาดแคลนพลังงานขั้นรุนแรง การนำพลังงานทดแทนมาใช้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ซึ่งกระทรวงพลังงานเองก็ได้จัดให้มี แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561- 2580 กระทรวงพลังงาน (2561) โดยแผนจะมีการกระตุ้นให้มีการใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้น แม้ว่าพลังงานทดแทนจะไม่สามารถแก้ไขปัญหาพลังงานได้ทั้งหมด แต่ก็มีที่ตั้งเป้าหมายในการใช้พลังงานทดแทนไว้อย่างชัดเจน โดยจะเพิ่มให้ได้ร้อยละ 30 ในปี 2579 อิศรา เหล็กคำ (2561) ซึ่งเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งก็ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของพลังงานทดแทน ในขณะเดียวกันประเทศไทยก็มีการทำอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มมาเป็นเวลานานและหนึ่งในอุตสาหกรรมนี้ก็คือ การผลิตเส้นด้าย ซึ่งประเทศไทยมีการผลิตและส่งออกขายไปยังประเทศต่างๆทั่ว ซึ่งในการผลิตเส้นด้ายจากใยธรรมชาติขั้นตอนการผลิตจะมี ขั้นตอนการผสมและการสางใยซึ่งทั้งสองขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดของเสียที่เรียกว่า ผุ่นฝ้าย ที่ถือว่าเป็นของเสียจากการผลิต และยังก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในด้านการจัดการและการทำลายทิ้ง

จากปัญหาดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำฝุ่นฝ้าย มาทำเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนด้วยเหตุผลที่ตัวฝุ่นฝ้ายนี้มีคุณสมบัติที่สามารถติดไฟได้ง่ายและให้ค่าพลังงานความร้อนที่สามารถนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งได้โดยงานวิจัยได้เลือกนำถ่านกะลามะพร้าวมาผสมเพื่อ ช่วยเสริมให้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งมีค่าความร้อนที่สูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากกะลามะพร้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่หาง่ายและราคาไม่แพง และมีค่าความร้อนสูง โดยมีการเลือกใช้แ่งมันสำปะหลังแ่งข้าวเจ้า เป็นตัวเชื่อมประสานแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งการนำฝุ่นฝ้ายมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งนอกจากจะช่วยลดต้นทุนในการกำจัดของเสียในอุตสาหกรรมสิ่งทอแล้วยัง เป็นการนำของเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนซึ่งเชื้อเพลิงอัดแท่งนี้สามารถนำไปใช้เป็นพลังงาน สำหรับ หม้อน้ำ (Boiler) เตาอบ (Furnace) และ เตาเผา (Kiln) ให้กับโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ โรงงานอุตสาหกรรมโลหะ และ โรงงานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ โดยนำเชื้อเพลิงอัดแท่งไปใช้ทดแทนเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เช่น น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล ก๊าซเชื้อเพลิง และถ่านหิน เพื่อลดต้นทุนในการใช้พลังงาน ในส่วนของการใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งกับหม้อน้ำจะมีทั้ง หม้อน้ำที่เอาไอน้ำที่ได้ไปผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว และ หม้อน้ำที่นำไอน้ำที่ได้ไปผลิตไฟฟ้าและใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานด้วย (Cogeneration) ซึ่งการนำเชื้อเพลิงอัดแท่งมาใช้แทนถ่านหินในหม้อน้ำ มีทั้งแบบที่ใช้ทดแทนถ่านหินร้อยละ 100 และ ใช้ร่วมกันกับถ่านหิน (Co-firing) ซึ่งทำให้ลดมลพิษทางอากาศเพราะมีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และฝุ่นฝ้าย การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้ แนวคิดเกี่ยวกับมะพร้าวและกะลามะพร้าว แนวคิดเกี่ยวกับแ่งมันสำปะหลัง และแ่งข้าวเจ้า แนวคิดเกี่ยวกับการทำเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง และ แนวคิดในการคำนวณต้นทุนการผลิต แนวคิดเกี่ยวกับฝ้ายกัณณฉวี แสงสุข (2559) ทำการศึกษาผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษเยื่อไม้ซี่เลื่อยและด้าย แล้วพบว่าที่อัตราส่วน เศษเยื่อไม้ต่อซี่เลื่อยต่อด้ายที่อัตราส่วน 40:50:10 มีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงที่ดีที่สุด โดยมีต้นทุนที่ 0.63 บาท/แท่ง ยิ้มแย้ม ลิวรัตน์ (2557) ศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของฝุ่นฝ้ายกับชีวมวลจากใบอ้อยและฟางข้าวใช้แ่งมันเป็นตัวประสานโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์โปรแกรมเชิงเส้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาต้นทุนรวมของชีวมวลอัดแท่ง พบว่า 500 กิโลกรัม ที่อัตราส่วน ใบอ้อย ฟางข้าว ฝุ่นจากเศษฝ้ายและแ่งมันสำปะหลัง 23:17:50:10 ให้ผลที่เหมาะสมที่สุด คือ มีต้นทุน 8.35 บาทต่อกิโลกรัม รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล (2553) ศึกษาการทำถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกะลามะพร้าวและแ่งมันสำปะหลังโดยใช้ แ่งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน แล้วนำไปทดสอบด้านเชื้อเพลิง และ ทำการวิเคราะห์ผลการตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่าเมื่อสัดส่วนของถ่านกะลามะพร้าวเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความร้อนเพิ่มขึ้นตาม ทั้งนี้เนื่องจากผลการทดสอบวัตถุดิบพบว่ากะลามะพร้าวมีค่าความร้อนมากที่สุด คือ 6,580 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และพบว่าต้นทุนมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามสัดส่วนของถ่านกะลามะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ซึ่งหากพิจารณาอัตราส่วนที่มีต้นทุนต่ำสุดที่ได้ค่าความร้อนผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานชุมชนถ่านอัดแท่ง มผช.๒๓๘/๒๕๔๗ คืออัตราส่วน 3:7 ซึ่งจากผลการคำนวณพบว่ามีค่าต้นทุนการผลิต 5.35 กิโลกรัม/บาท ซึ่งหากทำการผลิตได้ 400 กิโลกรัม/วัน ก็จะสามารถคืนทุนได้ในเวลา 5 ปี สุกัญญา ทับทิม และ ศศิธร ปรีอทอง (2557) ศึกษาถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวผสมกับก้อนเห็ดหลังการเก็บเกี่ยว 5 อัตราส่วนคือ 9:1, 8:2, 5:5, 2:8, และ 1:9 หลังเก็บเกี่ยวโดยใช้ร้อยละ 10 กวาแ่ง

เป็ยกเป็นตัวประสาน พบว่า ค่าความชื้นจะมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนของกะลามะพร้าวเพิ่มขึ้น ค่าความร้อนก็มีค่าเพิ่มมากขึ้นตามอัตราส่วนของ ถ่านกะลามะพร้าว เช่นกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติของฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว
2. เพื่อศึกษาสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายกับถ่านกะลามะพร้าว
3. เพื่อศึกษาต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว

วิธีการดำเนินการวิจัย

ซึ่งวิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ วัตถุดิบที่ใช้ทดลอง อุปกรณ์ เครื่องมือ ทดสอบ และ วิธีการทดลองซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ฝุ่นฝ้าย ถ่านกะลามะพร้าว แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า และน้ำกลั่น



(ก) ฝุนฝ้าย



(ข) ถ่านกะลามะพร้าว

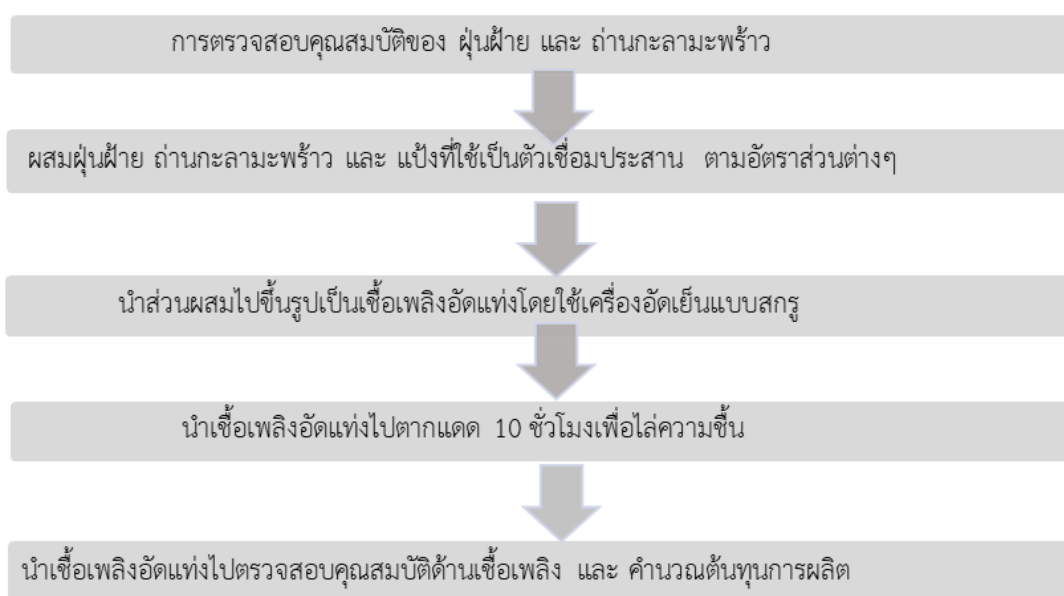


(ค) แป้งมันสำปะหลัง



(ง) แป้งข้าวเจ้า

ภาพที่ 1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทดลอง



(ก) ชิ้นส่วนผสมตามอัตราส่วนต่างๆ



(ข) ตัวอย่างที่ผสมเสร็จรออัด



(ค) กระบวนการอัดต่างๆ

ภาพที่ 3 การขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง

เครื่องมือทดสอบ ได้แก่

1. เครื่องอัดเย็นแบบสกรู กำลังไฟ 1,1000 วัตต์

2. เครื่อง Macro Thermogravimetric Analyzer (Macro TGA) ยี่ห้อ LECO รุ่น TGA701 ใช้วิเคราะห์หา ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหย

3. เครื่อง Automatic Bomb Calorimeter ยี่ห้อ Parr รุ่น 6300 ใช้วัดทดสอบหาค่าความร้อน

วิธีการทดลอง การวิจัยครั้งนี้เป็นการทำการวิจัยเชิงทดลองโดยนำฝุ่นฝ้าย มาผสมกับผงถ่านกะลามะพร้าวโดยใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าเป็นตัวเชื่อมประสานโดยศึกษา อัตราส่วนระหว่าง ฝุ่นฝ้ายต่อถ่านกะลามะพร้าวต่อแป้งมันสำปะหลัง 7 ส่วน ได้แก่ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 และ ศึกษาอัตราส่วนระหว่าง ฝุ่นฝ้ายต่อถ่านกะลามะพร้าวต่อแป้งข้าวเจ้าอีก 7 อัตราส่วน ได้แก่ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 เพื่อทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งแล้วไป ทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง และคำนวณต้นทุนการผลิต โดยสมบัติกายภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าวสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากงานวิจัยของ วชิราภรณ์และคณะ (2565)

1. การทดสอบค่าความร้อน (Calorific value or Heating value) ตามมาตรฐาน ASTM D5865 ค่าความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อ เชื้อเพลิงอัดแท่งถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ มีหน่วยเป็นกิโลจูล (kJ) หรือ กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (kcal/kg) โดยวิธีการทดสอบจะทำการ ใส่ตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ค่าความร้อน ลงไปในลูก Bomb แล้วนำลูก Bomb ใส่ไปในเครื่องโดยรอบๆลูก Bomb จะมีน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิโดยเครื่องมือควบคุมอุณหภูมิโดยเฉพาะเครื่องก็จะทำงานโดยการจุดติดไฟเพื่อเผาไหม้ตัวอย่างจนสมบูรณ์และให้ความร้อนออกมาเครื่องจะตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมินี้และคำนวณออกมาเป็นค่าพลังงานความร้อนออกมาตามสมการ ดังนี้

$$Q = \frac{TW - C_1 - C_2 - C_3}{m}$$

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

Q คือ ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงรวม (แคลอรีต่อกรัม)

W คือ ค่าสมมูลย์ทางพลังงานของแคลอรีมิเตอร์ (2,426 แคลอรีต่อองศาเซลเซียส)

m คือ มวลของเชื้อเพลิงตัวอย่าง (กรัม)

T คือ ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (องศาเซลเซียส)

C₁ คือ ค่าความร้อนที่เกิดจากกรดไนตริก (แคลอรีต่อเซนติเมตร)

C₂ คือ ค่าความร้อนที่เกิดจากกรดซัลฟูริก (แคลอรีต่อเซนติเมตร)

C₃ คือ ค่าความร้อนที่เกิดจากขดลวดไฟฟ้า (แคลอรีต่อเซนติเมตร)

2. การคำนวณต้นทุนการผลิตต่อแห่งของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ต้นทุนการผลิต สามารถคำนวณได้จาก
ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) หมายถึง ต้นทุนที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงได้แก่ต้นทุนราคา
เครื่องจักร ค่าซ่อมแซมของเครื่องจักรที่ใช้ และต้นทุนค่าแรงงาน

ต้นทุนค่าแรงงานต่อแห่ง = อัตราค่าจ้างขั้นต่ำต่อวัน/จำนวนแห่งที่ผลิตได้ต่อวัน

ต้นทุนการผลิตของเครื่องจักรเฉลี่ยต่อแห่ง = ต้นทุนการผลิตต่อวัน/จำนวนแห่งที่ผลิตได้ต่อวัน

2.2 ต้นทุนการผลิตผันแปร (Variable cost) คือต้นทุนที่จะแปรผันไปตามปริมาณการผลิต
หรือการขาย ถ้ามีกาผลิตมากก็จะต้องจ่ายต้นทุนผันแปรมาก ได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า

ต้นทุนค่าน้ำหรือไฟฟ้าต่อแห่ง = ต้นทุนค่าน้ำหรือไฟฟ้าต่อวัน/จำนวนแห่งที่ผลิตได้ต่อวัน

ต้นทุนค่าวัตถุดิบต่อแห่ง = จำนวนหน่วยที่ใช้ต่อแห่ง x ราคาวัตถุดิบต่อหน่วย

3. ต้นทุนการผลิตต่อแห่ง คำนวณโดยนำต้นคงที่มารวมกับต้นทุนการผลิตผันแปร

ผลการวิจัย

ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ การศึกษาคุณสมบัติของฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว ผลการศึกษา
สมบัติทางด้านเชื้อเพลิง และ ผลการศึกษาต้นทุนในการผลิตของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

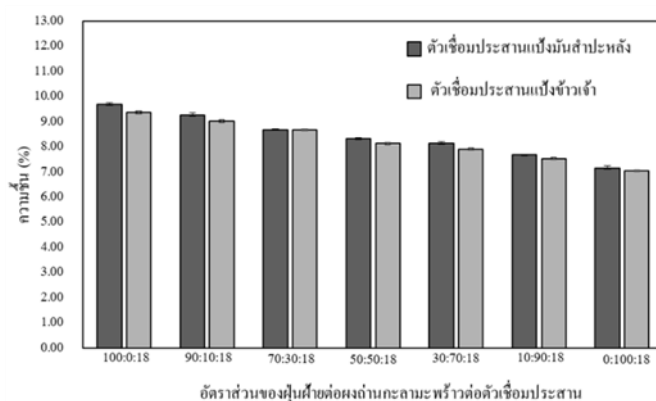
ตารางที่ 1 สมบัติของฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว

การทดสอบ	ถ่านกะลามะพร้าว	ฝุ่นฝ้าย
ค่าความชื้น (%)	7.04	9.09
ปริมาณกำมะถัน (%)	0.08	0.16
ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	7,066	3,869

1. การศึกษาคุณสมบัติของฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว จากตารางพบว่า ฝุ่นฝ้ายมีค่าความร้อนเท่ากับ 3,869 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีค่าความชื้น ร้อยละ 9.09 และมีปริมาณกำมะถันเท่ากับ ร้อยละ 0.16 ส่วนถ่านกะลามะพร้าว มีค่าความร้อนสูงถึง 7,066 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีค่าความชื้น ร้อยละ 7.04 และมีปริมาณกำมะถันเท่ากับ ร้อยละ 0.08

2. การศึกษาสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง 5 หัวข้อ ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าสารระเหย ปริมาณเถ้า ค่าคาร์บอนคงตัว ค่าความร้อน ดังรายละเอียดดังนี้

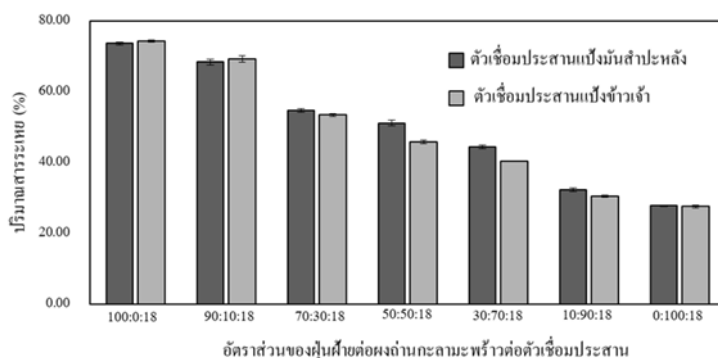
2.1 ค่าความชื้น จากภาพที่ 4 ค่าร้อยละของความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งพบว่า กรณีใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วน ฝุ่นฝ้ายต่อถ่านผงกะลามะพร้าวต่อแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่า ร้อยละ 9.70 ร้อยละ 9.27 ร้อยละ 8.69 ร้อยละ 8.32 ร้อยละ 8.15 ร้อยละ 7.69 และ ร้อยละ 7.15 ตามลำดับ กรณีใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วนฝุ่นฝ้ายต่อถ่านกะลามะพร้าวต่อแป้งข้าวเจ้าเท่ากับ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 9.37 ร้อยละ 9.02 ร้อยละ 8.68 ร้อยละ 8.13 ร้อยละ 7.91 ร้อยละ 7.54 และ ร้อยละ 7.05 ตามลำดับ ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งทุกอัตราส่วนของตัวเชื่อมประสาน แป้งมันสำปะหลัง และ แป้งข้าวเจ้า มีค่าสอดคล้องกัน คือ มีค่าน้อยลงตามอัตราส่วนของ ฝุ่นฝ้ายที่ลดลงในเชื้อเพลิงอัดแท่ง และถ้าเปรียบเทียบกับอัตราส่วนเดียวกันพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้ตัวเชื่อมประสานแป้งมันสำปะหลังจะมีค่าความชื้นมากกว่าแป้งข้าวเจ้า



ภาพที่ 4 ค่าร้อยละของความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

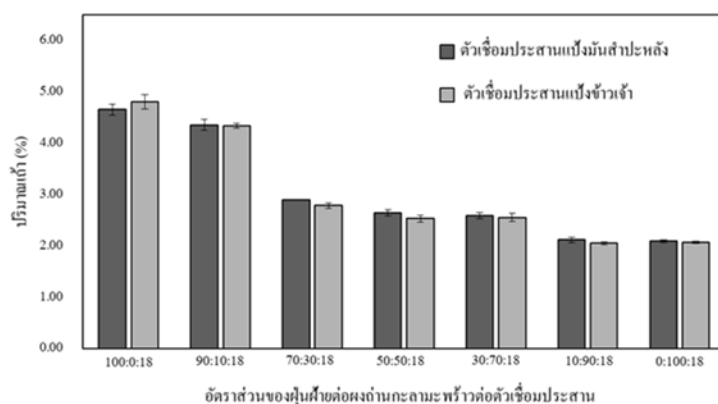
2.2 ค่าสารระเหย จากภาพที่ 5 ค่าปริมาณสารระเหยของเชื้อเพลิงอัดแท่งพบว่า กรณีใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วน ฝุ่นฝ้ายต่อถ่านผงกะลามะพร้าวต่อแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่า ร้อยละ 73.55 ร้อยละ 68.33 ร้อยละ 54.66 ร้อยละ 51.13 ร้อยละ 44.43 ร้อยละ 32.29 และ ร้อยละ 27.72 ตามลำดับ กรณีใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วนฝุ่นฝ้ายต่อถ่าน กะลามะพร้าวต่อแป้งข้าวเจ้าเท่ากับ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 74.20 ร้อยละ 69.17 ร้อยละ 53.14 ร้อยละ 45.74 ร้อยละ 40.30 ร้อยละ 30.58 และ ร้อยละ 27.52 ตามลำดับ ค่าสารระเหยของ

เชื้อเพลิงอัดแท่งทุกอัตราส่วนของตัวเชื่อมประสาน แป้งมันสำปะหลัง และ แป้งข้าวเจ้า มีค่าสอดคล้องกัน คือ มีค่าน้อยลงตามอัตราส่วนของ ฝุ่นฝ้ายที่ลดลงในเชื้อเพลิงอัดแท่ง



ภาพที่ 5 ค่าปริมาณสารระเหยของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

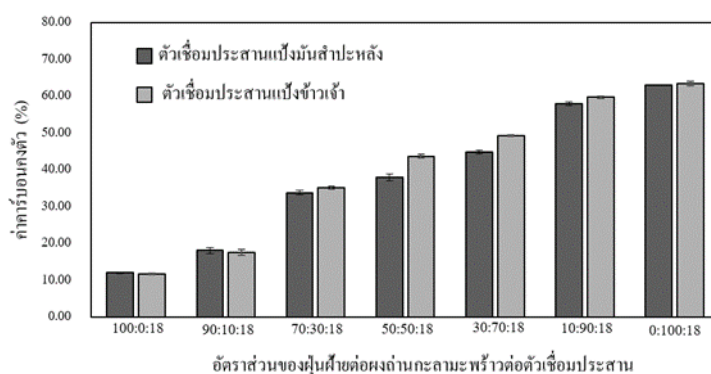
2.3 ปริมาณเถ้า จากภาพที่ 6 ค่าปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่า กรณีใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วน ฝุ่นฝ้ายต่อถ่านผงกะลามะพร้าวต่อแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 100:10, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าปริมาณเถ้าเท่ากับ ร้อยละ 4.66 ร้อยละ 4.36 ร้อยละ 2.89 ร้อยละ 2.64 ร้อยละ 2.59 ร้อยละ 2.11 และ ร้อยละ 2.09 ตามลำดับ กรณีใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วนฝุ่นฝ้ายต่อถ่านผงกะลามะพร้าวต่อแป้งข้าวเจ้าเท่ากับ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าปริมาณเถ้า เท่ากับ ร้อยละ 4.81 ร้อยละ 4.34 ร้อยละ 2.78 ร้อยละ 2.53 ร้อยละ 2.55 ร้อยละ 2.05 และ ร้อยละ 2.07 ตามลำดับ พบว่าปริมาณเถ้าของทุกอัตราส่วนของตัวเชื่อมประสานมีค่าสอดคล้องกัน คือ มีค่าลดลงตามอัตราส่วนของ ฝุ่นฝ้ายที่ลดลง



ภาพที่ 6 ค่าปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

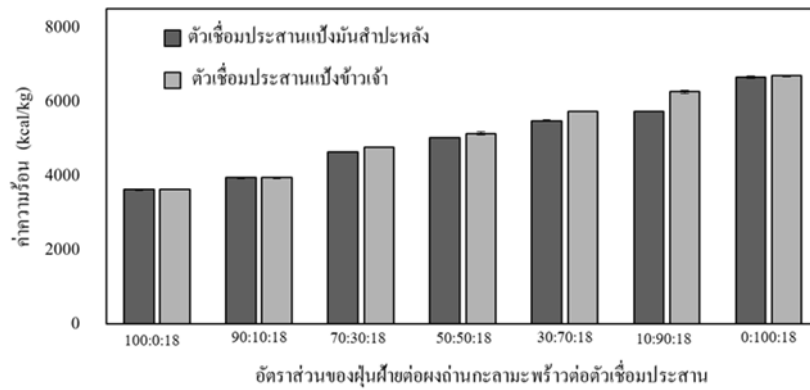
2.4 ค่าคาร์บอนคงตัว จากภาพที่ 7 ค่าคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากการทดลองพบว่า กรณีใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วนฝุ่นฝ้ายต่อถ่านผงกะลามะพร้าว ต่อแป้งมันสำปะหลัง

เท่ากับ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 12.09 ร้อยละ 18.05 ร้อยละ 33.76 ร้อยละ 37.91 ร้อยละ 44.83 ร้อยละ 58.06 และ ร้อยละ 63.05 ตามลำดับ กรณีใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วนฝุ่นฝ้ายต่อผงถ่านกะลามาพะพร้าว ต่อแป้งข้าวเจ้าเท่ากับ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 11.62 ร้อยละ 17.47 ร้อยละ 35.12 ร้อยละ 43.60 ร้อยละ 49.24 ร้อยละ 59.68 และ ร้อยละ 63.36 ตามลำดับ ค่าคาร์บอนคงตัวของทุกอัตราส่วนของทั้งสองตัวเชื่อมประสานมีค่าสอดคล้องกัน คือ มีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของ ถ่านกะลามาพะพร้าวที่เพิ่มขึ้นในเชื้อเพลิงอัดแท่ง



ภาพที่ 7 ค่าคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

2.5 ค่าความร้อน จากภาพที่ 8 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ กรณีใช้แป้งมันสำปะหลังเป็น เชื่อมตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วน ฝุ่นฝ้ายต่อถ่านผงกะลามาพะพร้าวต่อแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าเท่ากับ 3,630, 3,950, 4,642, 5,043, 5,485, 6,245 และ 6,656 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ กรณีใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวเชื่อมประสานที่อัตราส่วน ฝุ่นฝ้ายต่อถ่านกะลามาพะพร้าวต่อแป้งข้าวเจ้าเท่ากับ 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าเท่ากับ 3,643, 3,951, 4,782, 5,149, 5,738 และ 6,270 และ 6,702 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งทุกอัตราส่วนของทั้งสองตัวเชื่อมประสานมีค่าสอดคล้อง กัน คือ มีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของ ถ่านกะลามาพะพร้าวที่เพิ่มขึ้นใน และถ้าเปรียบเทียบที่อัตราส่วนเดียวกัน พบว่าค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งข้าวเจ้าจะมีค่าความร้อนมากกว่าแป้งมันสำปะหลัง



ภาพที่ 8 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

3. ผลการศึกษาต้นทุนในการผลิตของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยคิดต้นทุนจาก ค่าเครื่องจักรและค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร ค่าแรงงานค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า และ ค่าวัตถุดิบ ได้แก่ ถ่านกะลามะพร้าว และ แป้งทั้ง 2 ชนิด พบว่าต้นทุนเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวเชื่อมประสานเท่ากับ 0.54-1.34 บาท/แท่ง ต้นทุนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวเชื่อมประสานเท่ากับ 0.65-1.45 บาท/แท่ง ดังรายละเอียดในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ต้นทุนการผลิตต่อแท่งของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟ่อนฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว

ฟ่อนฝ้าย:ถ่านกะลามะพร้าว: ตัวเชื่อมประสาน	ต้นทุนต่อแท่ง (บาท/แท่ง) (ตัวเชื่อมประสานแป้งมันสำปะหลัง)	ต้นทุนต่อแท่ง (บาท/แท่ง) (ตัวเชื่อมประสานแป้งข้าวเจ้า)
100:0:18	1.07	1.18
90:10:18	1.15	1.26
70:30:18	1.31	1.42
50:50:18	1.47	1.58
30:70:18	1.63	1.74
10:90:18	1.79	1.90
0:100:18	1.87	1.98

จากตารางที่ 2 พบว่าต้นทุนการผลิตของ เชื้อเพลิงอัดแท่ง ที่อัตราส่วนของ ฟ่อนฝ้าย:ถ่านกะลามะพร้าว:แป้งข้าวเจ้า 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าต้นทุนเท่ากับ 0.65, 0.73, 0.89, 1.05, 1.21, 1.37 และ 1.45 บาท ตามลำดับ พบว่าต้นทุนการผลิตต่อแท่งของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนของ ฟ่อนฝ้าย:ถ่านกะลามะพร้าว:แป้งมันสำปะหลัง 100:0:18, 90:10:18, 70:30:18, 50:50:18, 30:70:18, 10:90:18 และ 0:100:18 มีค่าต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเท่ากับ 1.07, 1.15, 1.31, 1.47, 1.63, 1.79 และ 1.87 บาท ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

ซึ่งการวิจารณ์ผลประกอบด้วย 5 หัวข้อ ได้แก่ สมบัติของฝุ่นฝ้ายกับถ่านกะลามะพร้าว สมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่ง การศึกษาต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้าย และ ถ่านกะลามะพร้าว แนวทางที่จะนำ เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าวไปใช้ประโยชน์ และ ข้อเสนอเสนอแนะในการทำวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.สมบัติของฝุ่นฝ้ายกับถ่านกะลามะพร้าว การตรวจสอบคุณสมบัติของ ฝุ่นฝ้าย กับ ถ่านกะลามะพร้าว ฝุ่นฝ้ายมีค่าความร้อนเท่ากับ 3,869 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมี ค่าความชื้น ร้อยละ 9.09 และมีปริมาณกำมะถันเท่ากับ ร้อยละ 0.16 ส่วนถ่านกะลามะพร้าว มีค่าความร้อนสูงถึง 7,066 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีค่าความชื้น ร้อยละ 7.04 และมีปริมาณกำมะถันเท่ากับ ร้อยละ 0.08 ซึ่งจากคู่มือแนวทางเกณฑ์คุณสมบัติของเสียที่ใช้เพื่อการแปรรูป เป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2555) ได้แนะนำสมบัติของเสียอุตสาหกรรมที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้นั้นค่าความร้อน ไม่ควรต่ำกว่า 3,000 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และมีค่ากำมะถันไม่เกิน ร้อยละ 2 จึงสรุปได้ว่า ฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว มีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

2.สมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของผงถ่านกะลามะพร้าวมากขึ้นในเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้งในตัวเชื่อมประสานที่เป็นแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าให้ผลการทดลองที่สอดคล้อง กันคือ ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลงตามอัตราส่วนของฝุ่นฝ้ายที่ลดลงทั้งนี้เนื่องจาก จากผลการทดสอบวัตถุดิบพบว่าค่าความชื้น ฝุ่นฝ้ายมีค่าความชื้นมากกว่าผงถ่านกะลามะพร้าว และหากเปรียบเทียบตัวเชื่อมประสานทั้ง 2 ชนิดในทุกอัตราส่วนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่า ตัวเชื่อมประสานที่เป็น แป้งมันสำปะหลัง มีความชื้นสูงกว่า แป้งข้าวเจ้าเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากแป้งมันสำปะหลัง มีความชื้นมากกว่าแป้งข้าวเจ้านั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลงานวิจัยก่อนหน้าที่พบว่าแป้งมันสำปะหลังมีความชื้นมากกว่าแป้งมันข้าวเจ้าเล็กน้อยเช่นกัน โดยแป้งมันสำปะหลังมีความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 12.27 Pongsawatmanit et.al (2002) และแป้งข้าวเจ้ามีความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 11.07 สอนิต และคณะ (2547)

ค่าสารระเหยและปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากการทดลองพบว่าได้ค่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของผงถ่านกะลามะพร้าวมากขึ้นในเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้งในตัวเชื่อมประสานที่เป็นแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้ามีค่าเปอร์เซ็นต์ของสารระเหย และ ปริมาณเถ้าจะลดลงตามอัตราส่วนฝุ่นฝ้ายที่ลดลงทั้งนี้เนื่องจาก ฝุ่นฝ้ายมีค่าสารระเหยมากกว่า ผงถ่านกะลามะพร้าว การลดอัตราส่วนของฝุ่นฝ้ายลงจึงทำให้สารระเหยลดลงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริกุล สุวรรณภพ และคณะที่ทำการศึกษาค่าสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผสมระหว่าง ฝุ่นฝ้ายกับขี้เลื่อยโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวเชื่อมประสานได้นำวัตถุดิบไปทำการวิเคราะห์แล้วพบว่าฝุ่นฝ้ายมีปริมาณเถ้า ร้อยละ 7.35 และค่าสารระเหยเท่ากับ ร้อยละ 70.37 ศิริกุล สุวรรณภพ และคณะ (2558) และจากงานวิจัยของ Iloabachie ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาที่ส่งผลต่อสมบัติของถ่าน

กะลามะพร้าว โดย เขาได้นำถ่านกะลามะพร้าวไปวิเคราะห์ หาค่าปริมาณเถ้า ร้อยละ 4.28 และ สารระเหยได้เท่ากับ ร้อยละ 36.47 Iloabachie et.al (2018)

ค่าคาร์บอนคงตัวและค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ผลการทดสอบค่าคาร์บอนคงตัวและค่าความร้อนของเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจะเห็นได้ว่า ทั้งสองค่าจะมีค่าสูงขึ้นตามปริมาณสัดส่วนของผงถ่านกะลามะพร้าวที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก การทดลองในตอนต้นที่นำผงถ่านกะลามะพร้าว และ ผุ่นฝ้ายไปวิเคราะห์หาค่าความร้อนพบว่า ผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าความร้อนและค่าคาร์บอนคงตัวมากกว่าผุ่นฝ้ายซึ่งค่าคาร์บอนคงตัวมีความสัมพันธ์กับ ค่าความร้อนโดยตรงคือเมื่อค่าคาร์บอนคงตัวมากก็จะทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าความร้อนมากตามไปด้วย สอดคล้องกับงานของธีรศักดิ์ พัฒนพานิช ที่พบว่าของปริมาณค่าความร้อนที่ได้ก็ สอดคล้องกับผลของปริมาณคาร์บอนคงตัวคืออัตราส่วนไหนมีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงก็จะให้ค่าความร้อนสูง ธีรศักดิ์ พัฒนพานิช (2559)

3. การศึกษาต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากผุ่นฝ้าย และ ถ่านกะลามะพร้าว พบว่าต้นทุนจะมีค่าสูงขึ้นตามอัตราส่วนถ่านกะลามะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผุ่นฝ้ายไม่มีต้นทุนและต้นทุนในส่วนอื่นๆจะมีค่าเท่ากันในทุกอัตราส่วน ซึ่งถ้าเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนต้นทุนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าจะมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยเนื่องจาก ราคาแป้งข้าวเจ้าสูงกว่าแป้งมันสำปะหลังเล็กน้อย

4. แนวทางที่จะนำ เชื้อเพลิงอัดแท่งจากผุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าวไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งจากผุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าวมีค่าสารระเหยสูงทำให้เกิดควันเวลาเผาไหม้ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นการถนอมไม้ในครัวเรือน ดังนั้นจึงควรนำไปใช้ กับเตาเผาที่มีระบบจัดการจัดการไอระเหย โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้า อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมอาหาร โดยสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนถ่านหิน หรือใช้ร่วมกับถ่านหินให้กับ หม้อน้ำเพื่อนำไอน้ำไปใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม หรือนำไอน้ำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้

5. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

5.1 ควรศึกษาการขึ้นรูปแบบอื่น เช่น การทำเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ด เพื่อที่จะสามารถทำเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้กับเตาของโรงงานผลิตไฟฟ้าได้หลากหลายชนิด

5.2 ศึกษาการอัดโดยใช้วิธีการอัดเย็นแบบใช้แรงดันจะทำให้ใส่แรงอัดในการขึ้นรูปได้มากขึ้น

5.3 ควรใช้ตัวเชื่อมประสานชนิดอื่นเพื่อลดต้นทุนในการผลิต เนื่องจากในการวิเคราะห์ต้นทุนรวมต่อหน่วยการผลิตพบว่าต้นทุนส่วนใหญ่มาจากค่าใช้จ่ายในส่วนของแป้งทั้ง 2 ชนิดที่ใช้เป็นตัวเชื่อมประสาน ซึ่งตัวเชื่อมประสานชนิดอื่น เช่น กากน้ำตาล กากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น จะช่วยให้ต้นทุนในการผลิตลดลง หรือ นำผุ่นฝ้ายไปผสมกับวัตถุดิบหรือ วัสดุเหลือใช้อื่นๆ เพื่อทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง

สรุปผล

1. สมบัติของผุ่นฝ้ายกับถ่านกะลามะพร้าว สรุปได้ว่า ผุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว มีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

2. สมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากทั้งแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้า ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 สมบัติทางด้านความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การทดสอบ	แป้งมันสำปะหลัง	แป้งข้าวเจ้า
ความชื้น (%)	7.15-9.70	7.05-9.37
ค่าสารระเหย (%)	27.72-73.55	27.52-74.20
ค่าปริมาตรถ้ำ (%)	2.09-4.66	2.07-4.81
ค่าคาร์บอนคงตัว (%)	12.09-63.05	11.62-63.36
ค่าความร้อน (Kcal/Kg)	3,630-6,656	3,643- 6,702

3. ผลการศึกษาต้นทุนในการผลิต โดยคิดต้นทุนจาก ค่าใช้จ่ายในการซื้อและค่าซ่อมบำรุง เครื่องจักรได้แก่ เครื่องอัดและเครื่องตัดเชื้อเพลิง ค่าแรงงาน ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า และ ค่าวัตถุดิบ ได้แก่ ถ่าน กะลามะพร้าว และ แป้งทั้ง 2 ชนิดที่ใช้เป็นตัวเชื่อมประสาน ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนเชื้อเพลิงอัดแท่งทุก อัตราส่วนจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนการเพิ่มของถ่านกะลามะพร้าวทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนอื่นๆจะเท่ากันทุก อัตราส่วน และถ้าเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนต้นทุนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าจะมีค่าสูงกว่าแป้งมันสำปะหลังเล็กน้อย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดีโดยได้รับการช่วยเหลือและกรุณาอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.แวว บุญ แยมแสงสังข์ และ อาจารย์ รศ.ดร.สุนิรัตน์ พุกตะ ที่คอยให้คำปรึกษาและให้กำลังใจตลอดในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองอย่างสูง และขอขอบคุณ บริษัทนันทยาง อุตสาหกรรมทอจำกัด ที่เอื้อเฟื้อ อนุเคราะห์ ผ่อนผันให้แก่ ข้าพเจ้ามาทำการวิจัยในครั้งนี้ และ ขอขอบคุณ กรมวิทยาศาสตร์บริการที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2555. คู่มือแนวทางและเกณฑ์คุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง และบล็อกประสาน, กรุงเทพมหานคร: สำนักบริการจัดการกากอุตสาหกรรม.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2559. การพัฒนาคุณภาพถ่านอัดแท่ง. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สาร สารสนเทศวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.

กระทรวงพลังงาน. 2559. โครงการศึกษาและจัดทำข้อมูลการลงทุนด้านพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

- กัณมณี แสงสุข. 2559. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษเยื่อไม้ซีเลื่อยและด้าย. วิทยานิพนธ์ ปริญญา
มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร
- ธีรศักดิ์ พัฒนพานิช. 2559. การศึกษาเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านไม้เงาะ โดยใช้กากน้ำตาลและแป้งมัน
สำปะหลังเป็นตัวประสาน. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
นครเหนือ. กรุงเทพมหานคร
- นงนุช สิงหเดชะ. 2564. วิฤตพลังงานโลกยังไม่เห็นทางออกอันใกล้. สืบค้นจาก
<http://today.line.me/th/v2/article/LX1YXzj>
- ยิ้มแย้ม ลิขรัตน์. 2557. การนำฝุ่นจากเศษฝ้ายมาใช้เพื่อลดต้นทุนในการผลิตชีวมวลอัดแท่ง. รายงานการศึกษา-
ค้นคว้าอิสระ ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.
- รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล. 2553. การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้งมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์-
ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น
- วิชราภรณ์ และ คณะ. 2565. การศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายและถ่านกะลามะพร้าว
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพมหานคร
- ศิริกุล สุวรรณภพ และคณะ. 2556. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฝุ่นฝ้ายผสมกับซีเลื่อย. วิทยานิพนธ์ ปริญญา
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. กรุงเทพมหานคร
- สวณิต อิชยานิชย์ และคณะ. 2547. คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และรีโอโลยีของแป้งข้าวเจ้าที่ผลิต โดย
กระบวนการไม่เปียกและไม่แห้งในระดับอุตสาหกรรม. งานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.
- สุกัญญา ทับทิม และ ศศิธร ปรีทอง. 2557. การเปรียบเทียบค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากส่วนผสมของ
กะลามะพร้าวและ ก้อนเห็ดหลังการเก็บผลผลิต วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก. พิษณุโลก
- Iloabachie, et al., (2018). The effect of carbonization temperatures on proximate analysis of
coconut shell. International Journal of Advanced Engineering and Technology.
- Pongsawatmanit, et al., (2002). Effect of sucrose on RVA viscosity parameters, water activity
and freezable water fraction of cassava starch suspensions. Sci. Asia. 28: 129-
134.doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2002.28.129.

การประเมินสมดุลพลังงานภายในสถานีสูบน้ำลาดกระบัง การประปานครหลวง Energy Balances in Lat Krabang's Water Distribution Pumping Station, Metropolitan Waterworks Authority

กิตติคุณ วงศ์ภักดิ์^{1*} อติชัย พรพรหมินทร์¹ สุรัชชัย ลิปิวัฒนาการ¹

Kittikun Wongpeerak^{1*} Adichai Pornprommin¹ Surachai Lipiwattanakarn¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding author E-mail: kittikun.wo@ku.th

บทคัดย่อ

สถานีสูบน้ำลาดกระบังเป็นสถานีสูบน้ำหนึ่งของการประปานครหลวงจากจำนวนสถานีทั้งสิ้น 12 สถานี ทำการสูบน้ำครอบคลุมบริเวณพื้นที่สาขาสุวรรณภูมิ และพระชนอง โดยปัจจุบันมีการประเมินสมดุลพลังงานในระบบน้ำดิบ ระบบสูบน้ำส่ง และระบบสูบน้ำจ่ายน้ำแต่ยังไม่มีการประเมินสมดุลพลังงานภายในสถานีสูบน้ำจ่ายน้ำ ซึ่งมีการใช้พลังงานค่อนข้างมาก การใช้พลังงานไฟฟ้าของสถานีโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 387,056 kWh/month จากการประเมินสมดุลพลังงานพบว่าพลังงานจากมอเตอร์ที่จุดติดตั้งเครื่องวัดคิดเป็น 262,510 kWh/month พลังงานที่สลายตัวจากการหรีวาล์วและเข้าถังเฉลี่ยคิดเป็น 160,577 kWh/month พลังงานจากการสูบน้ำเฉลี่ย 354,740 kWh/month จะเห็นได้ว่าการรักษาเสถียรภาพการสูบน้ำด้วยการมีถังเก็บน้ำใสมีผลโดยตรงต่อการสูญเสียพลังงานถึง 160,577 kWh/month หรือคิดเป็น 24.9% จากพลังงานเข้าระบบทั้งหมด

คำสำคัญ : การประปานครหลวง, ลาดกระบัง, สมดุลพลังงาน, สถานีสูบน้ำ

Abstract

Lat Krabang's Water Distribution Pumping Station, Metropolitan Waterworks Authority (Thailand) (MWA) is 1 of 12 Water Distribution Pumping Station, MWA services Suvarnabhumi and Prakanong Branch. At present there are Energy Balance of raw water system, Transmission system and distribution pumping system are currently being accessed while pumping station one of the most energy consumption are not being assessed. The average energy consumption of the station is 387,056 kWh/month. Refer to energy balance assessment energy at the tunnel is 262,510 kWh/month. And energy dissipated by closing the valve and into the tank 160,577 kWh/month, energy from operate water distribution pumping is 354,740 kWh/month. According to the stabilize of distribution pumping with the tank is significantly effect to energy loss 160,577 KWh/month or 24.90% of total system in energy.

Keywords : : Metropolitan Waterworks Authority (Thailand), Lat Krabang, Energy balances, Pumping station

บทนำ

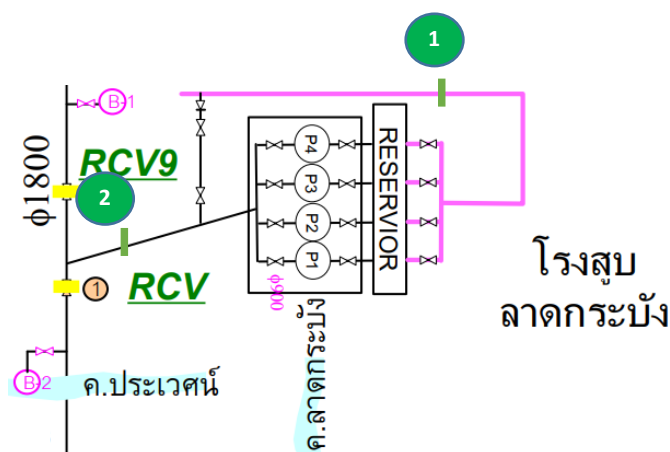
การประปานครหลวง ทำการสูบน้ำผ่านสถานีสูบน้ำซึ่งประกอบด้วยสถานีทั้งสิ้นจำนวน 12 สถานี ซึ่งสถานีสูบน้ำลาดกระบังเป็นสถานีหนึ่งในนั้น มีความสำคัญในการสูบน้ำให้แก่พื้นที่บริการได้แก่ สาขาสวรรณภูมิ และพระโขนง

การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบผลิตและสูบน้ำประปานั้นสูงมาก ดังนั้นในต่างประเทศจึงมีนักวิจัยหลายท่านได้เสนอแนวทางการประเมินการสูญเสียพลังงานโดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าในระบบประปาด้วยวิธีสมดุลพลังงาน สำหรับงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศมีการประเมินสมดุลพลังงานที่ระบบท่อประปา เช่น Energy balance of Trunk Main Network in Bangkok, Thailand (Lapprasert, S , AWWA 2018) ระบบท่อจ่ายน้ำ เช่น การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับประเมินพลังงานในโครงข่ายท่อประปา (ณัชพล จารุวิมลกุล, ชัยพร เจริญนิม, จิรเมธ ช้างคล่อม, สุรชัย ลิปิวัฒนาการ และอดิชัย พรพรหมินทร์, 2021 การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 26) แต่ปัจจุบันยังไม่มีการประเมินพลังงาน ณ สถานีสูบน้ำในประเทศไทย ซึ่งเป็นต้นทางของระบบสูบน้ำประปาและคาดว่าจะมีการสูญเสียพลังงานมาก

การประเมินพลังงานเข้า พลังงานออก และการสูญเสียพลังงานอย่างละเอียดด้วยข้อมูลบันทึกรายชั่วโมงเป็นเวลา 1 ปี และหาส่วนประกอบที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การสูญเสียพลังงานนั้น จะสามารถนำไปวางแผนการลดใช้พลังงานอันเป็นต้นทุนหลักส่วนหนึ่งในการสูบน้ำประปาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

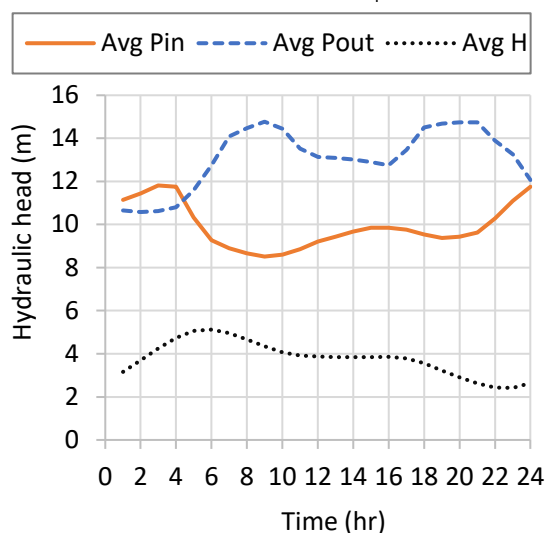
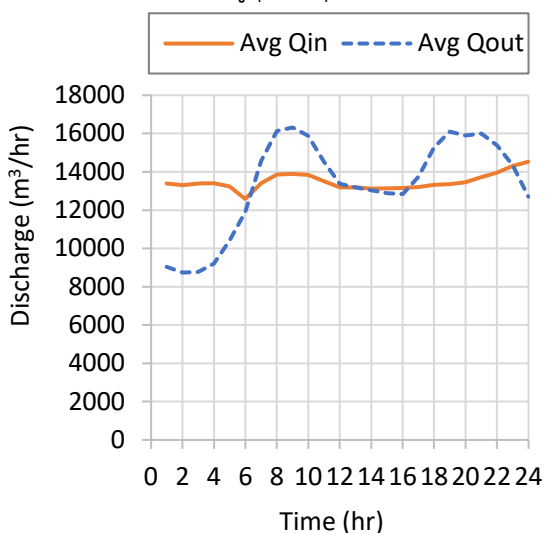
พื้นที่ศึกษา

สถานีสูบน้ำลาดกระบัง พื้นที่ถึงเก็บน้ำใสมีขนาด 9,000 ตารางเมตร ความสูง 5.63 เมตร ปริมาตรถึง 50,670 ลูกบาศก์เมตร สูบน้ำผ่านเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง(Centrifugal) พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้า (Variable Frequency Drive : VFD)



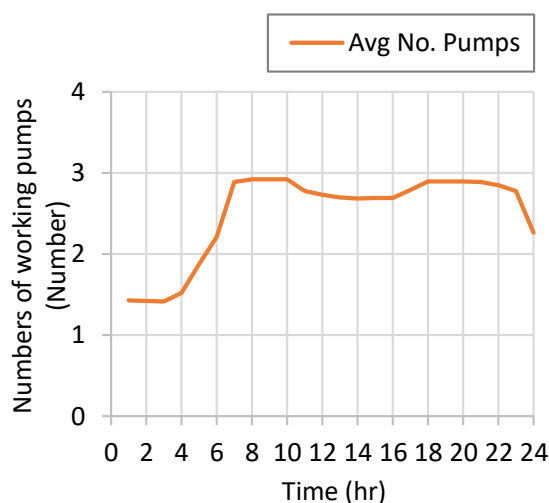
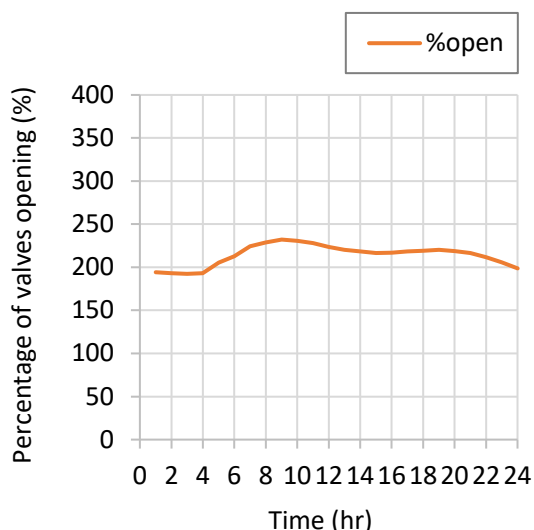
ภาพที่ 1 แผนผังสถานีสูบน้ำลาดกระบัง (Ladkrabang pumping station diagram)

สภาพทางชลศาสตร์ของสถานีสูบน้ำจ่ายน้ำลาดกระบัง เริ่มวิเคราะห์จากจุดติดตั้งเครื่องวัดน้ำเข้าจุดที่ 1 สูบส่งผ่านท่อส่งน้ำขนาด \varnothing 2,000 mm. ผ่านวาล์วรับน้ำเข้าถัง(inlet Valve) จำนวน 5 ตัว ประกอบด้วย Butterfly valve 4 ตัวและ Submerged discharge valve 1 ตัว และสูบน้ำโดยเครื่องสูบน้ำยี่ห้อ KUBOTA รุ่น 900x700 DV-L จำนวน 4 เครื่อง โดยที่มีกำลังการสูบน้ำสูงสุดที่ $125 \text{ m}^3/\text{min}$ ต่อเครื่อง Head 35 m. ผ่านท่อ manifold ออกสู่จุดสิ้นสุดการวิเคราะห์ที่ทางออกท่อประธานขนาด \varnothing 1,800 มม. จุดที่ 2



(ก) ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลเข้า (Qin) และออก (Qout)

(ข) ค่าเฉลี่ยแรงดันน้ำเข้า (Pin) ค่าเฉลี่ยแรงดันด้านน้ำจ่าย (P_{out}) และค่าเฉลี่ยความสูงของระดับน้ำในถัง (H)



(ค) ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเปิดปิดวาล์วรับน้ำเข้าถัง (%)

(ง) ค่าเฉลี่ยจำนวนเครื่องสูบน้ำทำงาน

ภาพที่ 2 คุณลักษณะของสถานีสูบน้ำจ่ายน้ำลาดกระบัง Characteristic of Lat Krabang's Water Distribution Pumping Station: (ก) ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลเข้า (Qin) และออก (Qout) ; (ข) ค่าเฉลี่ยแรงดันน้ำเข้า (Pin) ค่าเฉลี่ยแรงดันด้านน้ำจ่าย (P_{out}) และค่าเฉลี่ยความสูงของระดับน้ำในถัง (H) ; (ค) ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเปิดปิดวาล์วรับน้ำเข้าถัง (%); (ง) ค่าเฉลี่ยจำนวนเครื่องสูบน้ำทำงาน

เมื่อพิจารณาคูณลักษณะของสถานีสูบน้ำลาดกระบัง ภาพที่ 2 เป็นอนุกรมเวลาของข้อมูลบันทึกรายชั่วโมงตลอดปี พ.ศ. 2564 ซึ่งนำมาเฉลี่ยเป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง โดยที่ ภาพที่ 2 (ก) คือค่าเฉลี่ยอัตราการไหลเข้า (Q_{in}) และออก (Q_{out}) จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำเข้าถึงเก็บน้ำใสเฉลี่ยมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน ในส่วนปริมาณน้ำจ่ายเฉลี่ยรายชั่วโมงนั้นเป็นไปตามความต้องการใช้น้ำจริงของผู้ใช้น้ำ โดยที่ (ข) คือค่าเฉลี่ยแรงดันน้ำเข้า (P_{in}) ค่าเฉลี่ยแรงดันด้านน้ำจ่าย (P_{out}) และค่าเฉลี่ยความสูงของระดับน้ำในถัง (H) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยแรงดันน้ำเข้า (P_{in}) มีค่าแตกต่างกันระหว่างวันเนื่องจากการปรับหัววาล์วรับน้ำเข้าถัง, เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยแรงดันด้านน้ำจ่าย (P_{out}) มีค่าแตกต่างกันระหว่างวันขึ้นอยู่กับความต้องการใช้น้ำจริงของผู้ใช้น้ำ และหากพิจารณาค่าเฉลี่ยความสูงของระดับน้ำในถัง (H) จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงสุดประมาณ 5 เมตรในช่วงเวลา 6.00 น. เนื่องจากการสำรองน้ำไว้จ่ายในช่วงพีคเช้าและค่าต่ำสุดประมาณ 2 เมตรในช่วง 22.00 น.เนื่องจากการจ่ายน้ำผ่านช่วงพีคเย็น โดยที่ (ค) คือค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเปิดปิดวาล์วรับน้ำเข้าถัง (%)เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปิดรับน้ำโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 200 ถึง 250 % โดยที่ (ง) คือค่าเฉลี่ยจำนวนเครื่องสูบน้ำทำงาน จำนวนเครื่องสูบน้ำทำงานที่ 1 ถึง 3 เครื่องตามแต่ละช่วงเวลาซึ่งแปรผันตามความต้องการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำ

แนวคิดสมดุลพลังงาน

ตารางที่ 1 แนวคิดสมดุลพลังงานและส่วนประกอบพลังงานของสถานีสูบน้ำลาดกระบัง Conceptual of Energy Balances and components for Lat Krabang's Water Distribution Pumping Station

E _{in} (Energy Input)	E _{in,natural} (Input Natural Energy)		E _{out} (Output Energy)	E _{out,exit} (Output Energy at Exit)	
	E _{elec} (Electric Energy)	E _{in,shaft} (Shaft Energy)		E _L (Energy Loss)	E _{L,entrance} (Energy Loss at Entrance)
					E _{L,ent,valve+tank} (Valve & Tank Loss)
			E _{L,exit} (Energy Loss at Exit)		E _{L,exit,f} (Friction Loss at Exit)
		E _{inef} (Pump Inefficiency Energy Loss)		E _{L,exit,minor} (Minor Loss at Exit)	

วิธีการดำเนินการวิจัย

สมดุลพลังงานประกอบด้วยพลังงานที่ input เข้าไปในระบบและพลังงานด้าน Output ในส่วนของด้าน input เข้าไปในระบบประกอบด้วยด้วยพลังงานจากแรงดันในอุโมงค์ส่งน้ำ $E_{in,natural}$ และพลังงานที่ input ให้แก่มอเตอร์เพื่อเดินเครื่องสูบน้ำ $E_{in,shaft}$ และส่วนที่ลดลงเนื่องจาก pump inefficiency ส่วนของพลังงานด้าน output ประกอบด้วยพลังงานที่ได้จากการสูบน้ำ $E_{out,exit}$ และพลังงานที่สูญเสียในระบบ E_{Loss} (อดิษฐ์ พรพรหมินทร์, 2561.) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E_{in} = E_{out} \quad (1)$$

$$E_{in,natural} + E_{in,shaft} = E_{out} + E_{Loss} \quad (2)$$

$$E_{in,natural} + E_{in,shaft} = E_{out,exit} + E_{L_{ent,f}} + E_{L_{ent,valve+tank}} + E_{L_{exit,f}} + E_{L_{exit,minor}} \quad (3)$$

$$E_{in,shaft} = E_{out,exit} + E_{L_{ent,f}} + E_{L_{ent,valve+tank}} + E_{L_{exit,f}} + E_{L_{exit,minor}} - E_{in,natural} \quad (4)$$

เมื่อ	$E_{in,natural}$	คือ พลังงานจากแรงดันในอุโมงค์ส่งน้ำ
	$E_{in,shaft}$	คือ พลังงานที่ input ให้กับมอเตอร์เพื่อเดินเครื่องสูบน้ำ
	$E_{out,exit}$	คือ พลังงานจากการสูบน้ำ
	$E_{L_{ent,f}}$	คือ พลังงานสูญเสียหลักเนื่องจากความยาวท่อด้านน้ำเข้า (Entrance major Loss)
	$E_{L_{ent,valve+tank}}$	คือ พลังงานที่สูญเสียรองจากการห้วาล์วและเข้าถังเก็บน้ำ
	$E_{L_{exit,f}}$	คือ พลังงานที่สูญเสียหลักเนื่องจากความยาวท่อด้านทางออก (Exit major Loss)
	$E_{L_{exit,minor}}$	คือ พลังงานสูญเสียรองเนื่องจากวาล์วและข้องอ (exit minor loss)

$$E_{Inef} = E_{MEA} - E_{in,shaft} - E_{air+light} \quad (5)$$

เมื่อ	E_{MEA}	คือ พลังงานไฟฟ้าจากมาตรวัดกฟน.ที่ใช้ทั้งหมดภายในสถานีสูบน้ำ
	E_{Inef}	คือ พลังงานที่ลดลงเนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ (Pump inefficiency) (Bylka, J. and Mroz, T., Energies 2019.)
	$E_{air+light}$	คือ พลังงานที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศและระบบไฟฟ้าส่องสว่างภายในสถานีสูบน้ำ

$$E_{Elec} = E_{Inef} + E_{in,shaft} \quad (6)$$

เมื่อ E_{Elec} คือ พลังงานที่ใช้ในการเดินเครื่องสูบน้ำ

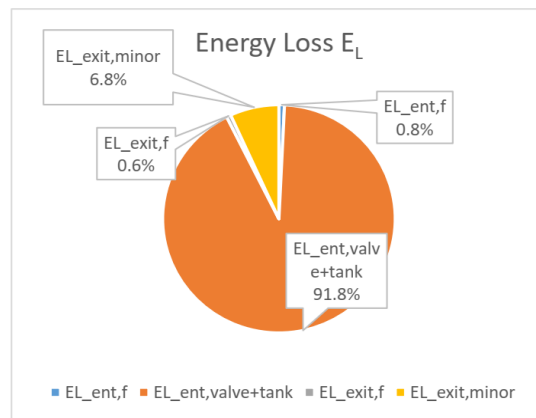
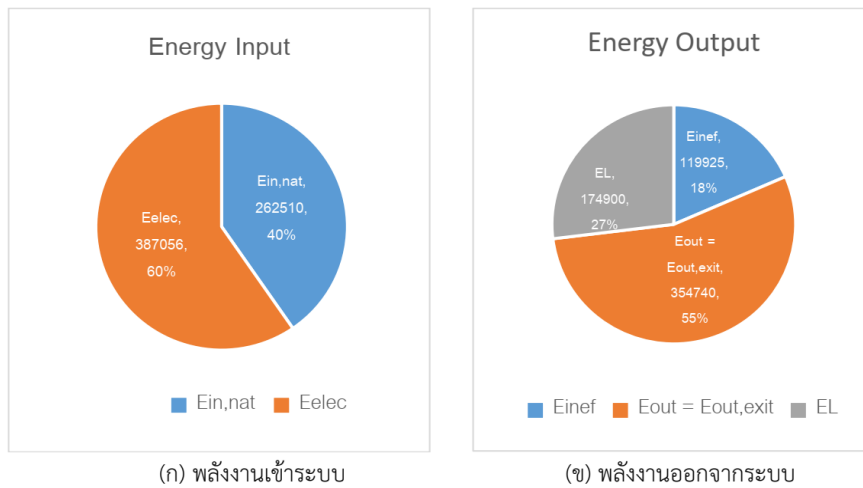
ผลการวิเคราะห์สมดุลพลังงานของสถานีสูบน้ำลาดกระบัง เป็นดังนี้

ตารางที่ 2 สมดุลพลังงานค่าเฉลี่ยต่อเดือนและส่วนประกอบพลังงานของสถานีสูบน้ำลาดกระบัง หน่วย : kWh/เดือน (%) Energy Balances average per month and components for Lat Krabang's Water Distribution Pumping Station where Unit: kWh/month (%)

$E_{in}=649,566$ (100%)	$E_{in,natural} = 262,510$ (40.6%)		$E_{out}=$ 354,740 (54.6%)	$E_{out,exit} = 354,740$ (54.6%)	
	$E_{elec}=$ 387,056 (59.4%)	$E_{in,shaft}=$ 267,131 (41.1%)	$E_L=174,90$ 0 (27.1%)	$E_{L_entrance}=$ 161,922 (25.1%)	$E_{L_ent,f}=1,345$ (0.2%)
				$E_{L_ent,valve+tank}=$ 160,577(24.9%)	
				$E_{L_exit}=12,9$ 78(2%)	$E_{L_exit,f}=1,057$ (0.2%)
$E_{inef} = 119,925$ (18.3%)					

จากตารางข้างต้นเมื่อพิจารณาพลังงานด้าน Input เข้าระบบ พลังงานทั้งหมดอยู่รูปของพลังงานจากแรงดันน้ำในอุโมงค์ $E_{in,natural}$ 40.6%และพลังงานที่ใช้ในการเดินเครื่องสูบน้ำ E_{Elec} 59.4%

เมื่อพิจารณาพลังงานด้าน Output จากระบบ พลังงานอยู่ในรูปแรงดันน้ำสูบน้ำ $E_{out,exit}$ 54.6% อยู่ในรูปพลังงานสูญเสียในระบบ E_L 27.1% และพลังงานที่ลดลงเนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ 18.3%



ภาพที่ 3 เปรอเซ็นต์ของพลังงานเข้าระบบและพลังงานออกจากระบบ Percentage of Energy IN and Energy OUT : (ก) พลังงานเข้าระบบ ; (ข) พลังงานออกจากระบบ ; (ค) ส่วนประกอบของพลังงานสูญเสีย Energy Loss component

เมื่อพิจารณาสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละส่วน ภาพที่ 3 (ก) พลังงานเข้าระบบ (Energy Input, E_{in}) พลังงานในส่วนนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ พลังงานจากอุโมงค์ส่งน้ำ 40.6% และพลังงานที่ใช้ในการเดินเครื่องสูบน้ำ 59.4% เมื่อพิจารณา (ข) พลังงานออกจากระบบ (Energy Output, E_{out}) พลังงานในส่วนนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ พลังงานจากการสูบน้ำ ($E_{out,exit}$) 54.6%, พลังงานที่สูญเสียในระบบ (E_L) 27.1% และพลังงานสูญเสียจาก Pump Inefficiency (E_{inef}) 18.3% เมื่อพิจารณา (ค) ส่วนประกอบของพลังงานสูญเสีย Energy Loss component พลังงานสูญเสียส่วนนี้ประกอบด้วย พลังงานสูญเสียรองจากการทรวาล์วและเข้าถึงเก็บน้ำ ($E_{L_ent, valve+tank}$) 91.8% ของพลังงานสูญเสียในระบบ (E_L), พลังงานสูญเสียหลักจากความยาวท่อด้านน้ำเข้า (Entrance Major Loss) ($E_{L_ent, f}$) 0.8% ของพลังงานสูญเสียในระบบ (E_L), พลังงานสูญเสียหลักเนื่องจาก

ความยาวท่อด้านทางออก (Exit Major Loss) ($E_{L_{exit,f}}$) 0.6% ของพลังงานสูญเสียในระบบ (E_L) และพลังงานสูญเสียรองเนื่องจากวาล์วและข้องอ (Exit Minor Loss) ($E_{L_{exit,minor}}$) 6.8% ของพลังงานสูญเสียในระบบ (E_L)

เมื่อพิจารณา ภาพที่ 3(ก) พลังงานจากอุโมงค์ส่งน้ำนั้นมากถึง 40.6% ซึ่งพลังงานในส่วนนี้จะถูกสลายไปจากการหรีวาล์วและในถังเก็บน้ำใส หากเราสามารถนำพลังงานจากอุโมงค์ส่งน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์จะสามารถลดการใช้พลังงานได้เป็นอย่างมาก เมื่อพิจารณา (ข) พลังงานจากการสูบน้ำ ($E_{out,exit}$) เป็นพลังงานส่วนที่ใช้มากที่สุดแต่ไม่สามารถลดได้เนื่องจากเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้น้ำเป็นหลัก เมื่อพิจารณา (ค) ส่วนพลังงานสูญเสียในระบบ (E_L) ซึ่งเป็นพลังงานสูญเสียรองที่ทางเข้าถังและการหรีวาล์วสูงถึง 91.8% ของพลังงานสูญเสียในระบบ (E_L) ทั้งหมด ดังนั้นการลดการสูญเสียพลังงานในส่วนนี้จึงทำได้โดยวางแผนปรับวาล์วไม่ให้ Loss ที่สูงจนเกินไปจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานในส่วนนี้

สรุปผล

งานวิจัยนี้พบว่าวิธีสมมูลพลังงานของสถานีสูบน้ำลาดกระบังสามารถนำมาใช้ในการประเมินส่วนประกอบของพลังงานที่เข้าสถานี พลังงานที่ออกจากสถานี และพลังงานที่สูญเสียไปภายในสถานีได้ โดยพบว่า การหรีวาล์วและเข้าถังเก็บน้ำมีการสูญเสียพลังงานค่อนข้างมากถึง 24.9% ดังนั้นพลังงานจากอุโมงค์ที่ถูกส่งผ่านมาจึงถูกสลายไปโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ การมีอยู่ของถังเก็บน้ำใสจึงอาจจะบ่งชี้ว่าทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในจุดนี้ ดังนั้นแนวทางการลดใช้พลังงานในส่วนนี้จึงอาจทำได้โดยการติดตั้ง Booster Pump แทนการมีอยู่ของถังเก็บน้ำใส เพื่อใช้ประโยชน์จากแรงดันจากอุโมงค์โดยไม่ถูกสลายไปภายในถังเก็บน้ำใส แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงการรักษาเสถียรภาพการสูบน้ำในกรณีที่มีการสูบน้ำมีปัญหาไม่สามารถส่งน้ำมาที่สถานีได้ด้วย และการลดใช้พลังงานจากการเดินเครื่องสูบน้ำนั้น ทำได้โดยการเดินเครื่องสูบน้ำที่จุด Best Efficiency Point (BEP) เพื่อให้การใช้พลังงานเกิดประโยชน์สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณการประปานครหลวง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการทำบทความทางวิชาการนี้

เอกสารอ้างอิง

ณัชพล จารุวิมลกุล, ชัยพร เจริญฉิม, จิรเมธ ช้างคล่อม, สุรชัย ลิปิวัฒนาการ และอดิษฐ์ พรพรหมินทร์ 2021.

การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับประเมินพลังงานในโครงข่ายท่อประปา การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26,26.

Bylka, J. and Mroz, T., 2019. A review of energy assessment methodology for water supply systems. *Energies*, 12(23), p.4599.

Lapprasert, S., Pornprommin, A., Lipiwattanakarn, S. and Chittaladakorn, S., 2018. Energy balance of a trunk main network in Bangkok, Thailand. Journal-American Water Works Association, 110(7), pp.E18-E27.

อดิษฐ์ พรพรหมินทร์. 2561. ชลศาสตร์ระบบจ่ายน้ำประปา Hydraulics of Potable Water Distribution System. กรุงเทพฯ.

การพัฒนาออกแบบและสร้างจักรยานขับเคลื่อนด้วยฮับมอเตอร์ไฟฟ้า Design and Build of an E-bike by Using a Hub Motors

มณฑาทิพย์ ใจร้อน¹ อธิภัทร ศรีสังข์งาม¹ ศักย บุญชูวิทย์^{1*} สัญลักษณ์ กิ่งทอง¹

Montathip Chairon¹ Teerapat Srisanggam¹ Sakaya Bunchoowit^{2*} Sanyaluck Kingthong²

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ 1 หมู่ที่ 20 ถ. พหลโยธิน ตำบล คลองหนึ่ง อำเภอ คลองหลวง ปทุมธานี 12120

¹ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY 1 Moo 20, Phaholyothin Road, Khlong Nueng Subdistrict, Khlong Luang District, Pathum Thani 12120

*Corresponding author E-mail: Mukmikaeaeah.123@gmail.com, jrteerapat@gmail.com

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการประสิทธิภาพการทำงานของฮับมอเตอร์ โดยดัดแปลงรถจักรยานเสือภูเขา (Mountain bike) แบบเกียร์ 21 สปีด ขนาดล้อ 26 นิ้ว โดยยังคงเกียร์ 21 สปีด ให้เป็นรถจักรยานไฟฟ้าแบบ 2 ล้อ (ใช้คำย่อว่า E-bike) แต่ยังสามารถใช้งานจักรยานได้ตามเดิม เงื่อนไขในการคำนวณออกแบบรถจักรยานไฟฟ้าขนาดเล็ก 1) น้ำหนักรถ (26.7 กิโลกรัม) รวมผู้ขับขี่ 1 คน เป็น 91.7 กิโลกรัม, 2) ความเร็วรถ 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 3) ความชันของพื้นถนน 1 เปอร์เซ็นต์ ผลการคำนวณ พบว่า ฮับมอเตอร์ต้องมีกำลังขับไม่น้อยกว่า 315.26 วัตต์ และความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 200 รอบต่อนาที โดยในโครงการนี้ ได้เลือกใช้ฮับมอเตอร์กระแสตรง ขนาด 36 โวลต์ 350 วัตต์ แรงบิด 9.02 นิวตัน-เมตร และความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที สำหรับแบตเตอรี่ที่เลือกใช้ นั้น เป็นแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนฟอสเฟต ขนาด 36 โวลต์ 12 แอมป์-ชั่วโมง แบบก้อนเดียว และจากการทดสอบเบื้องต้น พบว่า รถจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้น จะสามารถขับเคลื่อนได้ในระยะเวลา 62 นาที และได้ระยะทางไม่น้อยกว่า 27.5 กิโลเมตร

คำสำคัญ: จักรยานไฟฟ้า , ฮับมอเตอร์

Abstract

This project was developed to study the performance of hub motors by modifying a mountain bike with a 21-speed transmission, 26-inch wheels and still use the 21-speed gear as a 2-wheel electric bicycle. The conditions for designing an electric bicycle are as follows 1) The total weight of the electric bicycle and one driver is 91.7 kg. 2) The electric bicycle speed is 25 kilometers per hour and 3) The slope of the road is 1 percent. According to the design results, it was found that the hub motor must have a power of at least 315.26 watts and a speed of not less than 200 rpm. In this project has chosen to use a DC motor of 36 volts, 350 watts and has a torque of 9.02 Newton-meters at a speed of 300 rpm. For the battery used, it is a lithium-ion phosphate, 36 volts, 12 amp-hours, amount 1 piece. From the test it was found that the electric

bicycle can ride continuously for 62 minutes and has a driving distance of more than 27.5 kilometers.

Keywords: E-bike, Hub Motor

บทนำ

ปัจจุบันนี้ยานพาหนะเป็นสิ่งสำคัญในการใช้ชีวิตประจำวันในการเดินทางไปในที่ต่างๆ ในขณะที่เชื้อเพลิงมีราคาสูงขึ้น ยานพาหนะในรูปของจักรยานจึงถูกปรับเปลี่ยนมาเป็น จักรยานไฟฟ้า(เรียกชื่อย่อว่า E-bike) เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ขับขี่ โครงการนี้จึงจัดทำรถจักรยานไฟฟ้าขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ขับขี่ โดยในการขับเคลื่อนได้เลือกใช้ Hub Motors เป็นต้นกำลัง ประกอบง่าย สามารถชาร์ตไฟบ้านได้ สะดวกในการใช้งาน

รถจักรยานเป็นยานพาหนะขนาดเล็ก สามารถนำมาใช้งานได้ทั่วไปอย่างคล่องตัวด้วยราคาที่ไม่สูงมาก แต่เนื่องด้วยต้องใช้กำลังของผู้ขับขี่รถจักรยานในการเคลื่อนที่ของตัวรถ จึงทำให้รถจักรยานยังอาจมีข้อจำกัดอยู่บ้าง สำหรับรถจักรยานไฟฟ้า (เรียกชื่อย่อว่า E-bike) ที่มีขายในท้องตลาดนั้น มีหลากหลายขนาดให้เลือกโดยราคาก็แตกต่างกันไปตามขนาดกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ที่ถูกนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน (โปรรีวิว, 2565; ไทยรัฐออนไลน์, 2563) แต่ด้วยความคล่องตัวในการใช้งาน จักรยานไฟฟ้าจึงได้กลายมาเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องเดินทางในระยะทางไม่ไกลมากจนเกินไป เพราะคุณสมบัติของจักรยานไฟฟ้านั้นจะช่วยผ่อนแรงในการปั่น จึงทำให้ไม่เหน็ดเหนื่อยมากและราคาที่ไม่สูงมากเมื่อเทียบกับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า (เรียกชื่อย่อว่า E-motorbike) จึงทำให้รถจักรยานไฟฟ้าได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน แนวทางหนึ่งในการใช้รถจักรยานไฟฟ้า คือ การดัดแปลงรถจักรยานทั่วไปให้เป็นรถจักรยานไฟฟ้า

โครงการ “การพัฒนาและสร้างรถจักรยานไฟฟ้า” จึงจัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคำนวณออกแบบ และสร้างรถจักรยานไฟฟ้า โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดการคำนวณชิ้นส่วนที่สำคัญ ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ และการดัดแปลงชิ้นส่วนจากรถจักรยานเสือภูเขา (Mountain bike) แบบเกียร์ 21 สปีด ขนาดล้อ 26 นิ้ว เพื่อให้เป็นแนวทางในการพัฒนารถจักรยานไฟฟ้า หรือรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางการคำนวณออกแบบรถจักรยานไฟฟ้า (E-bike) โดยดัดแปลงจากรถจักรยานเสือภูเขา และทดสอบหาประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. คำนวณและออกแบบเฉพาะรถจักรยานไฟฟ้า 2 ล้อ ที่มีขนาดมอเตอร์ขับไม่เกิน 48 โวลต์
2. ติดตั้งอุปกรณ์สำคัญ 2 อุปกรณ์ ได้แก่ ฮับมอเตอร์ไฟฟ้า และแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต
3. ทดสอบการใช้งานของจักรยาน

วิธีดำเนินการวิจัย

รถจักรยานเสือภูเขาที่ใช้เป็นรถต้นแบบในการดัดแปลง เป็นรถจักรยานแบบเกียร์ 6 สปีด (ล้อหลัง) ขนาดล้อ 24 นิ้ว เบรกก้ามปูทั้งล้อหน้าและล้อหลัง การดำเนินโครงการ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) การคำนวณและออกแบบ, 2) การเลือกชิ้นส่วนหลังการออกแบบ และ 3) การสร้างรถจักรยานไฟฟ้า



ภาพที่ 1 รถจักรยานเสือภูเขา ที่ใช้เป็นรถต้นแบบในการทำรถจักรยานไฟฟ้า

การคำนวณและออกแบบ

ในขั้นตอนการคำนวณและออกแบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดกำลัง ความเร็วรอบ และแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่จะใช้เป็นตัวขับเคลื่อนรถจักรยาน ตัวแปรพื้นฐานในการออกแบบ มีดังนี้

- 1) น้ำหนักรถจักรยาน (26.7 กิโลกรัม) และผู้ขับขี่ 1 คน (60 กิโลกรัม) รวมเป็น 91.7 กิโลกรัม
- 2) ความเร็วรถจักรยานสูงสุด 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- 3) ความชันของพื้นถนน คิดที่ 1 เปอร์เซ็นต์

การคำนวณเริ่มจากการหาแรงต้านทั้งหมดที่เกิดขึ้น (แรงต้านการหมุนของล้อ แรงต้านอากาศ และแรงต้านทางชันของถนน) (ธีระยุทธ สุวรรณประทีป, 2544) จากนั้นจึงคำนวณหาลำกำลังของมอเตอร์ขับ ความเร็วรอบมอเตอร์ขับ และแรงบิดที่เพลามอเตอร์ขับ จากสมการ (1), (2) และ (3) ตามลำดับ (ไชยชาญ หินเกิด, 2548) โดยกำหนดประสิทธิภาพมอเตอร์ขับที่ 85 เปอร์เซ็นต์ (ศุภชัย สุรินทร์วงศ์, 2541)

$$P_m = (Fv\eta_m) / 3.6 \quad (1)$$

$$N = (60 \cdot v / I_d) / (2\pi r \cdot 3.6) \quad (2)$$

$$T = P_m / (2\pi N) \quad (3)$$

โดยที่

- P_m คือ กำลังของมอเตอร์ขับ (วัตต์)
 F คือ แรงต้านการเคลื่อนที่ทั้งหมด (นิวตัน)
 v คือ ความเร็วรถจักรยานในการออกแบบ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
 η_m คือ ประสิทธิภาพของมอเตอร์ขับ (ทศนิยม)
 N คือ ความเร็วรอบที่เพลามอเตอร์ขับ (รอบต่อวินาที)
 T คือ แรงบิดที่เพลามอเตอร์ขับ (นิวตัน-เมตร)
 r คือ รัศมีของล้อจักรยาน (เมตร)

ในการออกแบบ เนื่องจากรถจักรยานเสือภูเขาที่นำมาดัดแปลงนั้น มีเกียร์ 21 สปีด อยู่ที่ด้านซ้ายของดุมล้อหลัง และล้อหลังใช้เบรกแบบก้ามปู ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงออกแบบให้ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมโซ่สเตอร์ล้อให้อยู่ทางด้านขวาของดุมล้อหลัง ทั้งนี้เพื่อยังคงสภาพเกียร์ 21 สปีด ให้สามารถใช้งานได้ตามเดิม (ภาพที่ 2) ในขณะที่มอเตอร์ขับก็พิจารณาติดตั้งตรงตะเกียบดุมล้อหลัง ทั้งนี้เพื่อให้โซ่ขับมอเตอร์ไฟฟ้ามีความยาวในระยะที่ไม่มากนัก

การเลือกชิ้นส่วนหลังการออกแบบ

ผลที่ได้จากการคำนวณในขั้นตอนแรก โดยใช้ตัวแปรพื้นฐานในการออกแบบดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว พบว่า ขนาดกำลังของมอเตอร์ขับ ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 340.73 วัตต์ ในขณะที่ความเร็วรอบมอเตอร์และแรงบิดที่เพลามอเตอร์ ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 850 รอบต่อนาที และ 3.82 นิวตัน-เมตร ตามลำดับ โดยคณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ฮับมอเตอร์กระแสตรง ขนาด 36 โวลต์ 450 วัตต์ แรงบิด 4.50 นิวตัน-เมตร และความเร็วรอบ 2750 รอบต่อนาที (ความเร็วรอบที่เพลาชัสเตอร์ 450 รอบต่อนาที) โดยขนาดแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ brushless ทั่วไป มีตั้งแต่ 12, 24, 36, 48 ไปจนถึง 72 โวลต์ ซึ่งแต่ละขนาดของแรงดันไฟฟ้า ก็จะมีขนาดกำลังอีกหลายค่าให้เลือกได้ (โพรวิวิว, 2565)

สำหรับแบตเตอรี่ที่เลือกใช้ เป็นแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต ขนาด 36 โวลต์ 12 แอมป์-ชั่วโมง แบบกึ่งกึ่งเดียว [1] (เกษมสุข สุขศรีสวัสดิ์; 2564) สิ่งที่ทำให้คนหันมานิยมใช้แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟตนี้ก็คือ ผู้ที่ต้องการความปลอดภัยสูงและความแรงในการจ่ายไฟ ซึ่งความสามารถในการจ่ายไฟนั้นสามารถจ่ายไฟได้สูงกว่าแบตเตอรี่ลิเทียมทั่วๆไปมากกว่าถึง 10 เท่า โดยการคำนวณเบื้องต้น พบว่า รถจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้น จะสามารถขับขี่ต่อเนื่องได้ในระยะเวลา 48 นาที และได้ระยะทางไม่น้อยกว่า 20 กิโลเมตร

การติดตั้งอุปกรณ์

ในขั้นตอนการสร้างรถจักรยานไฟฟ้านั้น หลังจากพิจารณาตำแหน่งติดตั้งฮับมอเตอร์ไฟฟ้าให้อยู่ที่ล้อหน้า (ภาพที่ 2) แล้ว ในส่วนของกล่องควบคุม (Control box) และแบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟตนั้น เพื่อให้การเดินสายไฟต่างๆ กระทำได้ง่าย

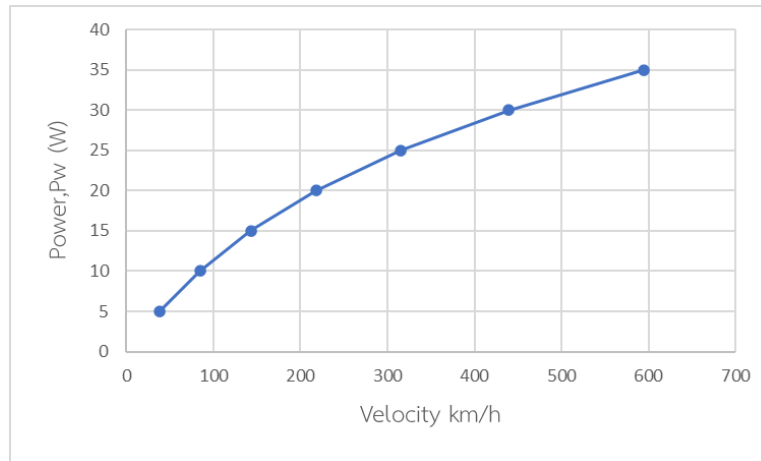


ภาพที่ 2 ใส่ฮับมอเตอร์ที่ล้อหน้า

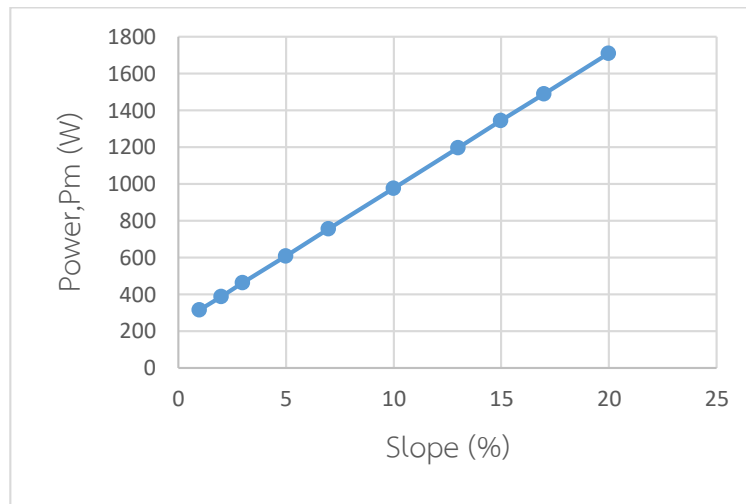
ผลการวิจัย

สำหรับตัวแปรพื้นฐานในการออกแบบรถจักรยานไฟฟ้า นั่นคือ ตัวแปรเรื่องน้ำหนักตัวรถและคนขับขี่ ถือเป็นตัวแปรที่ค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ตัวแปรเรื่องความเร็วรถจักรยานและความชันของพื้นถนนนั้น ในความเป็นจริงอาจมีความเป็นไปได้สูงที่จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาขณะใช้งานรถจักรยานไฟฟ้า ภาพที่ 3 และ 4 แสดงความสัมพันธ์ของความเร็วสูงสุดของรถจักรยานและความชันของพื้นถนน ที่มีผลต่อขนาดกำลังของมอเตอร์ขับที่เพิ่มขึ้นแบบค่อนข้างจะเป็นสัดส่วนกัน ในภาพที่ 3 ค่าความเร็วสูงสุดของรถจักรยานในการออกแบบที่ 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ที่ความชันพื้นถนนคงที่ 1 เปอร์เซ็นต์) ให้ผลการคำนวณค่ากำลังของมอเตอร์ขับเป็น 315.26 วัตต์

ในขณะที่ค่าความชันของพื้นถนน (ภาพที่ 4) พบว่า เมื่อมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ (จากค่าเริ่มต้นในการออกแบบที่ 1 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้ค่ากำลังของมอเตอร์ขับที่ต้องการในการทำความเร็วสูงสุดของรถจักรยาน มีค่าเป็น 388.75 และ 462.25 วัตต์ (จากค่าเริ่มต้นที่คำนวณได้ที่ 315.26 วัตต์) ตามลำดับ



ภาพที่ 3 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของรถจักรยานไฟฟ้ากับขนาดกำลังของมอเตอร์ขับ



ภาพที่ 4 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความชันของพื้นถนนกับขนาดกำลังของมอเตอร์ขับ

วิจารณ์ผล

- ควรมีการศึกษาถึงผลของตัวแปรอื่นๆ ที่จะมีผลต่อการกำหนดขนาดกำลังของมอเตอร์ขับ ตลอดจนการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การคำนวณและออกแบบที่เหมาะสมและแม่นยำต่อไป
- ควรมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเพื่อดูการจ่ายกระแสไฟ
- การนำฮับมอเตอร์ไปใส่ไว้ล้อหลัง และยังคงเกียร์สปีดไว้เหมือนเดิม
- ควรมีการทดลองการจ่ายกระแสไฟแต่ละช่วง เพื่อหาจุดวิกฤตของแบตเตอรี่ และหาระยะทางที่ได้ในแต่ละช่วง

สรุปผลการวิจัย

โครงการ “การพัฒนาและสร้างรถจักรยานไฟฟ้า” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคำนวณ ออกแบบและสร้างรถจักรยานไฟฟ้า โดยการดัดแปลงชิ้นส่วนจากรถจักรยานเสือภูเขา (Mountain bike) แบบเกียร์ 21 สปีด (ล้อหน้า) การออกแบบใช้ตัวแปรพื้นฐาน ได้แก่ น้ำหนักตัวรวมผู้ขับขี่ 91.7 กิโลกรัม ความเร็วสูงสุด 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความชันของพื้นถนน 1 เปอร์เซ็นต์ จากการคำนวณพบว่า กำลังของมอเตอร์ขับ ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 315.26 วัตต์ ในขณะที่ความเร็วรอบมอเตอร์และแรงบิดที่เพลามอเตอร์ ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 300 รอบต่อนาที และ 9.02 นิวตัน-เมตร ตามลำดับ โดยคณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ฮับมอเตอร์ ขนาด 36 โวลต์ 350

เมื่อพิจารณาถึงค่าความชันของพื้นถนนที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ในสภาพพื้นที่จริง พบว่า กำลังของมอเตอร์ที่เลือกมาใช้งาน (36 โวลต์ 350 วัตต์) สามารถขับเคลื่อนพื้นถนนที่มีความชันได้มากที่สุดไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ โดยยังคงความเร็วได้ที่ 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ในส่วนของแบตเตอรี่ที่เลือกใช้นั้น แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟตถูกเลือกมาใช้งาน เนื่องจากน้ำหนักเบา มีความปลอดภัยสูง มีความจุไฟฟ้าสูง สามารถชาร์จได้บ่อยครั้งตามต้องการ ขนาดแรงดันของแบตเตอรี่ควรเลือกให้มีขนาดแรงดันที่ไม่น้อยกว่าขนาดแรงดันของมอเตอร์ขับ ในโครงการเลือกใช้แบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต ขนาด 36 โวลต์ 12 แอมป์-ชั่วโมง แบบกึ่งอเนกประสงค์ โดยจากการคำนวณเบื้องต้น พบว่า รถจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้น จะสามารถขับเคลื่อนได้ในระยะเวลา 62 นาที และได้ระยะทาง 27.5 กิโลเมตร

สำหรับค่าใช้จ่ายในการดัดแปลงรถจักรยานเสือภูเขาให้เป็นรถจักรยานไฟฟ้า อยู่ในช่วง 8,000 – 9,000 บาท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของมอเตอร์ขับและชนิดของแบตเตอรี่ที่เลือกใช้เป็นสำคัญ



ภาพที่ 5 รถจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เกษมสุข สุขศรีสวัสดิ์. แบตลิเธียมฟอสเฟต ทำไมถึงได้รับความนิยมอย่างมากในยุคนี้. [Online]. Available:
<https://www.changfi.com/fix/2021/09/20/lifepo4/> [2565, มกราคม 10].

Kasemsuk Suksrisawat. lithium phosphate battery Why is it so popular nowadays?. [Online].
available: <https://www.changfi.com/fix/2021/09/20/lifepo4/> [2022, Jan 10].

โปรรีวิว. 12 รุ่น จักรยานไฟฟ้า ยี่ห้อไหนดีที่สุด ในปี 2022. [Online]. Available:
<https://proreview.co/จักรยานไฟฟ้า/> [2565, มกราคม 24].

Pro review. 12 models, which brand of electric bike is the best in 2022. [Online]. Available:
<https://proreview.co/จักรยานไฟฟ้า/> [2565, Jan 24].

การประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากโรงงานผลิตน้ำแข็งใน
พื้นที่กรุงเทพมหานคร

The Evaluation of the Impact of Ammonia Release from the Ice Making
Factory in Bangkok

ฉัตรทริกา ระรวัยริน^{1*} สัญญา สิริวิทยาปกรณ¹

Chattarika Raruayruen^{1*} Sanya Sirivithayaphakorn¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding author E-mail: chattarika0504@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบจากการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียที่เกิดการรั่วไหลจากท่อส่งก๊าซที่อยู่ติดกับถังเก็บแอมโมเนีย ในกรณีที่ไม่ลุกติดไฟ (Toxic Area of Vapor Cloud) จากโรงงานผลิตน้ำแข็งแห่งหนึ่งในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และเปรียบเทียบผลกระทบจากการรั่วไหลในฤดูกาลที่ต่างกัน 3 ฤดู โดยใช้โปรแกรม ALOHA ร่วมกับโปรแกรม Google Earth พบว่า ในฤดูฝนมีระยะการรั่วไหลที่ระดับ AEGL-3 (ความเข้มข้นมากกว่า 1,100 ppm) ระดับ AEGL-2 (ความเข้มข้นมากกว่า 160 ppm) และระดับ AEGL-1 (ความเข้มข้นมากกว่า 30 ppm) มีระยะที่ได้รับผลกระทบสูงที่สุด โดยมีทิศทางการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือฤดูหนาวซึ่งมีทิศทางการแพร่กระจายไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และฤดูร้อนมีรัศมีการแพร่กระจายน้อยที่สุด โดยมีทิศทางการแพร่กระจายไปทางทิศเหนือ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์มีพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียแตกต่างกัน ดังนั้นการวางแผนเพื่อรองรับในกรณีการเกิดอุบัติเหตุภัยสารเคมีในแต่ละฤดูจะต้องครอบคลุมระยะการแพร่กระจายที่ระดับ AEGL-1, 2 และ 3

คำสำคัญ : แอมโมเนีย, การรั่วไหล, ผลกระทบ, โปรแกรม ALOHA, โปรแกรม Google Earth

Abstract

This research aimed to assess the areas impacted by the hypothetical ammonia release from gas pipelines adjacent to ammonia storage tanks in the case of Toxic Area of Vapor Cloud from a selected ice making factory in Bangkok and to compare the impact areas of ammonia release in 3 different seasons by using ALOHA and Google Earth. The results showed that the concentration of released ammonia in rainy season were at AEGL-3 (concentration greater than 1,100 ppm), AEGL-2 (concentration greater than 160 ppm) and AEGL-1 (concentration greater than 30 ppm) and affected the largest distance. The direction of ammonia diffusion was to the

northeast. The next was in cold season. The released ammonia spread to the southwest. The distance of ammonia was the least in summer and spread to the north. In each situation, there were different sensitive areas affected by ammonia release. Therefore, planning to respond to chemical disasters in each season must cover diffusion range of AEGL-1, 2 and 3

Keywords : Ammonia, Release, Impact, ALOHA, Google Earth

บทนำ

จากสถานการณ์การเกิดสาธารณภัยเกี่ยวกับสารเคมีอันตรายในปัจจุบันที่มีแนวโน้มก่อให้เกิดความรุนแรงมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะประเทศไทยที่มีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมและการเกษตรอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีการใช้สารเคมีอันตรายชนิดต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก และปัญหาหนึ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ คือ การเพิ่มขึ้นของการเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีทั้งในกระบวนการผลิต การจัดเก็บ และการขนส่งสารเคมี ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียง (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

ปัจจุบันได้มีโปรแกรมการคำนวณการแพร่กระจายของสารเคมีที่รั่วไหลในอากาศ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการสารเคมีอันตรายได้ โปรแกรม ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) เป็นแบบจำลองการแพร่กระจายของสารเคมีที่รั่วไหลไปในอากาศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แสดงพื้นที่เสี่ยงจากการรั่วไหลของสารเคมีตามระยะรัศมีและทิศทางของการแพร่กระจายซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวางแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉิน ที่ผ่านมามีการนำโปรแกรม ALOHA มาประเมินการรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลว ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่สำคัญคือการเกิดเพลิงไหม้และระเบิด ก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตประชาชน (ทิพวรรณ, 2550) และใช้ในการวิเคราะห์การรั่วไหลของแอมโมเนียในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นถึงพื้นที่และประชากรที่ได้รับผลกระทบจากความเป็นพิษ เพื่อใช้วางแผนการอพยพประชาชนในกรณีเกิดเหตุการณ์ขึ้นจริง (Anjana et al., 2018)

กรุงเทพมหานครถือเป็นศูนย์รวมของความเจริญทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสารเคมี พบว่า มีโรงงานผลิตน้ำแข็งที่ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็น ตั้งอยู่ใกล้บริเวณชุมชน ทำให้ประชาชนเกิดความวิตกกังวลเรื่องความปลอดภัย หากเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนีย อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและทรัพย์สินของประชาชนที่อยู่บริเวณใกล้เคียง และจากสถิติการเกิดอุบัติเหตุสารเคมีในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ช่วงปี 2560-2565 พบว่าเกิดเหตุแอมโมเนียรั่วไหลจากโรงงานผลิตน้ำแข็ง จำนวน 5 ครั้ง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำโรงงานผลิตน้ำแข็งมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา โดยกำหนดสถานการณ์จำลองการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากโรงงานผลิตน้ำแข็งแห่งหนึ่งในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกับโรงพยาบาลซึ่งเป็นพื้นที่อ่อนไหว เกิดแอมโมเนียรั่วไหลออกจากท่อส่งก๊าซที่อยู่ติดกับถังเก็บแอมโมเนียในกรณีไม่ลู่กุดตีไฟ (Toxic Area of Vapor Cloud) โดยใช้โปรแกรม ALOHA

ร่วมกับโปรแกรม Google Earth เพื่อประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลในฤดูกาลที่แตกต่างกันทั้ง 3 ฤดู และใช้เป็นแนวทางในการวางแผนรองรับสถานการณ์หากเกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้โปรแกรม ALOHA สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยข้อมูลอุตุนิยมิวิทยาเพื่อประเมินการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนีย และแปลผลร่วมกับโปรแกรม Google Earth ในการแสดงพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย

เครื่องมือ

1. คอมพิวเตอร์ PC ยี่ห้อ Dell Intel Core i3-81000 CPU RAM 8.00 GB
2. โปรแกรม Areal Location of Hazardous Atmosphere (ALOHA) version 5.4.7 เป็นระบบฟรีลิขสิทธิ์
3. โปรแกรม Google Earth version 7.3.6 เป็นระบบฟรีลิขสิทธิ์

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่าง

โรงงานผลิตน้ำแข็งที่มีปริมาณการจัดเก็บสารแอมโมเนียในภาชนะขนาดบรรจุมากกว่า 200 ลิตร ขึ้นไป และตั้งอยู่ในที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (เขตสีส้ม) ถึงหนาแน่นมาก (เขตสีน้ำตาล) ตามผังเมือง กรุงเทพมหานครโดยมีพื้นที่อ่อนไหวอยู่บริเวณใกล้เคียงในรัศมี 1,000 เมตร เช่น โรงพยาบาล สถานศึกษา เป็นต้น

การเก็บและรวบรวมข้อมูล

การศึกษาสถานการณ์การรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย โดยเก็บข้อมูลจากโรงงานผลิตน้ำแข็งระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2565 และใช้ข้อมูลอุตุนิยมิวิทยาจากสถานีอุตุนิยมิวิทยาดอนเมืองและสถานีอุตุนิยมิวิทยา บางนาซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยระหว่างปี 2561-2563 โดยศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกระบวนการจ่ายก๊าซแอมโมเนียในระบบทำความเย็นของโรงงานผลิตน้ำแข็งแห่งหนึ่งในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และทำการจำลองสถานการณ์การรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในรูปแบบของแผนที่การกระจายตัวของสารเคมี (toxic threat zone) ด้วยโปรแกรม ALOHA ร่วมกับโปรแกรม Google Earth โดยกำหนดสถานการณ์ในกรณีเลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario) ให้ถึงบรรจุแอมโมเนียปริมาตร 7,351 ลิตร ความยาวถัง 6.5 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เมตร อุณหภูมิ ภายในถัง 40 องศาเซลเซียส ความดันภายในถัง 1,000,000 ปาสคาล เกิดก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลออกจากท่อส่ง ก๊าซที่อยู่ติดกับถังเก็บแอมโมเนียในกรณีไม่ลุดติดไฟ (Toxic Area of Vapor Cloud) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อส่งก๊าซ 3 นิ้ว เกิดรั่วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ความสูงจากพื้น 3 เมตร และกำหนดสภาพเงื่อนไข (Scenario) โดยพิจารณาจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมิวิทยาในฤดูกาลที่แตกต่างกันทั้ง 3 ฤดู โดยใช้ข้อมูลทิศทางลม ความเร็วลมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณเมฆ นำมาหาค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ เพื่อใช้

เป็นค่ากลางในการประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งการกำหนดฤดูกาลที่ต่างกันพิจารณาจากทิศทางลมที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เป็นการจำลองสถานการณ์ในเวลากลางคืนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่โรงงานผลิตน้ำแข็งมีการเดินระบบทำความเย็นที่มีการจ่ายก๊าซแอมโมเนียในปริมาณสูง และใช้เวลาในการจำลองการรั่วไหลเท่ากับ 60 นาที โดยสภาพภูมิประเทศโดยรอบบริเวณที่มีการรั่วไหลเป็นพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางและเป็นชุมชน ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์การรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย

รายการ	สถานการณ์ที่ 1	สถานการณ์ที่ 2	สถานการณ์ที่ 3
	ฤดูร้อน (มกราคม-พฤษภาคม)	ฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน)	ฤดูหนาว (ตุลาคม-ธันวาคม)
ทิศทางลมเฉลี่ย	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)
ความเร็วลมเฉลี่ย (knots)	3.5	3.0	2.6
อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	29.6	29.5	28.6
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	74.3	76.3	70.7
ลักษณะการรั่วไหล	Gas Pipeline	Gas Pipeline	Gas Pipeline
End time (min)	60	60	60
Model	Gaussian Dispersion	Gaussian Dispersion	Gaussian Dispersion

ทำการประเมินรัศมีการแพร่กระจายเมื่อเกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียด้วยโปรแกรม ALOHA ซึ่งผลลัพธ์จะแสดงให้เห็นถึงค่าความเข้มข้น รัศมีการแพร่กระจาย รวมถึงรูปขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบตามระดับความเข้มข้น จากนั้นนำผลการประเมินการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียที่ได้จากโปรแกรม ALOHA ไปเชื่อมโยงกับโปรแกรม Google Earth ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงขอบเขตรัศมีการแพร่กระจาย และพื้นที่อ่อนไหวที่อาจได้รับผลกระทบจากการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียในระดับความเข้มข้นที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนรองรับสถานการณ์หากเกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียขึ้นจริง

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผล

ค่าที่ได้จากการประเมินการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียโดยใช้โปรแกรม ALOHA คือค่าระดับความเข้มข้นที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็น 3 ระดับ ได้แก่

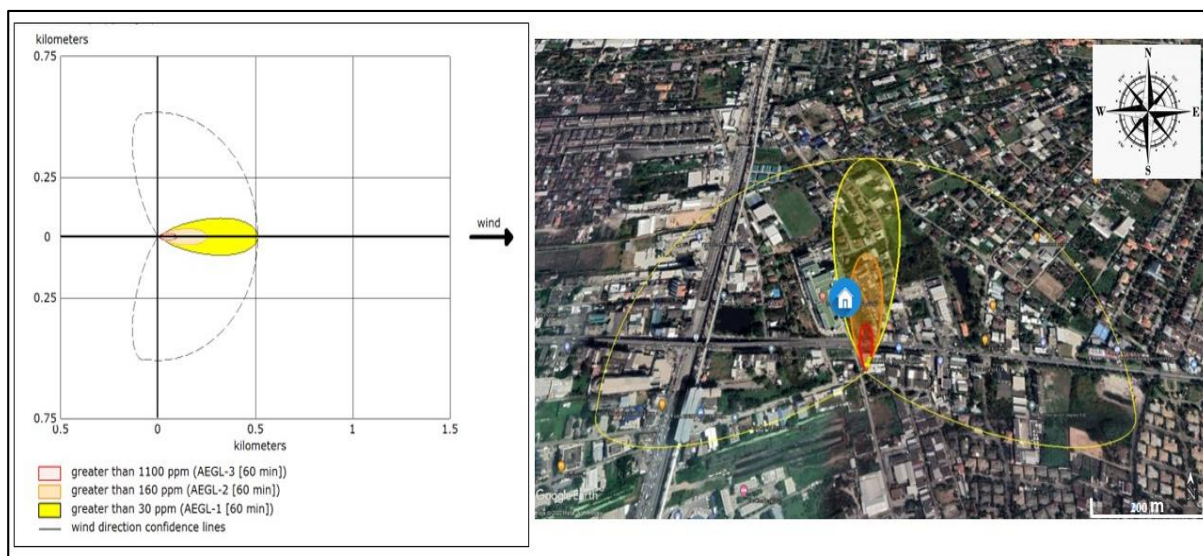
AEGL-1 คือ ระดับความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศในหน่วย ppm ที่ประชาชนโดยทั่วไปรวมถึงคนที่อ่อนแอ เมื่อได้รับเข้าไปแล้วทำให้รู้สึกไม่สบาย ระคายเคือง หรือไม่ปรากฏอาการ แต่ผลกระทบนี้ยังไม่ถึงระดับที่ทำให้พิการ เป็นเพียงการได้รับชั่วคราวเมื่อหยุดรับก็จะกลับมาเป็นปกติได้

AEGL-2 คือ ระดับความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศในหน่วย ppm ที่ประชาชนโดยทั่วไปรวมถึงคนที่อ่อนแอ ได้รับเข้าไปแล้วพิการ หรือกลับมาเป็นปกติไม่ได้ หรือมีผลกระทบต่อสุขภาพเรื้อรัง

AEGL-3 คือ ระดับความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศในหน่วย ppm ที่ประชาชนโดยทั่วไปรวมถึงคนที่อ่อนแอ ได้รับเข้าไปแล้วมีผลต่อสุขภาพอย่างรุนแรง หรือเสียชีวิต

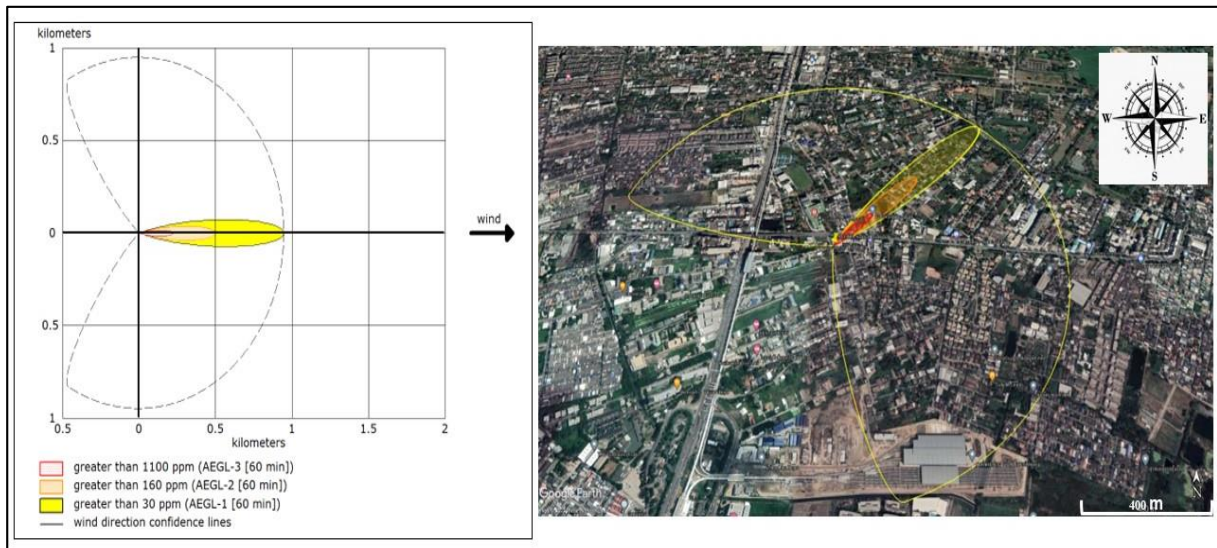
ผลการวิจัย

จากการประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากโรงงานผลิตน้ำแข็ง โดยจำลองสถานการณ์การรั่วไหลทั้ง 3 ฤดู พบว่า ในฤดูร้อนมีทิศทางการแพร่กระจายไปทางทิศเหนือ โดยมีค่า AEGL-3 (ความเข้มข้นมากกว่า 1,100 ppm) ที่ระยะ 96 เมตร ส่งผลให้พนักงานในโรงงานผลิตน้ำแข็งที่เกิดเหตุเกิดอาการระคายเคือง ดวงตา จมูก และลำคออย่างรุนแรง ค่า AEGL-2 (ความเข้มข้นมากกว่า 160 ppm) ที่ระยะ 252 เมตร และค่า AEGL-1 (ความเข้มข้นมากกว่า 30 ppm) ในระยะ 514 เมตร มีพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบคือ โรงพยาบาลสินแพทย์ศรีนครินทร์ ตั้งอยู่ห่างจากโรงงานผลิตน้ำแข็งที่เกิดเหตุ ในระยะ 130 เมตร ส่งผลให้ผู้รับสัมผัสเริ่มได้กลิ่นก๊าซแอมโมเนีย และระคายเคืองเล็กน้อย แสดงดังภาพที่ 1



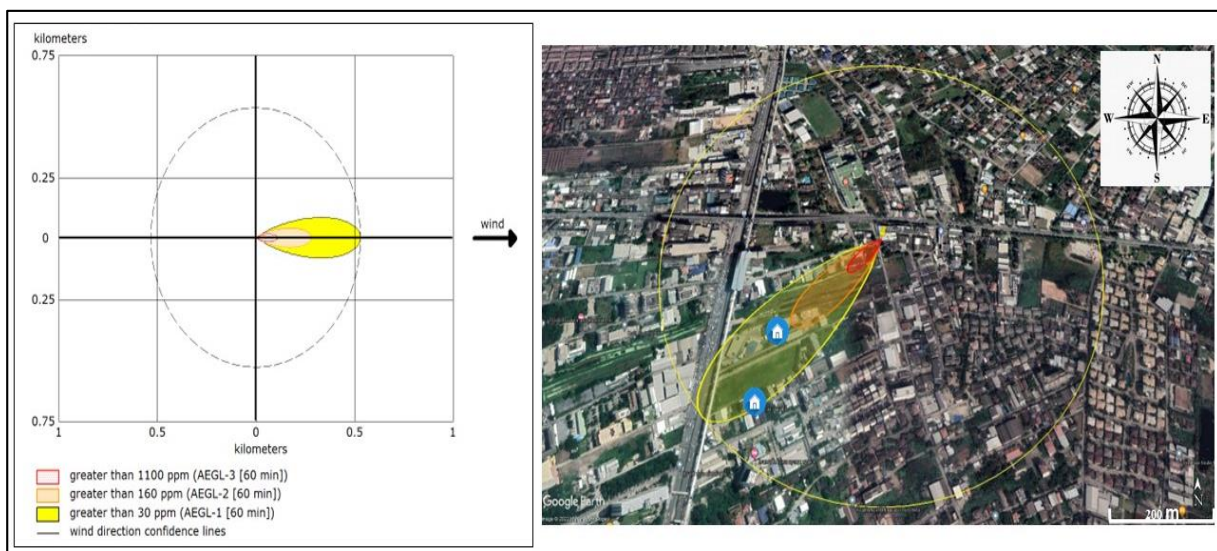
ภาพที่ 1 ผลการจำลองการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในฤดูร้อน

ในฤดูฝนก๊าซแอมโมเนียมีทิศทางการแพร่กระจายไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีค่า AEGL-3 (ความเข้มข้นมากกว่า 1,100 ppm) ที่ระยะ 226 เมตร ส่งผลให้พนักงานในโรงงานผลิตน้ำแข็งที่เกิดเหตุเกิดอาการระคายเคือง ดวงตา จมูก และลำคออย่างรุนแรง ค่า AEGL-2 (ความเข้มข้นมากกว่า 160 ppm) ที่ระยะ 504 เมตร และค่า AEGL-1 (ความเข้มข้นมากกว่า 30 ppm) ที่ระยะ 949 เมตร ไม่มีพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลการจำลองการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในฤดูฝน

ในฤดูหนาวก๊าซแอมโมเนียมีทิศทางการแพร่กระจายไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีค่า AEGL-3 (ความเข้มข้นมากกว่า 1,100 ppm) ที่ระยะ 111 เมตร ส่งผลให้พนักงานในโรงงานผลิตน้ำแข็งที่เกิดเหตุ เกิดอาการระคายเคือง ดวงตา จมูก และลำคออย่างรุนแรง ค่า AEGL-2 (ความเข้มข้นมากกว่า 160 ppm) ที่ระยะ 282 เมตร ไม่มีพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบ และค่า AEGL-1 (ความเข้มข้นมากกว่า 30 ppm) ที่ระยะ 534 เมตร มีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบคือ โรงแรม The One Residence และโรงแรม บีทู บางนา พรีเมียร์ ตั้งอยู่ห่างจาก โรงงานผลิตน้ำแข็งที่เกิดเหตุ ในระยะ 330 เมตร และ 478 เมตร ตามลำดับ ส่งผลให้ผู้รับสัมผัสเริ่มได้กลิ่นก๊าซแอมโมเนีย แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลการจำลองการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในฤดูหนาว

วิจารณ์ผล

จากการจำลองการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากโรงงานผลิตน้ำแข็งในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน 3 ฤดู พบว่า ในฤดูฝนมีรัศมีการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียและระยะที่เกิดผลกระทบที่ระดับ AEGL-3 (ความเข้มข้นมากกว่า 1,100 ppm) ระดับ AEGL-2 (ความเข้มข้นมากกว่า 160 ppm) และระดับ AEGL-1 (ความเข้มข้นมากกว่า 30 ppm) ไกลที่สุด โดยมีทิศทางการแพร่กระจายไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือฤดูหนาวมีทิศทางการแพร่กระจายไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และในฤดูร้อนมีรัศมีการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียน้อยที่สุด โดยจะมีทิศทางการแพร่กระจายไปทางทิศเหนือ แสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุจลินทร์ และคณะ (2563) ที่ประเมินการรั่วไหลของสารคลอรีนพบว่าในฤดูฝนมีระยะการรั่วไหลที่ระดับ ERPG-2 (ความเข้มข้น 3 ppm) สูงสุด ที่ระยะ 2 กิโลเมตร และในระดับ ERPG-1 (ความเข้มข้น 1 ppm) ที่ระยะ 3.1 กิโลเมตร โดยมีทิศทางการแพร่กระจายของสารไปในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระดับการเกิดผลกระทบจากการจำลองการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียใน 3 ฤดู

Toxic Levels of concern	Concentration levels	สถานการณ์ที่ 1	สถานการณ์ที่ 2	สถานการณ์ที่ 3
		ฤดูร้อน (มกราคม-พฤษภาคม)	ฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน)	ฤดูหนาว (ตุลาคม-ธันวาคม)
AEGL-3	>1,000 ppm	96 m	226 m	111 m
AEGL-2	>160 ppm	252 m	504 m	282 m
AEGL-1	>30 ppm	514 m	949 m	534 m

การรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในฤดูที่แตกต่างกัน จะส่งผลกระทบต่อระยะทางและทิศทางที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียที่ต่างกัน เนื่องจากปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม รวมถึงทิศทางลม ในแต่ละฤดูมีความแตกต่างกัน ซึ่งค่าความเร็วลมที่มากขึ้นจะส่งผลให้ความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียลดน้อยลง เนื่องจากความปั่นป่วนของอากาศจะทำให้สารมลพิษเกิดการฟุ้งกระจายและลดปริมาณความเข้มข้นได้รวดเร็วขึ้น ดังสังเกตได้จากในฤดูร้อนที่มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด จะมีระยะการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียใกล้กว่าฤดูฝนและฤดูหนาว และความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเพิ่มระยะการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนีย เนื่องจากแอมโมเนียเป็นสารที่เบากว่าอากาศเมื่อเกิดการรั่วไหลจะรวมตัวกับความชื้นในอากาศทำให้เกิดเป็นหมอกควันสีขาวที่เบาและหนักกว่าอากาศปะปนกัน ประกอบกับในฤดูฝนมีความชื้นในอากาศสูงทำให้เกิดการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียไปได้ไกลกว่าฤดูหนาวและฤดูร้อน นอกจากนี้ลักษณะความราบเรียบของพื้นที่ยังมีผลต่อการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนีย สังเกตได้จากในฤดูฝนกระแสลมพัดไปในทิศทางที่มีพื้นที่โล่งจะมีระยะการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียไกลกว่าฤดูหนาวและฤดูร้อนที่กระแสลมพัดไปในทิศทางที่มีบริเวณพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างกีดขวางการเคลื่อนตัวของก๊าซแอมโมเนีย

ทำให้เกิดการสะสมของก๊าซในบริเวณนั้น ๆ (ธีรวัฒน์ และ จิตรา, 2558) ทั้งนี้หากมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยอื่น ๆ อาจทำให้ระยะเวลาแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียและความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นเปลี่ยนแปลงได้

จากการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงโรงงานผลิตน้ำแข็งที่เกิดเหตุพบว่า พื้นที่ภายในโรงงานผลิตน้ำแข็งซึ่งเป็นสถานที่เกิดเหตุจะได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียมากที่สุด โดยได้รับผลกระทบที่ระดับ AEGL-3 (ความเข้มข้นมากกว่า 1,100 ppm) ส่งผลให้พนักงานเกิดอาการระคายเคือง ดวงตา จมูก และลำคออย่างรุนแรง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชูศักดิ์ (2549) ที่ประเมินการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในโรงงานผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และพบว่าพื้นที่ที่เกิดอันตรายมากที่สุดคือพื้นที่ภายในโรงงานทั้งหมด ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียมากกว่า 7,500 ppm ถือเป็นความเข้มข้นในระดับที่ทำให้คนได้รับสัมผัสสารเป็นอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้ ทั้งนี้จากการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในฤดูร้อนคือ โรงพยาบาลสินแพทย์ศรีนครินทร์ ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากโรงงานผลิตน้ำแข็งที่เกิดเหตุ ในระยะ 130 เมตร ได้รับผลกระทบที่ระดับ AEGL-2 (ความเข้มข้นมากกว่า 160 ppm) และ AEGL-1 (ความเข้มข้นมากกว่า 30 ppm) อาจส่งผลให้ผู้ป่วยในโรงพยาบาลที่ได้รับสัมผัสสารเริ่มได้กลิ่นก๊าซแอมโมเนีย และเกิดอาการระคายเคืองเล็กน้อย ในฤดูฝนไม่มีพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบ และในฤดูหนาวมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบคือ โรงแรม The One Residence และโรงแรม บีทู พรีเมียร์ ตั้งอยู่ห่างจากโรงงานผลิตน้ำแข็งที่เกิดเหตุ ในระยะ 330 เมตร และ 478 เมตร ตามลำดับ ได้รับผลกระทบที่ระดับ AEGL-1 (ความเข้มข้นมากกว่า 30 ppm) ส่งผลให้ผู้รับสัมผัสเริ่มได้กลิ่นก๊าซแอมโมเนีย ดังนั้นโรงงานผลิตน้ำแข็งหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการตอบโต้ภาวะฉุกเฉินเมื่อเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมี ควรเก็บข้อมูลการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียในแต่ละสถานการณ์ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับทีมฉุกเฉินทั้งภายในและหน่วยงานภายนอก เช่น สำนักงานเขตพื้นที่ สถานีดับเพลิงและกู้ภัย สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำนักอนามัย สำนักการแพทย์ สถานีตำรวจท้องที่ เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนเข้าตอบโต้เหตุได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัย รวมถึงวางแผนการอพยพประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องพิจารณาการอพยพประชาชนที่อยู่ในรัศมี 500-1,000 เมตร จากจุดเกิดเหตุในทิศใต้ลม หรือบริเวณที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียสูงกว่า 150 ppm ขึ้นไป (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 10, ม.ป.ป.) ซึ่งจากการประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียพบว่า ผู้ป่วยในโรงพยาบาลสินแพทย์ศรีนครินทร์ ได้รับผลกระทบที่ระดับ AEGL-2 (ความเข้มข้นมากกว่า 160 ppm) ต้องได้รับการอพยพออกจากบริเวณที่มีก๊าซแอมโมเนียไปยังสถานรักษาพยาบาลที่มีการระบายอากาศที่ดีและอยู่ในทิศเหนือลม ภายใน 1/2 ชั่วโมง และถ้าหากมีผู้ป่วยที่มีอาการหายใจอ่อนหรือไอรุนแรง ควรให้ออกซิเจนเป็นเวลา 2 นาที และให้หน่วยงานที่มีเครื่องมือในการติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนของสารมลพิษในอากาศ ทำการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศบริเวณพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ จนกว่าจะมีระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศอยู่ที่ 25 ppm จึงจะสามารถพิจารณาให้อพยพผู้ที่ได้รับผลกระทบกลุ่มดังกล่าวกลับเข้าสู่โรงพยาบาลได้เมื่อสถานการณ์กลับเข้าสู่สภาวะปกติ

สรุปผล

จากการประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากโรงงานผลิตน้ำแข็งในกรณีที่ไม่ลุกติดไฟ (Toxic Area of Vapor Cloud) ใน 3 ฤดู พบว่า ในฤดูฝนมีรัศมีการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียไกลที่สุด โดยมีรัศมีการแพร่กระจายอยู่ในช่วง 226-949 เมตร จากจุดเกิดเหตุ แต่ไม่มีพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบ รองลงมาคือฤดูหนาวมีรัศมีการแพร่กระจายอยู่ในช่วง 111-534 เมตร จากจุดเกิดเหตุ มีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ คือ โรงแรม The One Residence และโรงแรม บีทู บางนา พรีเมียร์ ซึ่งได้รับผลกระทบที่ระดับ AEGL-1 (ความเข้มข้นมากกว่า 30 ppm) ส่งผลให้ผู้รับสัมผัสเริ่มได้กลิ่นก๊าซแอมโมเนีย และฤดูร้อนมีรัศมีการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียน้อยที่สุด โดยมีรัศมีการแพร่กระจายอยู่ในช่วง 96-514 เมตร จากจุดเกิดเหตุ และปรากฏว่ามีพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบคือ โรงพยาบาลสินแพทย์ศรีนครินทร์ ได้รับผลกระทบที่ระดับ AEGL-2 (ความเข้มข้นมากกว่า 160 ppm) และที่ระดับ AEGL-1 (ความเข้มข้นมากกว่า 30 ppm) ส่งผลให้ผู้รับสัมผัสเริ่มได้กลิ่นก๊าซแอมโมเนีย และระคายเคืองเล็กน้อย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ประกอบการโรงงานผลิตน้ำแข็งในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ได้ให้การสนับสนุนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ประกอบการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จจุลวง

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2561. คู่มือปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล. บริษัท แอคทีฟ พรินท์ จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ชูศักดิ์ ศิลปะศาสตร์. 2549. การประเมินผลกระทบของอุบัติเหตุแอมโมเนียรั่วไหลในโรงงานผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ :กรณีวาล์วระบายความดันทำงานบกพร่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทิพวรรณ อังศิริ. 2550. การประเมินความรุนแรงการรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลวภายในคลังเก็บ: กรณีศึกษาถังเก็บทรงกระบอกแนวนอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีรวัฒน์ สุวรรณสิน, จิตรา ฐักิจการพานิช. 2558. การวิเคราะห์พื้นที่กั้นชนของโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์ไอระเหย. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา 26(4): 93-100.
- มูจลินทร์ อินทรเหมือน, จำนง ธนะภพ, จันจิรา มหาบุญ, ศิริพร ด้านคชาธาร, มัตติกา ยงประเดิม. 2563. การประเมินการรั่วไหลของสารคลอรีนในโรงงานผลิตถุงมือยางแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลาด้วยโปรแกรม ALOHA และ MARPLOT. วารสารวิชาการสาธารณสุข 29(2): 211-220.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10. ม.ป.ป. คู่มือการจัดการอุบัติภัยสารเคมีกรณีก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล. โรงพิมพ์แอนนาออฟเซต. ขอนแก่น.

Anjana, N.S., Amarnath, A., Harindranathan Nair, M.V. 2018. Toxic hazards of ammonia release and population vulnerability assessment using geographical information system. *Journal of Environmental Management* 210: 201-209.

การประเมินสมดุลพลังงานภายในสถานีสูบน้ำลาดพร้าว การประปานครหลวง Energy Balances in Ladprao's Water Distribution Pumping Station, Metropolitan Waterworks Authority

ณพวัฒน์ แขวงโสภา^{1*} อติชัย พรพรหมินทร์¹ สุรชัย ลิปิวัฒนาการ¹

Noppawat Kwangsopa^{1*} Adichai Pornprommin¹ Surachai Lipiwattanakarn¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Department of Water Resource Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding author E-mail: noppawat.kw@ku.th

บทคัดย่อ

สถานีสูบน้ำลาดพร้าว (LA) เป็นหนึ่งใน 12 สถานีสูบน้ำของการประปานครหลวง (กปน.) โดยจ่ายน้ำให้กับพื้นที่ประปาสาขา ลาดพร้าว พญาไท และสุขุมวิท รับน้ำจากอุโมงค์ส่งน้ำที่มีแรงดันค่อนข้างสูงเฉลี่ย 19.7 เมตร ทำให้ในช่วงเวลากลางคืน LA ใช้การสูบน้ำแบบ By-pass ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนที่ใช้สำหรับเครื่องสูบน้ำ ในขณะที่ช่วงเวลาอื่นของวันมีการใช้ไฟฟ้าปกติ โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 20,354 kWh/day จากการประเมินสมดุลพลังงานพบว่า พลังงานที่จุดรับน้ำเข้าสถานีที่ได้รับจากอุโมงค์เฉลี่ย 18149 kWh/day ได้สูญเสียไปจากการหრั่วรั่วและสลายพลังงานในถังเก็บน้ำใสถึง 15206 kWh/day ในขณะที่พลังงานที่จุดจ่ายน้ำออกจากสถานีมีค่าเฉลี่ย 14,484 kWh/day ดังนั้นการมีถังเก็บน้ำใสขนาด 49,628 ลูกบาศก์เมตรเพื่อรักษาเสถียรภาพด้านการสูบน้ำส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในระบบ คิดเป็น 37.72 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานเข้าระบบทั้งหมด

คำสำคัญ : สมดุลพลังงาน, สถานีสูบน้ำ, ประปา, การสูญเสียพลังงาน, ถังเก็บน้ำใส

Abstract

The Ladprao Pumping Station (LA) is one of the 12 water pumping stations of the Metropolitan Waterworks Authority (MWA), supplying water to the Ladprao, Phayathai and Sukhumvit waterworks areas, receiving water from a relatively high pressure water tunnel, average 19.7 meters, allowing LA to use a by-pass metering at night, which eliminates the need for the electrical power used for the pumps. While at other times of the day electricity is normal with an average electricity consumption of 20,354 kWh/day. An average of 18149 kWh/day of energy at the station inlet received from the tunnel was lost by closing the valve and dissipating the energy in the clear water tank to 15206 kWh/day, while the energy at the station outlet was average 14,484 kWh/day. Therefore, having a clear water storage tank of 49,628 cubic meters to maintain the stability of water distribution directly affects the energy loss in the system, accounting for 40.69 percent of the total energy input to the system.

Keywords : Energy Balance, Pumping Station, Waterworks, Energy Loss, Clear Water Tank

บทนำ

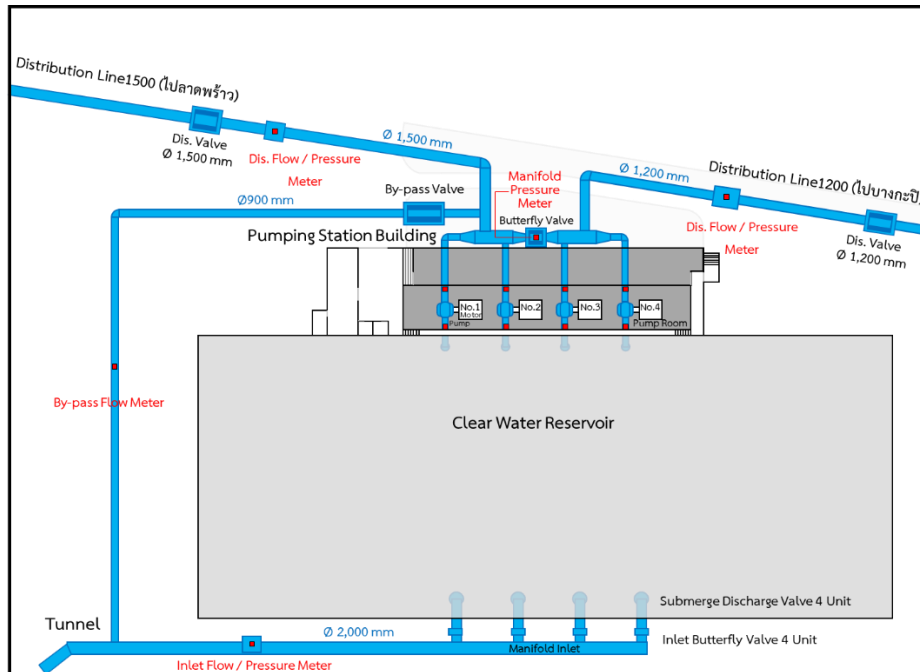
การประปานครหลวง (กปน.) มีหน้าที่ผลิตและให้บริการน้ำประปาในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี และจังหวัดสมุทรปราการ มีพื้นที่รับผิดชอบ 3,192 ตารางกิโลเมตร มีโรงงานผลิตน้ำหลัก 4 แห่ง คือ โรงงานผลิตน้ำบางเขน มหาสวัสดิ์ สามเสน และธนบุรี เนื่องด้วยพื้นที่การสูบน้ำที่กว้างของ กปน. ทำให้การสูบน้ำจากโรงผลิตน้ำ 4 แห่งส่งไปยังผู้ใช้น้ำโดยตรงนั้นไม่สามารถกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบจ่ายน้ำของ กปน. จึงแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบสูบน้ำมีหน้าที่สูบน้ำจากโรงผลิตน้ำไปยังระบบสูบน้ำ และระบบสูบน้ำมีหน้าที่สูบน้ำให้ผู้ใช้น้ำ โดยมีการเพิ่มพลังงานในรูปของแรงดันน้ำจากระบบสูบน้ำผ่านสถานีสูบน้ำ (สจ.) ที่กระจายตัวอยู่หลายแห่งในพื้นที่ให้บริการของ กปน.

สจ. จึงนับเป็นหนึ่งในส่วนที่สำคัญของระบบผลิตและส่งน้ำ กปน. มี สจ. ทั้งหมด 12 แห่ง มีปริมาณน้ำสูบน้ำจ่ายรวม 1,400 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ใช้พลังงานไฟฟ้า 82 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 20.07 ของการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมด ซึ่งคิดเป็นปริมาณที่สูงและส่งผลโดยตรงกับต้นทุนการผลิตของ กปน. เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นหนึ่งในค่าใช้จ่ายหลักในระบบประปา (Gutiérrez-Bahamondes, H. J., Water 2021) เพื่อหาแนวทางการควบคุมสจ. อย่างมีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตน้ำลง การวิเคราะห์สมดุลพลังงานเพื่อให้ทราบถึงการสูญเสียพลังงานที่ไม่จำเป็นในระบบประเภทต่างๆ เช่น การสูญเสียพลังงานจากข้อหักข้องอ การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการสลายพลังงานภายในถังเก็บน้ำ การสูญเสียพลังงานจากการทรีวาล์ว และการสูญเสียพลังงานจากน้ำรั่วซึ่งเป็นผลมาจากอายุการใช้งานที่มากส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ในระบบเช่นท่อและวาล์ว (Fontana, N., American Society of Civil Engineers 2012) จึงเป็นแนวคิดที่มีความเป็นไปได้ โดยมีงานวิจัย Energy Balance of a Trunk Main Network in Bangkok (Lapprasert, S., AWWA 2018) ได้ทำการวิเคราะห์สมดุลพลังงานภายในท่อจ่ายน้ำของ กปน. แต่ไม่ได้วิเคราะห์ภายในส่วนของสจ. ดังนั้นการนำแนวคิดสมดุลพลังงาน (Cabrera, E., Water 2018) มาประยุกต์ใช้กับสจ. จึงเป็นหนึ่งในวิธีที่มีความเหมาะสมและสามารถนำมาใช้งานได้

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการวิเคราะห์สมดุลพลังงานภายในสจ. ลาดพร้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจพลังงานประเภทต่างๆ และหาแนวทางในการลดการสูญเสียพลังงานที่ไม่จำเป็น งานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดเพื่อหาแนวทางการสูบน้ำและการออกแบบเส้นท่อภายใน สจ. ได้

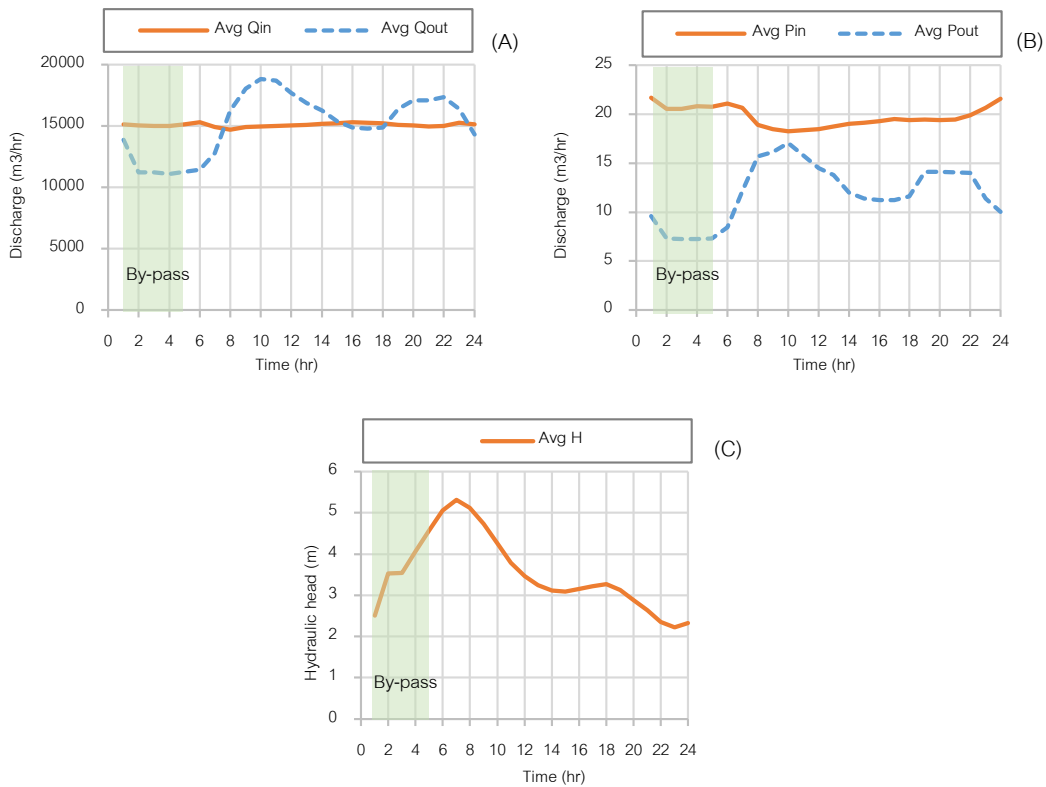
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 1 แผนที่ภายในสถานีสูบน้ำจ่ายน้ำลาดพร้าว การประปานครหลวง

จากภาพที่ 1 LA รับน้ำจากอุโมงค์ส่งน้ำ TR2 สถานีสูบน้ำจ่ายน้ำบางเขน ผ่านท่อรับน้ำเข้าขนาด 2000 มม. สูบน้ำผ่านท่อจ่ายรวม (Manifold) ขนาด 2000 มม. ก่อนแยกเป็น ท่อจ่ายย่อย 2 ท่อ คือ ท่อขนาด 1200 มม. (จ่ายน้ำไปทางโชคชัย 4 ถ.ลาดพร้าว) และท่อขนาด 1500 มม. (จ่ายไปทางรามคำแหง) นอกจากนี้ยังมีท่อ By-pass ขนาด 900 มม. เชื่อมระหว่างท่อน้ำเข้ากับท่อจ่าย 1500 มม. ซึ่งจะถูกใช้งานเมื่อต้องการสูบน้ำโดยไม่ใช้งานเครื่องสูบน้ำ (สูบน้ำโดยใช้แรงดันจากอุโมงค์ส่งน้ำ)



ภาพที่ 2 ข้อมูลการสูบน้ำ สถานีสูบน้ำลาดพร้าว การประปานครหลวง: (A) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำเข้าและค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำสูบน้ำ; (B) ค่าเฉลี่ยแรงดันน้ำเข้าและค่าเฉลี่ยแรงดันสูบน้ำ; (C) ค่าระดับน้ำในถังเก็บน้ำใส

LA สูบน้ำแบบ By-pass (การสูบน้ำแบบไม่เดินเครื่องสูบน้ำ โดยจะใช้แรงดันจากอุโมงค์ส่งน้ำมาสูบน้ำแทน) ในช่วงเวลา 00.00 – 05.00 น. เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำของประชาชนที่ลดน้อยลง ส่งผลทำให้แรงดันและปริมาณน้ำสูบน้ำมีค่าลดลงกว่าปกติ ตามภาพที่ 2(A) และภาพที่ 2(B) ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงที่ By-pass มีปริมาณการสูบน้ำที่ต่ำจึงทำให้ค่าระดับน้ำในถังเก็บน้ำใสมีค่าสูงขึ้นตามภาพที่ 2(C)

2. การเก็บข้อมูล

ใช้ข้อมูลแรงดันน้ำเข้า แรงดันน้ำสูบน้ำ ปริมาณน้ำเข้า ปริมาณน้ำสูบน้ำและค่าระดับน้ำในถังเก็บน้ำใสแบบรายชั่วโมงจากเครื่องวัดของ กปน. ประจำเดือนสิงหาคม พ.ศ.2564

3. สมดุลน้ำ (Water Balance)

ขั้นตอนในการทำสมดุลพลังงานนั้นจำเป็นต้องทำสมดุลน้ำเพื่อหาปริมาณน้ำรั่วภายในสถานีก่อน โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าผลต่างน้ำเข้าและน้ำจ่ายกับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปภายในถังเก็บน้ำใสของ สจ. โดยใช้สมการดังนี้

$$V_{loss} = \sum Q_{in} - \sum Q_{out} + A(H_0 - H_{last}) \quad (1)$$

- เมื่อ Q_{in} คือ ปริมาณน้ำเข้าของ สจ.
 Q_{out} คือ ปริมาณน้ำสูบน้ำจ่ายของ สจ.
 H_0 คือ ค่าระดับแรกของน้ำในถังเก็บน้ำใส
 H_{last} คือ ค่าระดับสุดท้ายของน้ำในถังเก็บน้ำใส
 A คือ พื้นที่ถังเก็บน้ำใส มีค่าเท่ากับ 8815 ตร.ม.

4. สมดุลพลังงาน (Energy Balance)

สมดุลพลังงานภายในสถานีสูบน้ำ คือ การนำหลักการสมดุลพลังงานมาประยุกต์ใช้กับ สจ. โดยมองพลังงานที่เข้าไปในระบบมีค่าเท่ากับพลังงานที่ออกจากระบบ ด้วยหลักการนี้สามารถวิเคราะห์สมดุลพลังงานภายใน LA ได้ตาม ตารางที่ 1

E_{in} (input energy)	E_n (natural input energy)		E_{out} (water distribution energy)		
			E_{leak} (outgoing energy through leaks in Station's pipe)		
			E_p (pump energy)	E_{ent} (outgoing energy through entrance reservoir pipe)	$E_{ent.f}$ (Major loss in entrance reservoir pipe)
	$E_{ent.v+t}$ (Minor loss in entrance reservoir pipe & dissipation energy in reservoir)				
	E_{bp} (outgoing energy through bypass pipe)	$E_{bp.f}$ (Major loss in bypass pipe)			
		$E_{bp.m}$ (Minor loss in bypass pipe)			
	E_{ex} (outgoing energy through distribution pipe)	$E_{ex.f}$ (Major loss in distribution pipe)			
		$E_{ex.m}$ (Minor loss in distribution pipe)			
	E_{elec} (electrical energy)		E_L (energy loss)	E_{inef} (inefficiency energy loss)	

ตารางที่ 1 แนวคิดสมดุลพลังงานภายในสถานีสูบน้ำลาดพร้าว การประปานครหลวง

จาก Table. 1 พลังงานภายในสถานีสูบน้ำแบ่งพลังงานออกเป็น 2 กลุ่มหลัก กลุ่มที่ 1 คือพลังงานที่จ่ายเข้าระบบประกอบไปด้วยพลังงานจากน้ำที่มาจากอุโมงค์ส่งน้ำ (E_n) พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องสูบน้ำ

(E_{elec}) กลุ่มที่ 2 คือพลังงานที่ออกจากระบบประกอบไปด้วยพลังงานจากน้ำสูบน้ำ (E_{out}) พลังงานจากน้ำที่ไหลออกผ่านจุดรั่วบนท่อภายในสถานี (E_{leak}) พลังงานที่สูญเสียภายในระบบ (E_L) (อดิษฐ์ พรพรหมินทร์, 2561) โดยค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องสูบน้ำนั้นเป็นพลังงานการใช้ไฟฟ้ารวม เมื่อนำมาหักลบค่าพลังงานที่สูญเสียเนื่องจากค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ (E_{inef}) (Bylka, J., Energies 19) ออกจะได้ค่าพลังงานที่เครื่องสูบน้ำใช้จริง (E_p) จากความสัมพันธ์ทั้งหมดดังกล่าว สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E_{in} = E_{out} \quad (2)$$

$$E_n + E_{elec} = E_{out} + E_{leak} + E_L \quad (3)$$

$$E_n + E_p = E_{out} + E_{leak} + E_{ent.f} + E_{ent.v+t} + E_{bp.f} + E_{bp.m} + E_{ex.f} + E_{ex.m} \quad (4)$$

เมื่อ	E_n	คือ พลังงานจากมวลน้ำที่ถูกส่งเข้า สจ.
	E_p	คือ พลังงานที่เครื่องสูบน้ำใช้จริง
	E_{out}	คือ พลังงานออกจากระบบในรูปของมวลน้ำ
	E_{leak}	คือ พลังงานจากน้ำที่ไหลออกผ่านจุดรั่วบนท่อ
	$E_{ent.f}$	คือ พลังงานสูญเสียหลักในท่อน้ำก่อนเข้าถังเก็บน้ำใส
	$E_{ent.v+t}$	คือ พลังงานสูญเสียรองในท่อน้ำก่อนเข้าถังเก็บน้ำใสและการสลายพลังงานในถังเก็บน้ำใส
	$E_{bp.f}$	คือ พลังงานสูญเสียหลักในท่อ By-pass
	$E_{bp.m}$	คือ พลังงานสูญเสียรองในท่อ By-pass
	$E_{ex.f}$	คือ พลังงานสูญเสียหลักในท่อจ่าย
	$E_{ex.m}$	คือ พลังงานสูญเสียรองในท่อจ่าย

$$E_{inef} = E_{mea} - E_p - (\text{พลังงานจากเครื่องปรับอากาศ} + \text{พลังงานจากไฟฟ้าส่องสว่าง}) \quad (5)$$

เมื่อ	E_{inef}	คือ พลังงานที่สูญเสียเนื่องจากค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์
	E_{mea}	คือ พลังงานไฟฟ้ารวมภายในสถานี (จากมิเตอร์ของ กฟน.)

$$E_{elec} = E_{inef} - E_p \quad (6)$$

เมื่อ	E_{elec}	คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องสูบน้ำ
-------	------------	---

ผลการวิจัย

E_{in} (100%) 1,249,825	E_n (52.31%) 653,836		E_{out} (35.93%) 449,033			
			E_{leak} (0%) 0			
	E_{elec} (47.69%) 595,988	E_p (27.18%) 339,677	E_L (39.41%) 491,004	E_{ent} (37.77%) 472,067	$E_{ent.f}$ (0.05%) 672	
					$E_{ent.v+t}$ (37.72%) 471,395	
				E_{bp} (0.005%) 53,530	$E_{bp.f}$ (0.0032%) 39	
					$E_{bp.m}$ (4.28%) 53491	
				E_{ex} (1.63%) 18,880	$E_{ex.f}$ (0.12%) 1,538	
	$E_{ex.m}$ (1.39%) 17,342					
		E_{inef} (20.51%) 256,311				

ตารางที่ 2 สมดุลพลังงานภายในสถานีสูบน้ำลาดพร้าว การประปานครหลวง (kWh/hr)
 ผลจากการทำสมดุลน้ำแบบรายชั่วโมงประจำเดือน สิงหาคม พ.ศ.2564 พบว่ามีมวลน้ำที่หายไปในระบบเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 74 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ต่อน้ำสูบน้ำเฉลี่ย 15098 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง คิดเป็นปริมาณมวลน้ำที่หายไปเท่ากับ 0.5% ต่ออัตราส่วนน้ำสูบน้ำของ LA ซึ่งอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนของมาตรวัดน้ำได้ จึงสมมุติให้ปริมาณน้ำรั่วมีค่าเท่ากับศูนย์ในงานวิจัยนี้

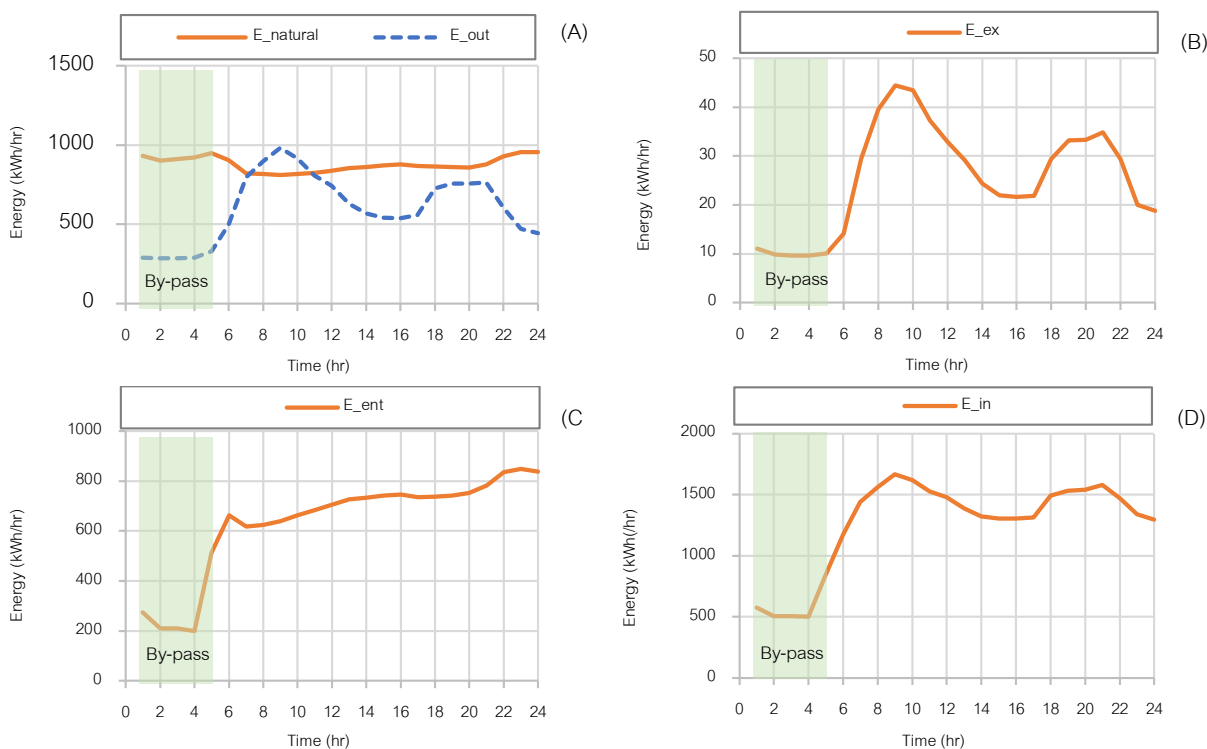
จาก Table. 2 พบว่าพลังงานเข้าระบบที่มีปริมาณสูงที่สุดคือพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายเข้า LA คิดเป็นร้อยละ 47.69 ซึ่งถูกแปลงเป็นพลังงานจริงที่จ่ายเข้าเครื่องสูบน้ำอยู่แค่ร้อยละ 27.18 โดยพลังงานอีกร้อยละ 20.51 สูญเสียไปเนื่องจากค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ ซึ่งสามารถคิดเป็นค่าประสิทธิภาพรวมได้เท่ากับ 63.32%

พลังงานเข้าระบบที่มีปริมาณมากเป็นอันดับที่ 2 คือ พลังงานเข้าระบบจากมวลน้ำที่ถูกส่งมาจากโรงงานผลิตน้ำบางเขนผ่านอุโมงค์ส่งน้ำเข้า LA คิดเป็นร้อยละ 52.31 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานอีกชนิดที่อยู่

ในรูปของอัตราการไหลและแรงดันในมวลน้ำเหมือนกัน คือ พลังงานออกจากระบบจากน้ำสูบน้ำ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 35.93

ในส่วน of พลังงานที่สูญเสียในระบบ คิดเป็นร้อยละ 39.41 เมื่อแบ่งออกเป็นประเภทการสูญเสีย พลังงานย่อยพบว่า การสูญเสียพลังงานที่มีค่ามากที่สุดคือ การสูญเสียพลังงานจากวาล์วรับน้ำและภายในถังเก็บน้ำใส คิดเป็นร้อยละ 37.72 หรือ 96% ของการสูญเสียพลังงานในระบบทั้งหมด โดยการสูญเสียพลังงานชนิดนี้เกิดจากการรวมกันของการสูญเสียพลังงานภายในถังเก็บน้ำใสและการที่วาล์วรับน้ำเข้าถังเก็บน้ำใส ซึ่งการที่วาล์วรับน้ำนั้นส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับการสูญเสียพลังงานภายในถังเก็บน้ำใส หรือก็คือการสลายพลังงานมวลน้ำที่เข้าสถานีให้กลายเป็นระดับน้ำในถังเก็บน้ำใส จึงคิดได้ว่าร้อยละ 40.69 นั้นเกิดจากการสลายพลังงานในถังเก็บน้ำใสทั้งหมด

การสูญเสียพลังงานย่อยประเภทสุดท้าย แบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อยคือ การสูญเสียพลังงานหลักในเส้นท่อ (Major Loss) ประกอบไปด้วย การสูญเสียพลังงานหลักจากเส้นท่อก่อนเข้าถังเก็บน้ำใส คิดเป็นร้อยละ 0.05 การสูญเสียพลังงานหลักจากเส้นท่อ By-pass คิดเป็นร้อยละ 0.0032 และ การสูญเสียพลังงานหลักจากเส้นท่อด้านจ่าย คิดเป็นร้อยละ 0.12 ในส่วนของการสูญเสียพลังงานย่อยแบบที่ 2 คือ การสูญเสียพลังงานรองในเส้นท่อ (Minor Loss) ประกอบไปด้วย การสูญเสียพลังงานรองจากเส้นท่อ By-pass คิดเป็นร้อยละ 4.28 และ การสูญเสียพลังงานรองจากเส้นท่อด้านจ่าย คิดเป็นร้อยละ 1.39



ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์สมดุลพลังงานภายในสถานีสูบน้ำลาดพร้าว การประปานครหลวง; (A) พลังงานจากมวลน้ำที่ถูกส่งเข้าสถานีและพลังงานออกจากระบบในรูปของมวลน้ำ; (B) พลังงานที่สูญเสียภายในท่อจ่าย; (C) พลังงานสูญเสียรองในท่อก่อนเข้าถังเก็บน้ำใสและพลังงานที่สลายภายในถังเก็บน้ำใส; (D) พลังงานเข้าระบบ

การเปรียบเทียบพลังงานช่วงเวลาการสูบน้ำแบบ Bypass กับช่วงเวลาใช้เครื่องสูบน้ำ จาก ภาพที่ 3(A) แสดงให้เห็นค่าพลังงานที่ถูกส่งมาจากโรงงานผลิตน้ำมีค่าต่ำกว่าพลังงานน้ำสูบน้ำของ สจ. ในช่วงเวลา 00.00 – 05.00 น. มาก จึงทำให้สถานีสามารถใช้การสูบน้ำแบบ Bypass ได้ นอกเหนือจากช่วงเวลา Bypass ค่าพลังงานที่ถูกส่งมาจากโรงงานผลิตน้ำมีค่ามากกว่าในช่วงเวลา 07.00 – 11.00 น. และน้อยกว่าในช่วงเวลา 11.00 – 24.00 น. จาก ภาพที่ 3(B) และ ภาพที่ 3(C) พบว่าการสูญเสียพลังงานในท่อจ่ายและการสูญเสียพลังงานในด้านเข้าถังเก็บน้ำใสมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน โดยในช่วงที่มีการสูบน้ำแบบ Bypass พลังงานจะมีค่าต่ำ แต่ในช่วงเวลาอื่นนั้นพลังงานจะมีค่าที่สูงขึ้น โดยการสูญเสียพลังงานในด้านเข้าถังเก็บน้ำใสจะมีค่าที่คงที่ว่าการสูญเสียพลังงานในท่อจ่าย ซึ่งจะมีค่าที่สูงในช่วง 07.00 – 12.00 น. และ 18.00 – 22.00 น. จาก ภาพที่ 3(D) พลังงานเข้าระบบรวม ในช่วง Bypass มีค่าที่ต่ำกว่าช่วงเวลาอื่นมาก เนื่องมาจากปัจจัยหลักที่หายไปคือ พลังงานที่ใช้ในการเดินเครื่องสูบน้ำ ซึ่งมีค่าสูงถึงร้อยละ 27.18 ของพลังงานเข้าระบบทั้งหมด

วิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยพบว่าพลังงานเข้าระบบจากน้ำเข้าสถานีมีค่ามากกว่าพลังงานออกระบบจากน้ำสูบน้ำ เนื่องจากแรงดันน้ำเข้ามีค่าสูงกว่าแรงดันน้ำสูบน้ำมาก ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงกับปริมาณแรงดันน้ำเข้าสถานีที่มีค่าสูง คือ ตำแหน่งการรับน้ำของ สจ. โดย LA รับน้ำจากโรงงานผลิตน้ำบางเขน สถานีสูบน้ำที่ 2 (TR2) เป็นสถานีแรก จากทั้งหมด 3 สถานี ส่งผลให้มีแรงดันน้ำเข้า LA สูงกว่าสถานีอื่นมาก นอกจากนี้ค่าพลังงานน้ำเข้าสถานีที่สูงนั้นยังส่งผลให้ค่าการสลายพลังงานในถังเก็บน้ำใสนั้นสูงขึ้นด้วยเช่นกัน โดยมีค่าสูงถึง 96% ของการสูญเสียพลังงานทั้งหมด ทั้งนี้ กปน. ยอมให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่สูงมาก ซึ่งมีปัจจัยหลักมาจากการใช้งานถังเก็บน้ำใสภายใน สจ. เพื่อรักษาเสถียรภาพในการสูบน้ำ และทำให้ สจ. สามารถสูบน้ำได้ปกติในกรณีฉุกเฉิน

สรุปผล

สถานีสูบน้ำลาดพร้าวได้รับแรงดันจากอุโมงค์ส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 19.7 เมตร ซึ่งสูงกว่าสถานีอื่นที่รับน้ำจากอุโมงค์ส่งน้ำเดียวกัน เนื่องจากอยู่ใกล้โรงงานผลิตน้ำ ในขณะที่แรงดันสูบน้ำของสถานีมีค่าเฉลี่ย 11.9 เมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าแรงดันจากอุโมงค์ 7.8 เมตร ดังนั้นหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน กปน. อาจพิจารณาตัวเลือกดังนี้ 1. การเพิ่มเวลาการสูบน้ำแบบ By-pass เป็นวิธีที่เหมาะสมกับแผนการสูบน้ำในปัจจุบัน เนื่องจากมีความยืดหยุ่นสามารถควบคุมแรงดันได้ 2. การใช้งาน Micro Hydro Turbine Generator (MHTG) เพื่อนำแรงดันส่วนเกินแปลงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณการประปานครหลวง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการทำงานวิจัยจนสำเร็จ ล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Lappasert, S., A. Pornprommin, and S. Lipiwattanakarn. 2018. Energy Balance of a Trunk Main Network in Bangkok, Thailand. Journal – American Waterworks Association 110: 18-27
- Bylka, J., and T. Mroz. 2019. A Review of Energy Assessment Methodology for Water Supply Systems. Energies 19: 1-55
- Cabrera, E., E. Gomez, E. Cabrera Jr., and J. Soriano. 2018. Calculating the Economic Level of Friction in Pressurized Water Systems, Water 2018
- Fontana, N., M. Giugni, and D. Portolano. 2012. Losses Reduction and Energy Production in Water Distribution Networks. American Society of Civil Engineers 2012. DOI: 10.1061
- Gutiérrez-Bahamondes, H. J., D. Mora-Meliá, P. L. Iglesias-Rey, F. J. Martínez-Solano, and Y. Salgueiro. 2021. Pumping Station Design in Water Distribution Networks Considering the Optimal Flow Distribution between Sources and Capital and Operating Costs, Water 2021
- อดิษฐ์ พรพรหมินทร์. 2561. ชลศาสตร์ระบบจ่ายน้ำประปา.

การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพเพื่อแยกแยะเหรียญ
และตรวจสอบขนาด องศา และจำนวนฟันของเฟือง
Application of Image Processing Techniques to Distinguish Coins
and Check the Size, Number of Teeth and Gear Angle

กีรติช สายพัทลุง^{1*} ธงชัย ทองอยู่¹ จิรภาส จิตอารี¹ ศุภฤกษ์ แสงสุวรรณ¹ ศราวุฒิ พุทธรักษา¹
Keeradit Saipattalung^{1*} Thongchai Thongyoo¹ Jirapas Jitaree¹ Suparoek Sangsuwan¹ Sarawut Puttaraksa¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
เลขที่ 9 แจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพ 10220

¹Electronic and Computer Technology Faculty of Industrial Technology Phranakhon Rajabhat University

9 Changwattana Road, Bangkhen Bangkok, Thailand 10220

*Corresponding author E-mail: keeradit@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพเพื่อตรวจสอบขนาด องศาและจำนวนฟันเฟือง ซึ่งเป็นการใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพเพื่อตรวจสอบของผลิตชิ้นงานในลักษณะต่าง ๆ โดยยกตัวอย่างการตรวจสอบเฟือง โดยใช้หลักการตรวจสอบด้วยการอ่านค่าสี เพื่อแยกความต่างของชิ้นงานกับพื้นหลังโดยการทดสอบวิธีการด้วยการแยกแยะชนิดของเหรียญ ขนาด จำนวนฟัน และองศาของเฟือง จากนั้นใช้หลักการสร้างเส้นเค้าโครง เพื่อวัดระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด และทำการคำนวณหาค่าองศาของฟันเฟือง ซึ่งผลทดสอบสามารถแยกแยะชนิดของเหรียญได้อย่างถูกต้องโดยค่าสี HSV ที่ใช้แยกอยู่ 2 ค่า คือ H min, H max, S min, S max, V min, V max. จะมี 2 ค่า คือ 0, 179, 0, 108, 0, 255 และค่า 0, 50, 40, 255, 0, 255 ตามลำดับ และผลการวัดในแต่ละครั้ง ทั้งหมด 25 ครั้ง ซึ่งผลการวัดค่าจากจุดศูนย์กลางไปยังปลายสุดของฟันเฟือง โดยการวัดจะเปรียบเทียบกับค่าจริง โดยค่าที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยที่ 2.64 เซนติเมตร จากค่าจริงที่ 2.65 มีค่าความผิดพลาดที่ร้อยละ 1.98 ผลการวัดระยะห่างระหว่างจุดปลายสุดของฟันเฟือง โดยการวัดจะเปรียบเทียบกับค่าจริง โดยค่าที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยที่ 0.66 เซนติเมตร จากค่าจริงที่ 0.65 มีค่าความผิดพลาดที่ร้อยละ 1.71 ผลการคำนวณหาค่าองศาของมุมโดยใช้สูตรตรีโกณมิติ เพื่อให้ค่าของมุม โดยการคำนวณจะเปรียบเทียบกับค่าจริง โดยค่าที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยที่ 14.215 เซนติเมตร จากค่าจริงที่ 14.4 มีค่าความผิดพลาดที่ร้อยละ 1.28

คำสำคัญ : การประมวลผลด้วยภาพ การหาความต่างของภาพ การหาขอบภาพ เส้นเค้าโครง

Abstract

Research on the application of image processing techniques to distinguish coins and check the size degree and number of gear teeth. Which is the use of image processing techniques to inspect various types of work pieces by giving an example of gear. Inspection using the

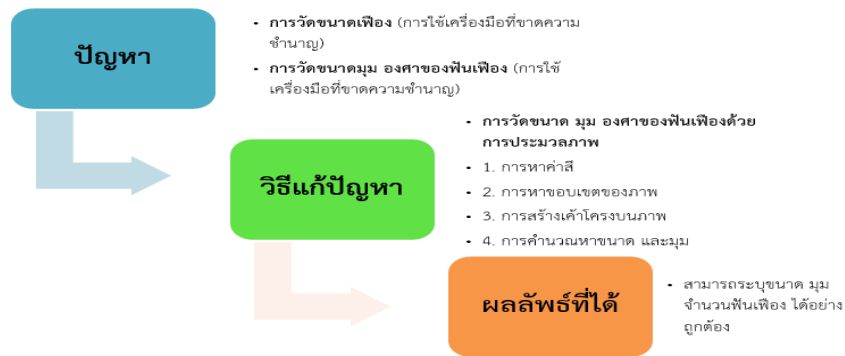
principle of checking by reading the color value to differentiate the workpiece from the background. This research using testing methods to distinguish coin type, size, number of teeth and gear angle. Then use the principle of contouring to measure the distance between 2 points and calculate the degree of gear teeth. Which the test results can distinguish the types of coins correctly by 2 separate HSV color values, namely H min, H max, S min, S max, V min, V max. There are 2 values: 0, 179, 0, 108, 0, 255 and values 0, 50, 40, 255, 0, 255 respectively and the measurement results each 25 times, which the measurement results from the zero point to the end of the gear teeth The measurements are compared to the actual values. The measured value had an average of 2.64 centimeters from the actual value of 2.65 with an error of 1.98 percent. The measurements are compared to the actual values. The measured value has an average value of 0.66 cm from the actual value of 0.65 with an error of 1.71 percent. Calculation of the degree of angle using trigonometric formulas. to give the value of the angle The calculation will compare the actual values. The measured value has an average value of 14.215 centimeters from the actual value of 14.4 with an error of 1.28 percent.

Keywords : image processing image contrast detection, image edge detection, contour.

บทนำ

เฟืองเป็นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างโดยทั่วไปเป็นจานแบนรูปทรงกลม ส่วนขอบมีลักษณะเป็นแฉก เฟืองผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ส่งกำลังในลักษณะของแรงบิด (Torque) ด้วยการหมุนของตัวเฟืองที่มีฟันอยู่ในแนวรัศมี โดยการส่งกำลังจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีเฟืองตั้งแต่สองตัวขึ้นไปมาสบกัน นั่นคือถ้าเฟืองตัวแรกหมุน เฟืองตัวที่สองจะหมุนในทิศตรงกันข้าม เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น การนำเฟืองมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ทำหน้าที่ส่งผ่านกำลังและการเคลื่อนที่ เปลี่ยนขนาดแรงบิดและความเร็วรอบ เปลี่ยนทิศทางการหมุนหรือทิศทางการเคลื่อนที่ ซึ่งเฟืองมีหลายประเภท โดยทั่วไปแล้วจะแบ่งตามรูปร่างและลักษณะ ดังนี้ เฟืองตรง (Spur Gears) เฟืองสะพาน (Rack Gears) เฟืองวงแหวน (Internal Gears) เฟืองเฉียง (Helical Gears) เฟืองดอกจอก (Bevel Gears) เฟืองตัวหนอน (Worm Gears) เฟืองเกลียวสกรู (Spiral Gears) ซึ่งจากประเภทของเฟืองที่กล่าวมาในข้างต้น จะเห็นได้ว่าสิ่งหนึ่งที่เฟืองทุกประเภทมีก็คือ แฉก หรือ ฟันเฟือง และมีลักษณะที่แตกต่างก็คือ ขนาดจำนวนฟัน มุมของแต่ละฟัน ขนาดแกนกลางขนาดเฟือง เป็นต้น ซึ่งหากทำการวัดมุม หรือขนาดด้วยเครื่องมือวัดทั่วไปหรือด้วยตาเปล่า จะทำได้ล่าช้าและผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการวัดขนาด มุมของฟันเฟือง โดยใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพ ซึ่งเป็นการนำเอาเทคนิคการวัดขอบ (Edge Detection) และการแปลงภาพสีให้เป็นภาพสีขาวดำ (Threshold) พร้อมทั้งการสร้างเส้นเค้าโครง (Contour) ซึ่งสามารถวัดขนาดส่วนประกอบของเฟืองได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 1

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 1 แนวคิดของงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพเพื่อตรวจสอบขนาด องศา และจำนวนฟันเฟือง ซึ่งลำดับขั้นตอนการดำเนินการจะเริ่มจากการอ่านค่าสี และขนาดของเหรียญที่ได้มาตรฐานสกุลเงินไทยทุกเหรียญ และเงินสกุลต่างประเทศ ประกอบไปด้วยเหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท 10 บาท 50c (ออสเตรเลีย), \$1 (ออสเตรเลีย) และ \$50 (ออสเตรเลีย) ดังภาพที่ 2(ก) หลังจากนั้นจะดำเนินการวิเคราะห์หาขนาด จำนวนฟัน และองศาของเฟือง ดังภาพที่ 2(ข) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของการแยกแยะชนิดของเหรียญ และการตรวจสอบความถูกต้องของการผลิตเฟือง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 เหรียญชนิดต่าง ๆ ทั้งสกุลไทย ต่างประเทศ และเฟือง

การหาระยะห่างจากจุดศูนย์กลางไปยังปลายสุดของฟันเฟือง โดยใช้สมการในการคำนวณหาตั้งตัวอย่างโปรแกรม ซึ่งเป็นการหาค่าความต่างของจุด A และ จุด B จากนั้นทำการแปลงค่าจากหน่วยนิ้วเป็นเซนติเมตร

```
def InchToCm(ptA, ptB, distance):
    d = dist.euclidean(ptA, ptB)
    dim = d / distance
    return dim * 2.54
```

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วนประกอบไปด้วย 1. การอ่านค่าสี และขนาดของเหรียญที่ได้มาตรฐานสกุลเงินไทยทุกเหรียญ และเงินสกุลต่างประเทศ ประกอบไปด้วยเหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท 10 บาท 50c (ออสเตรเลีย), \$1 (ออสเตรเลีย) และ \$50 (ออสเตรเลีย) 2. การวัดขนาดภายในและภายนอกองค์หรือมุมของฟันเฟือง ซึ่งทั้ง 2 การทดลองจะแสดงในรูปแบบของค่าที่ได้จากการวัด เปรียบเทียบกับค่าจริงเพื่อหาค่าความผิดพลาดในการนับ และวัดระยะ

1. การอ่านค่าสี และขนาดของเหรียญที่ได้มาตรฐานสกุลเงินไทยทุกเหรียญ และเงินสกุลต่างประเทศ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคการหาค่าเทรสโฮลด์ เพื่อหาค่าสีของเหรียญซึ่งได้ค่าสีของเหรียญที่ใช้ในการจำแนกเหรียญได้ดังตารางที่ 1 จากนั้นทำการวัดขนาดของแต่ละเหรียญซึ่งค่าที่วัดได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวัดขนาด และค่าสีในการแยกแยะเหรียญ

ชนิดเหรียญ	ค่าสีของแต่ละเหรียญที่สามารถคัดแยกชนิดเหรียญ						Measure value (cm)	True value (cm)	Relative error (%)
	H		S		V				
	Min	Max	Min	Max	Min	Max			
25 สตางค์	0	179	0	108	0	255	1.6	1.65	14.44
50 สตางค์	0	179	0	108	0	255	1.8	1.87	11.33
1 บาท	0	179	0	108	0	255	2	2.03	9.5
2 บาท	0	179	0	108	0	255	2.175	2.21	8.23
5 บาท	0	50	40	255	0	255	2.4	2.37	9.433
10 บาท	0	179	0	108	0	255	2.6	2.65	12.554
50sen	0	50	40	255	0	255	2.25	2.31	7.41
1\$	0	179	0	108	0	255	2.65	2.43	15.87
50\$	0	179	0	108	0	255	3.15	3.15	0

จากตารางที่ 1 ผลการวัดขนาด และค่าสี HSV ที่จะใช้ในการแยกแยะเหรียญ ซึ่งค่าที่ใช้จะประกอบไปด้วยค่า H min, H max, S min, S max, V min, V max. จะมี 2 ค่า คือ 0, 179, 0, 108, 0, 255 และค่า 0, 50, 40, 255, 0, 255 ตามลำดับ ส่วนการวัดค่าขนาดของเหรียญ ซึ่งจะค่าร้อยละของความผิดพลาดอยู่ระหว่าง 0 ถึง

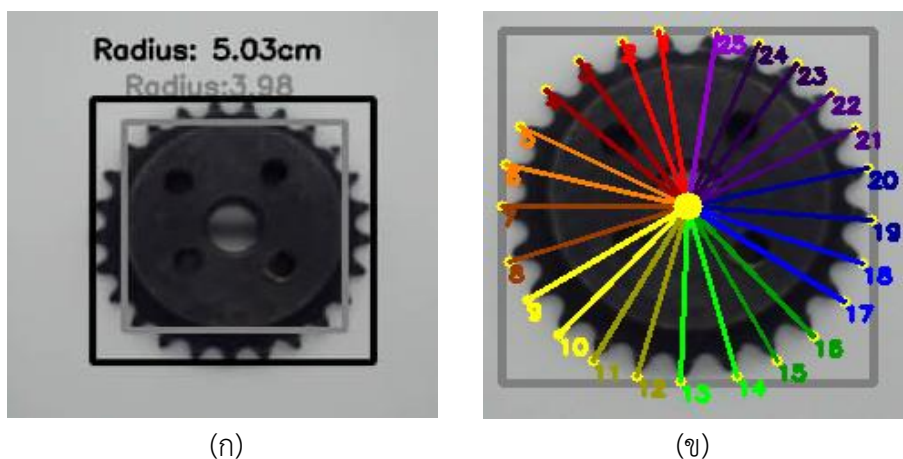
15.87 ซึ่งเมื่อค่าสี HSV และขนาดของเหรียญแต่ละเหรียญ มาเขียนโปรแกรมเพื่อแยกแยะค่า จากนั้นทำการสร้างเส้นเค้าโครง ซึ่งสามารถแสดงขนาดในลักษณะของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ และชนิดของเหรียญนั้น ๆ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขนาดเหรียญ และชนิดของเหรียญหลังการแยกแยะ

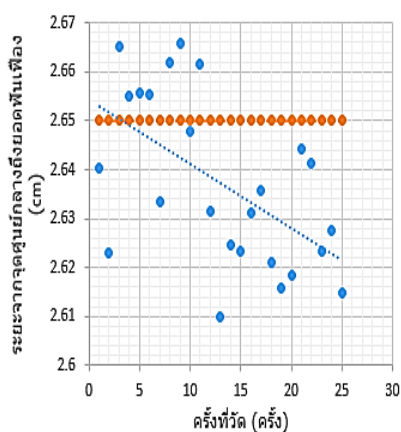
จากภาพที่ 3 การวัดขนาดเหรียญขนาดต่าง ๆ เพื่อทดสอบการคำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ซึ่งจากภาพจะเห็นได้ว่าการหาขนาดของเหรียญแต่ละเหรียญ โดยการใช้วิธีการขนาดขอบของเหรียญที่มีความแตกต่างกับพื้นหลัง

2. การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเฟือง การนับจำนวนฟันเฟือง และการหาค่าองศาของฟันเฟืองซึ่งเป็นการหาค่าด้วยวิธีการอ่านค่าสี และการหาขนาดด้วยวิธีการหารระยะห่างของจุด 2 จุด แล้วแสดงผลในลักษณะของหน่วยเซนติเมตร ซึ่งผลการหาเส้นผ่านศูนย์กลางของเฟืองที่นำมาทดสอบพบว่าค่าเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอกอยู่ที่ 5.03 เซนติเมตร และค่าเส้นผ่านศูนย์กลางวงในอยู่ที่ 3.98 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4(ก) จากนั้นทำการสร้างเส้นเค้าโครงเพื่อนับจำนวนของฟันเฟือง พร้อมทั้งวัดขนาดของฟันเฟืองโดยใช้วิธีการวัดค่าจากจุดศูนย์กลางไปยังปลายสุดของฟันเฟือง ซึ่งผลการนับสามารถนับจำนวนฟันเฟืองได้ที่ 25 ฟันเฟืองดังภาพที่ 4(ข)

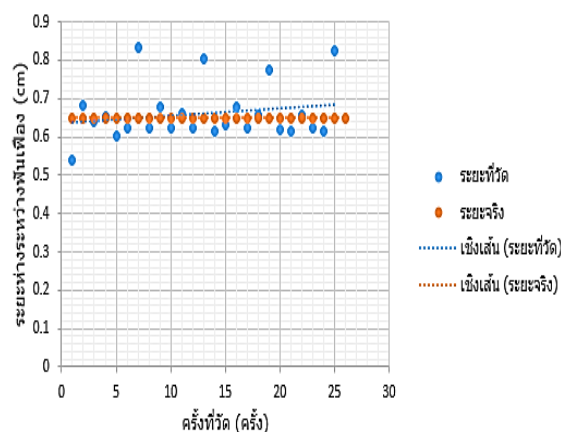


ภาพที่ 4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเฟือง และการนับจำนวนฟันเฟือง

จากนั้นทำการวัดค่าจากจุดศูนย์กลางไปยังปลายสุดของฟันเฟือง และวัดระยะห่างระหว่างจุดปลายสุดของฟันเฟืองจุดที่ 1 ไปจุดที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งเป็นการแสดงผลการวัดในแต่ละครั้ง ทั้งหมด 25 ครั้ง ซึ่งผลการวัดค่าจากจุดศูนย์กลางไปยังปลายสุดของฟันเฟือง โดยการวัดจะเปรียบเทียบกับค่าจริง โดยค่าที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยที่ 2.64 เซนติเมตร จากค่าจริงที่ 2.65 มีค่าความผิดพลาดที่ร้อยละ 1.98 ดังภาพที่ 5(ก) และผลการวัดระยะห่างระหว่างจุดปลายสุดของฟันเฟือง โดยการวัดจะเปรียบเทียบกับค่าจริง โดยค่าที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยที่ 0.66 เซนติเมตร จากค่าจริงที่ 0.65 มีค่าความผิดพลาดที่ร้อยละ 1.71 ดังภาพที่ 5(ข)



(ก)



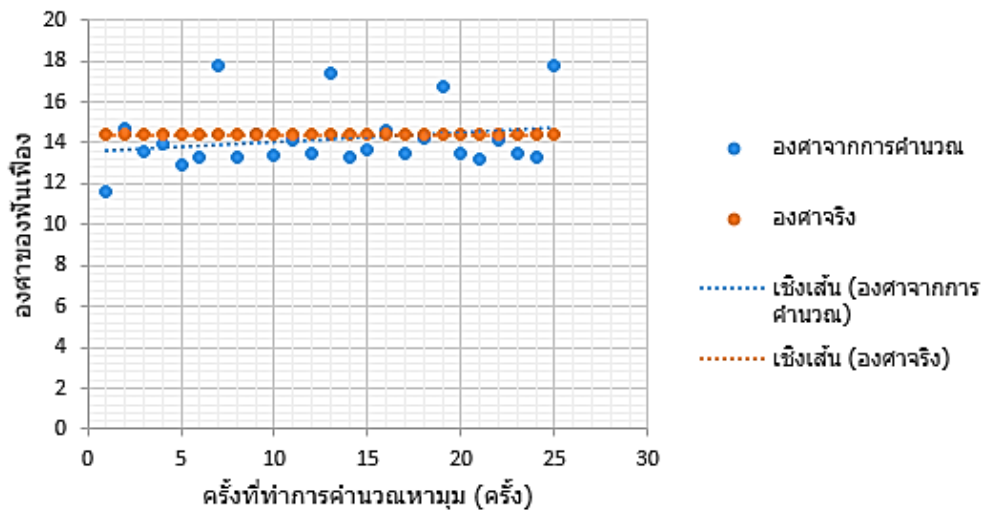
(ข)

ภาพที่ 5 ระยะจากจุดศูนย์กลางไปยังปลายสุดของฟันเฟือง และระยะห่างระหว่างจุดปลายสุดของฟันเฟือง 2 จุด

เมื่อทำการวัดค่าระยะจากจุดศูนย์กลางไปยังปลายสุดของฟันเฟือง และระยะห่างระหว่างจุดปลายสุดของฟันเฟือง 2 จุดแล้วนั้น ทำการคำนวณหาค่าองศาของมุมโดยใช้สูตรตรีโกณมิติ เพื่อให้ค่าของมุม ซึ่งผลการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยการคำนวณจะเปรียบเทียบกับค่าจริง โดยค่าที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยที่ 14.215 เซนติเมตร จากค่าจริงที่ 14.4 มีค่าความผิดพลาดที่ร้อยละ 1.28 โดยแสดงผลการคำนวณในรูปของกราฟเพื่อให้เห็นถึงการกระจายตัวของผลการคำนวณหองศาของฟันเฟือง ดังภาพที่ 6

ตารางที่ 2 การคำนวณหาองศาของพื้นเพ็อง

ลำดับ	Measure value	True value	Relative error
1	11.620	14.4	19.303
2	14.725	14.4	2.258
3	13.613	14.4	5.463
4	13.925	14.4	3.296
5	12.929	14.4	10.209
6	13.297	14.4	7.654
7	17.818	14.4	23.737
8	13.310	14.4	7.565
9	14.412	14.4	0.089
10	13.401	14.4	6.931
11	14.103	14.4	2.057
12	13.472	14.4	6.444
13	17.379	14.4	20.690
14	13.278	14.4	7.788
15	13.638	14.4	5.29
16	14.597	14.4	1.371
17	13.439	14.4	6.668
18	14.241	14.4	1.099
19	16.757	14.4	16.373
20	13.458	14.4	6.539
21	13.226	14.4	8.146
22	14.134	14.4	1.847
23	13.512	14.4	6.160
24	13.263	14.4	7.893
25	17.816	14.4	23.725
ค่าเฉลี่ย	14.215	14.4	1.284



ภาพที่ 6 ค่าองศาของฟืนเฟืองที่คำนวณได้

วิจารณ์ผล

1. จากผลการอ่านค่าสี และขนาดของเหรียญที่ได้มาตรฐานสกุลเงินไทยทุกเหรียญ และเงินสกุลต่างประเทศ ซึ่งสามารถอ่านค่าสี ขนาด และแยกแยะชนิดของเหรียญได้ โดยใช้ 2 วิธีคือ 1. เหรียญส่วนใหญ่มีขนาดที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถแยกชนิดเหรียญได้ 2. หากมีเหรียญที่มีขนาดเหรียญเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากจำเป็นต้องใช้วิธีการเปรียบเทียบสีร่วมด้วย ซึ่งจากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าจะมีการกำหนดค่าสี HSV อยู่ 2 ค่า คือ H min, H max, S min, S max, V min, V max. จะมี 2 ค่า คือ 0, 179, 0, 108, 0, 255 และค่า 0, 50, 40, 255, 0, 255 ตามลำดับ

2. จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่าผลการวัดขนาดระยะจากจุดศูนย์กลางไปยังปลายสุดของฟืนเฟือง และระยะห่างระหว่างจุดปลายสุดของฟืนเฟือง 2 จุด จะมีผลการวัดที่กระจายตัวในแต่ละครั้งในการวัดซึ่งเกิดจากการอ่านค่าสีของภาพที่มีความผิดพลาดทำให้ค่าที่วัดได้ผิดไปจากค่าจริง

3. จากภาพที่ 7 เมื่อทำการวัดค่าระยะจากจุดศูนย์กลางไปยังปลายสุดของฟืนเฟือง และระยะห่างระหว่างจุดปลายสุดของฟืนเฟือง 2 จุดแล้วนั้น ทำการคำนวณหาค่าองศาของมุมโดยใช้สูตรตรีโกณมิติ เพื่อให้ค่าของมุม ซึ่งผลการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยการคำนวณจะเปรียบเทียบกับค่าจริง ซึ่งมีความผิดพลาดที่ร้อยละ 1.28

สรุปผล

ผลการพัฒนาการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพเพื่อตรวจสอบขนาด และจำนวนฟืนเฟือง ซึ่งการวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิเคราะห์หาขนาดด้วยการทดสอบการหาขนาดของเหรียญที่ได้มาตรฐานสกุลเงินไทยทุกเหรียญ และเงินสกุลต่างประเทศ จำนวน 10 เหรียญ จากนั้นดำเนินการหาขนาดของฟืนเฟือง จำนวนของฟืนเฟือง องศาของฟืนเฟือง ตามลำดับ โดยผลการอ่านค่าสี และขนาดของเหรียญที่ได้มาตรฐานสกุลเงินไทย

ทุกเหรียญ และเงินสกุลต่างประเทศ ประกอบไปด้วยเหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท 10 บาท 50c (ออสเตรเลีย), \$1 (ออสเตรเลีย) และ \$50 (ออสเตรเลีย) จะมีค่าความผิดพลาดระหว่างร้อยละ 7.14 ถึง 15.87 และผลการวัดขนาดภายในและภายนอก องศาหรือมุมของพื้นเพื่อง ซึ่งทั้ง 2 การทดลองจะแสดงในรูปแบบของค่าที่ได้จากการวัด เปรียบเทียบกับค่าจริง เพื่อหาค่าความผิดพลาดในการนับ และวัดระยะ จะมีค่าความผิดพลาดของการคำนวณหาองศาของพื้นเพื่องระหว่างร้อยละ 0.089 ถึง 23.737

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่สนับสนุน สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- วริทธิ์ อิงภากรณ์ และชาญ ญัตตงาน. 2556. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2. สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.
- สมเกียรติ อุดมธรรษากุล. 2554. การประมวลผลภาพดิจิทัลเบื้องต้น. สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด. กรุงเทพฯ.
- Meichen, D. 2021. Quantitative contrast of urban agglomeration colors based on image clustering algorithm: Case study of the Xia-Zhang-Quan metropolitan area. Journal of Frontiers of Architectural Research Volume 10, Issue 3, September: 692-700.
- Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. 2008. Digital Image Processing Third Edition. Pearson Education, Inc.,
- Ravishankar, C., and Sridevi P. 2014. Image Processing and Acquisition using Python. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Siddharth, M., Shubham, G., Mangesh, K., Kunal, G., and Amit H. 2018. Object Detection and Tracking Using Image Processing. Journal of Engineering Research and Application, Vol. 8, Issue 2, (Part -1): 39-41.

ค่าที่เหมาะสมต่อคุณภาพข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ด้วยวิธีทางสถิติ

Optimizing for the quality of paddy KDML 105 using statistical methods

ประเวช เชื้อวงษ์^{1*} ปวีรรต นาสวาสดี¹ วีระพล ทับทิมดี¹

Prawach Chourwong^{1*} Pariwat Nasawat¹ Weerapol Taptimdee¹

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ เลขที่ 422 ถนนมรุพงษ์ ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000

¹ Rajabhat Rajanagarindra University 422, Maruphong Road, Na Mueang Subdistrict, Mueang District, Chachoengsao Province 24000

*Corresponding author E-mail: praveat@techno.rru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าเหมาะสมของปุ๋ยและดินที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ทำการทดลองการปลูกข้าว 4 ชุดดิน คือ ชุดดินดอนไร่ ชุดดินฉะเชิงเทรา ชุดดินดอนเมือง และชุดดินมหาโพธิ์ ทั้ง 4 ชุดดิน จะทดลองใส่ปุ๋ย 3 ชนิด คือ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ โดยมีตัวแปรตอบสนอง คือ ความกว้าง ความยาว และความหนา และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิจัย พบว่าชุดดินไม่มีอิทธิพลต่อความกว้าง แต่มีอิทธิพลต่อความยาวและความหนาของเมล็ดข้าวเปลือก สำหรับการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลักของความกว้าง พบว่า ปุ๋ยคอกจะให้ความกว้างมากที่สุด คือ 2.554 มิลลิเมตร ชุดดินดอนไร่จะให้ความยาวมากที่สุด คือ 10.165 มิลลิเมตร และความหนาที่สุดคือ 1.988 มิลลิเมตร สำหรับปัจจัยร่วม แหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ย พบว่า ชุดดินฉะเชิงเทรากับปุ๋ยคอกจะให้ความกว้างมากที่สุดคือ 2.660 มิลลิเมตร ชุดดินดอนเมืองคู่กับปุ๋ยคอกจะให้ความยาวมากที่สุด คือ 10.263 มิลลิเมตร และชุดดินดอนไร่คู่กับปุ๋ยหมักจะให้ความหนามากที่สุด คือ 2.021 มิลลิเมตร

คำสำคัญ : ค่าที่เหมาะสม, คุณภาพเมล็ดข้าวเปลือก, ข้าวขาวดอกมะลิ 105

Abstract

The purpose of this research was to determine the optimum values of fertilizer and soil effects on KDML 105 paddy's quality. The main variable of this research was rice cultivation on 4 soil sets: Don Rai soil set, Chachoengsao soil set, Don Mueang soil set and Maha Pho soil set. All soil sets will be mixed with 3 types of fertilizers: compost, manure, and bio-fertilizer. The response variables were width, length and thickness of paddy. The experimental results were analyzed using statistical program.

The results showed that all soil sets had no impact on paddy grain width. However, it has an impact the length and thickness. According to the suitability test of the main factor on width paddy, it was found that the manure had the maximum width of 2.554 mm. The Don Rai soil set had a maximum paddy length of 10.165 mm and the thickness of 1.988 mm. For the co-factor, soil source

and fertilizer type, it was found that Chachoengsao soil sets with manure had the maximum paddy width of 2.660 mm., Don Mueang soil sets with manure had the greatest paddy length of 10.263 mm., and Don Rai soil sets with fertilizer had the greatest thickness of 2.021 mm.

Keywords : Optimum, quality of paddy, KDML 105

บทนำ

การพัฒนาการผลิตข้าวและชาวนามีปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดสำคัญของการผลิตข้าวยังมีประสิทธิภาพต่ำ ด้านต้นทุนการผลิตข้าวประกอบด้วยค่าแรงงาน ค่าปุ๋ยเคมี ค่าสารเคมี ค่าเมล็ดพันธุ์ และค่าเช่าที่ดินมีสัดส่วนที่สูงมาก ทางกลับกันช่วงปี 2560-2562 ผลผลิตข้าวต่อไร่ของประเทศไทยต่ำ เฉลี่ย 446 กิโลกรัม แยกเป็นชาวนาปีมีผลผลิตต่อไร่เพียง 414 กิโลกรัม และชาวนาปรังผลผลิตต่อไร่ 642 กิโลกรัม ขณะที่ประเทศคู่แข่งมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงกว่า กรมการข้าวได้รวบรวมข้อเสนอโครงการ (Project Brief) ภายใต้แผนยุทธศาสตร์ข้าวไทย ปี 2563-2567 ของหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์จำนวน 25 โครงการดำเนินการตั้งแต่ปี 2563-2567 ยกตัวอย่าง เช่น โครงการที่ 7 เสริมสร้างศักยภาพการผลิตและการกระจายเมล็ดพันธุ์ข้าวของศูนย์ข้าวชุมชน มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการผลิตและกระจายเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีให้เพียงพอต่อความต้องการของชุมชนและเสริมสร้างความเข้มแข็งศูนย์ข้าวชุมชนในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดี และโครงการที่ 10 เพิ่มศักยภาพการผลิตและการตลาดข้าวอินทรีย์ ปี 2565 มีวัตถุประสงค์เพื่อขยายพื้นที่การผลิตข้าวที่ได้รับการรับรองมาตรฐานข้าวอินทรีย์ส่งเสริมกลุ่มเกษตรกรตามมาตรฐานข้าวอินทรีย์ใช้ผลผลิตข้าวอินทรีย์ที่ได้มาตรฐานนำไปเพิ่มมูลค่า เพื่อให้ผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานข้าวอินทรีย์ (Organic Thailand) ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ต่างประเทศ (กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะดำเนินการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าเหมาะสมที่สุดของปุ๋ย และดินต่อคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 (ความกว้าง ความยาว และความหนา) การทดลองโดยใช้ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ ประกอบด้วยชุดดินดอนไร่ ชุดดินฉะเชิงเทรา ชุดดินดอนเมือง และชุดดินมหาโพธิ์ ในวงบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร โดยมีปัจจัยร่วมเป็นปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ ประโยชน์คาดว่า จะได้รับ เป็นแนวทางให้เกษตรกรนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้พัฒนากระบวนการปลูกข้าวของตัวเองเพื่อลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ดังตัวอย่างงานวิจัยของ Prawach, et al. (2017) การทดลองปลูกข้าวโดยใช้ชุดดินฉะเชิงเทราและชุดดินดอนไร่ ใส่ปุ๋ย 7 ชนิด คือ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก น้ำหมักชีวภาพ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่าปัจจัยที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้ปริมาณการผลิตเฉลี่ยมากที่สุด คือ ชุดดินดอนไร่ และการใส่ปุ๋ยคอก และงานวิจัยของ ประเวศ และคณะ (2560) ทดสอบความเหมาะสมของข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ด้านความกว้าง ความยาว และความหนา พบว่าปัจจัยที่เหมาะสมต่อคุณภาพข้าวเปลือก ด้านความกว้างเป็นปุ๋ยเคมีผสมปุ๋ยคอก สามารถปลูกได้ทุกสภาพชุดดิน ส่วนความยาวเป็นปุ๋ยหมัก ในชุดดินฉะเชิงเทรา สำหรับความหนาเป็นปุ๋ยหมัก ในชุดดินฉะเชิงเทรา

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. เก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้ผลจากการทดลองปลูกในบ่อซีเมนต์เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1 เมตร จำนวน 36 ชุดการทดลอง โดยใช้ชุดดิน จำนวน 4 ชุด คือ ชุดดินดอนไร่ ชุดดินฉะเชิงเทรา ชุดดินดอนเมือง และชุดดินมหาโพธิ์ ทำการปรับสภาพความเป็นกรดของดินด้วยปูนขาวให้ได้ค่าความอุดมสมบูรณ์ที่ใกล้เคียงกันก่อนการให้ธาตุอาหารด้วยปุ๋ยอินทรีย์ 3 ชนิด ประกอบด้วย ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ สำหรับเมล็ดพันธุ์ คัดเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 มีความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ ไม่มีวัชพืช และสิ่งเจือปน อัตราการงอกมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป การทดลองปลูกจะทำการทดลองทุก ๆ ชุดดิน และ ทุก ๆ ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ จะทดลอง 3 ซ้ำ เท่ากัน หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตทำการชักตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่ได้ตัวอย่างละ 100 เม็ด วัดคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกด้าน ความกว้าง ความยาว และความหนา ต่อไป

2. ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดลอง เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปุ๋ยและดินต่อคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ต่อ ความกว้าง ความยาว และความหนา ทั้ง 3 รูปแบบการทดลอง และเปรียบเทียบผลการทดลองด้วยการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

2.1 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลอง (Model Adequacy Checking) เป็นการตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้องของข้อมูลที่ได้มาจากการทดลอง โดยสมมุติฐานว่ารูปแบบของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) ที่ได้จากข้อมูลในการทดลองต้องเป็นไปตามหลักการ คือ ค่าส่วนตกค้างมีการแจกแจงแบบปกติ เป็นอิสระด้วยค่าเฉลี่ยใกล้เคียง 0 และ ค่าความแปรปรวน (σ^2) มีค่าคงตัว (Stability) จึงทำให้ข้อมูลจากการทดลองมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ การตรวจสอบมีขั้นตอนดังนี้ คือ การตรวจสอบการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) ของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) การตรวจสอบค่าเฉลี่ยของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) การตรวจสอบความเสถียรของ σ^2 (Variance/Stability) และการตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) ของส่วนตกค้าง (Residuals)

2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้าง ความยาว และความหนาของข้าวเปลือก เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยทั้งหมด โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($\alpha = 0.05$)

2.3 การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลักและการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยร่วมของความกว้าง ความยาว และความหนาของข้าวเปลือก

ผลการวิจัย

1. ผลการรวบรวมข้อมูลเมล็ดข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ด้านความกว้าง ความยาว และความหนา ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลความกว้าง ความยาว และความหนาของข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105

ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)

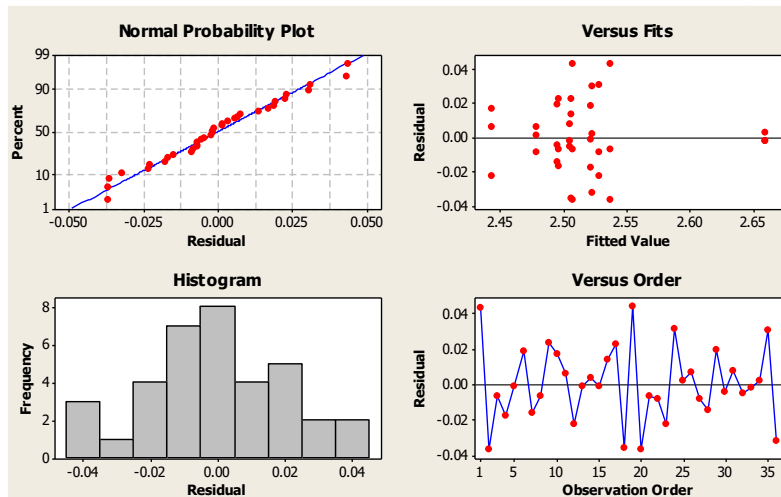
ชุดดิน	ชนิดปุ๋ย								
	ปุ๋ยหมัก			ปุ๋ยคอก			น้ำหมักชีวภาพ		
	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา	กว้าง	ยาว	หนา
ดอนไร่	2.54	10.15	2.02	2.52	10.15	2.01	2.50	10.20	1.94
ฉะเชิงเทรา	2.44	10.12	1.95	2.66	9.99	1.93	2.51	10.19	1.97
ดอนเมือง	2.51	9.94	1.94	2.53	10.26	1.95	2.48	10.03	1.94
มหาโพธิ์	2.49	10.25	1.94	2.51	10.07	1.98	2.52	10.17	1.98

2. ผลการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลอง (ดังภาพที่ 1-3) และรายละเอียดต่อไปนี้

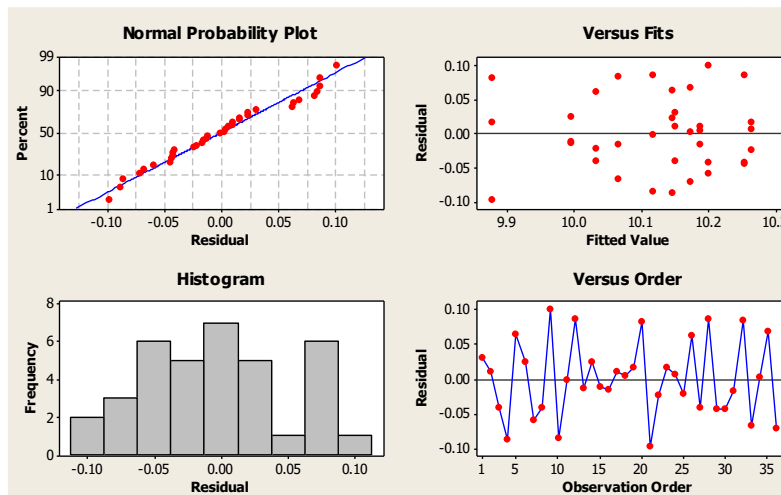
การตรวจสอบการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) ของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) ของความกว้าง ความยาว และความหนา จากกราฟ Normal Probability Plot เป็นการพิจารณาการกระจายของค่าส่วนตกค้าง ซึ่งใช้การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความกว้าง ความยาว และความหนา พบว่ามีการแจกแจงแบบปกติ เนื่องจากค่าส่วนตกค้าง มีการกระจายตัวตามแนวเส้นตรง และเส้นตรงไม่แสดงสิ่งผิดปกติ หมายความว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

การตรวจสอบความเสถียรของ σ^2 (Variance Stability) ของความกว้าง ความยาว และความหนา จากกราฟ Versus Fits ซึ่งเป็นแผนภูมิการกระจายของค่าส่วนตกค้าง เทียบกับ Fitted Value พบว่า σ^2 ของค่าส่วนตกค้างของข้อมูลมีความเสถียรของความแปรปรวน เนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละตำแหน่งและรูปแบบการกระจายตัวของค่าส่วนตกค้างไม่มีลักษณะเป็นแนวโน้มแต่อย่างใด

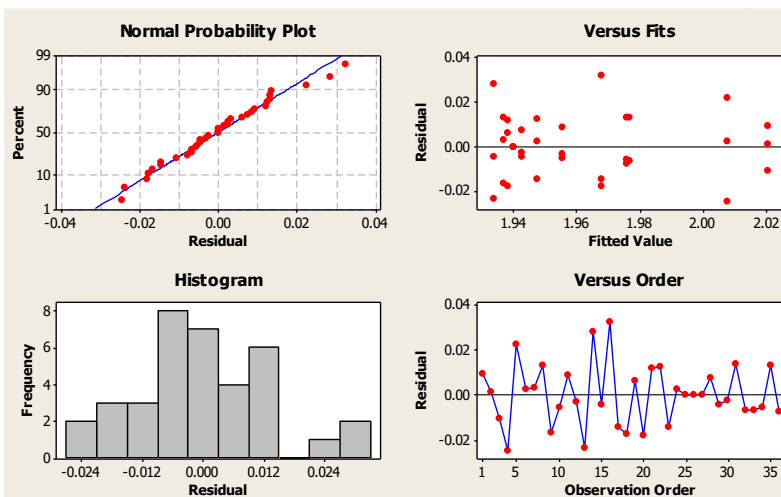
การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) ของค่าส่วนตกค้าง ของความกว้าง ความยาว และความหนา จากกราฟ Versus Order โดยการพิจารณาของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แล้วนำมาสร้างเป็นแผนภูมิการกระจายตามลำดับการทดลอง เมื่อพิจารณาการกระจายข้อมูลบนแผนภูมิพบว่า การกระจายตัวของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) มีความเป็นอิสระต่อกัน เนื่องจากไม่สามารถประมาณรูปแบบที่แน่นอนได้



ภาพที่ 1 ค่าส่วนตักข้างของความกว้าง



ภาพที่ 2 ค่าส่วนตักข้างของความยาว



ภาพที่ 3 ค่าส่วนตักข้างของความหนา

3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้าง ความยาว และความหนาของข้าวเปลือก โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($\alpha = 0.05$) ดังตารางที่ 2 และรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ความแปรปรวนข้อมูลการทดลองของความกว้าง ความยาว และความหนา

ปัจจัย	กว้าง		ยาว		หนา	
	F	P	F	P	F	P
ชุดดิน	2.89	0.056	5.75	0.004	13.63	0.000
ปุ๋ย	19.41	0.000	1.62	0.219	1.66	0.211
ชุดดิน+ปุ๋ย	14.80	0.000	12.62	0.000	9.80	0.000
	R-Sq = 85.02		R-Sq = 80.04		R-Sq = 81.10	

3.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้าง แหล่งของดินให้ค่า P-Value = 0.056 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ แปลว่าปัจจัยแหล่งของดินไม่มีอิทธิพลต่อความกว้าง ชนิดของปุ๋ยให้ค่า P-Value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ แปลว่าปัจจัยชนิดของปุ๋ยมีอิทธิพลต่อความกว้าง แหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ยให้ค่า P-Value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ แปลว่าปัจจัยแหล่งของดินกับชนิดของปุ๋ยมีอันตรกิริยา (Interaction) ต่อกัน

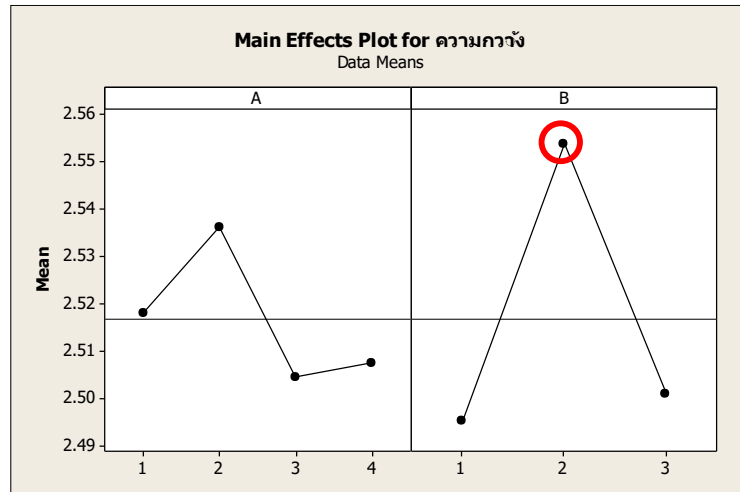
3.2 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาว แหล่งของดินให้ค่า P-Value = 0.004 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ แปลว่าปัจจัยแหล่งของดินมีอิทธิพลต่อความยาว ชนิดของปุ๋ยให้ค่า P-Value = 0.219 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ แปลว่าปัจจัยชนิดของปุ๋ยไม่มีอิทธิพลต่อความยาว แหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ยให้ค่า P-Value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ แปลว่าปัจจัยแหล่งของดินกับชนิดของปุ๋ยมีอันตรกิริยาต่อกัน

3.3 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนา แหล่งของดินให้ค่า P-Value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ แปลว่าปัจจัยแหล่งของดินมีอิทธิพลต่อความหนา ชนิดของปุ๋ยให้ค่า P-Value = 0.211 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ แปลว่าปัจจัยชนิดของปุ๋ยไม่มีอิทธิพลต่อความหนา แหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ยให้ค่า P-Value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ แปลว่าปัจจัยแหล่งของดินกับชนิดของปุ๋ยมีอันตรกิริยาต่อกัน

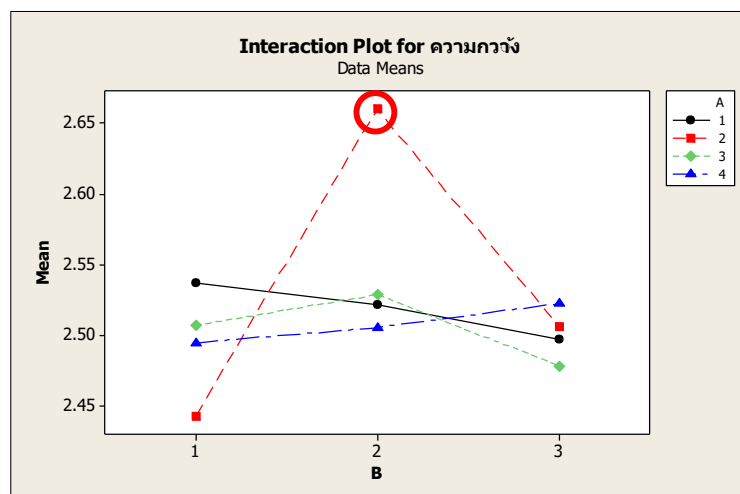
4. ผลการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลักและการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยร่วมของความกว้าง ความยาว และความหนาของข้าวเปลือก รายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ของความกว้าง คือ แหล่งของดินกับชนิดของปุ๋ย ค่าความเหมาะสมของชนิดของปุ๋ย คือ ปุ๋ยคอกจะให้ความกว้างมากที่สุด คือ 2.554 มิลลิเมตร ส่วนชุดของดินไม่มีอิทธิพลต่อความกว้างจึงไม่นำมาพิจารณาหาค่าเหมาะสม (ดังภาพที่ 4) และการทดสอบความ

เหมาะสมของปัจจัยร่วม 1 ปัจจัย ของความกว้าง คือ แหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ย พบว่ามีค่าความเหมาะสมของ แหล่งของดิน คู่กับชนิดของปุ๋ย คือชุดดินฉะเชิงเทรากับปุ๋ยคอกจะให้ความกว้างมากที่สุด คือ 2.660 มิลลิเมตร แสดงดังภาพที่ 5

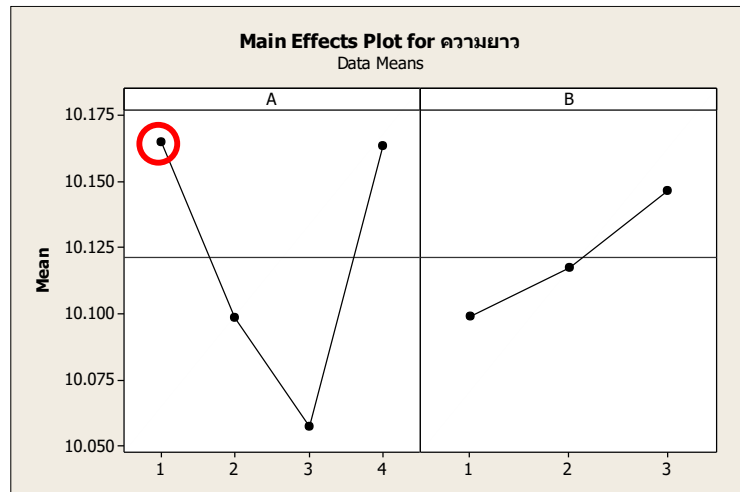


ภาพที่ 4 การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลักของความกว้าง

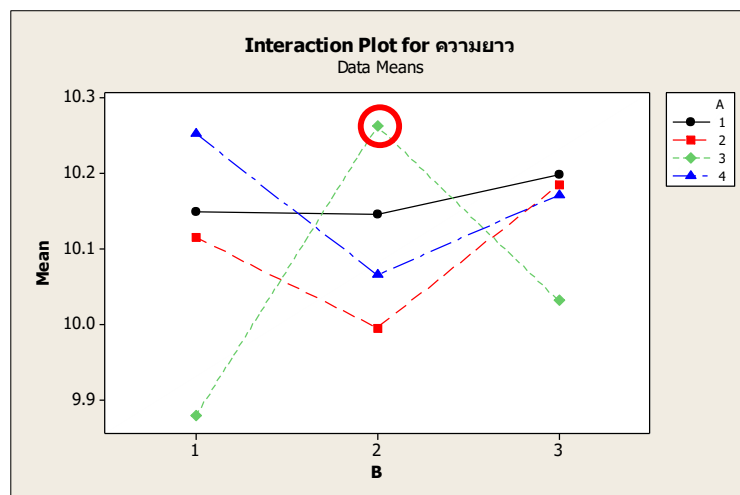


ภาพที่ 5 การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยร่วมของความกว้าง

4.2 ผลการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ของความยาว คือ แหล่งของดินกับชนิดของปุ๋ย ค่าความเหมาะสมของชุดดิน คือ ชุดดินดอนไร้จะให้ความยาวมากที่สุด คือ 10.165 มิลลิเมตร ส่วนชนิดของปุ๋ยไม่มีอิทธิพลต่อความยาวจึงไม่นำมาพิจารณาหาค่าเหมาะสม (ดังภาพที่ 6) และการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยร่วม 1 ปัจจัยของความยาว คือ แหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ย พบว่ากราฟเส้นมีค่าความเหมาะสมของแหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ย คือ ชุดดินดอนเมืองคู่กับปุ๋ยคอกจะให้ความยาวมากที่สุด คือ 10.263 มิลลิเมตร แสดงดังภาพที่ 7

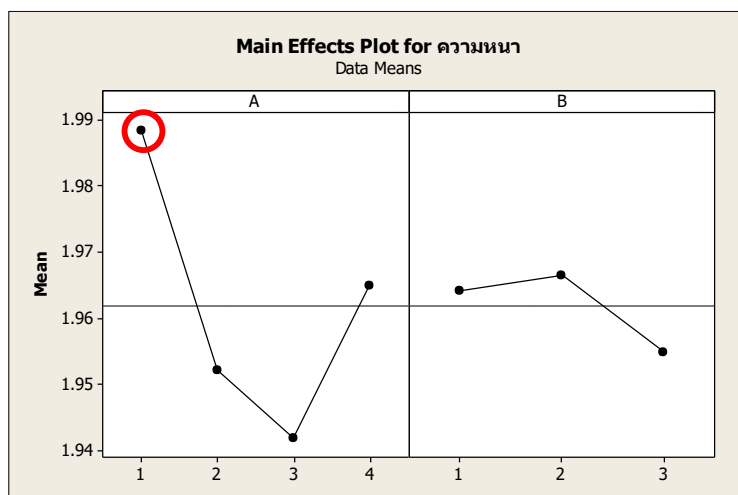


ภาพที่ 6 การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลักของความยาว

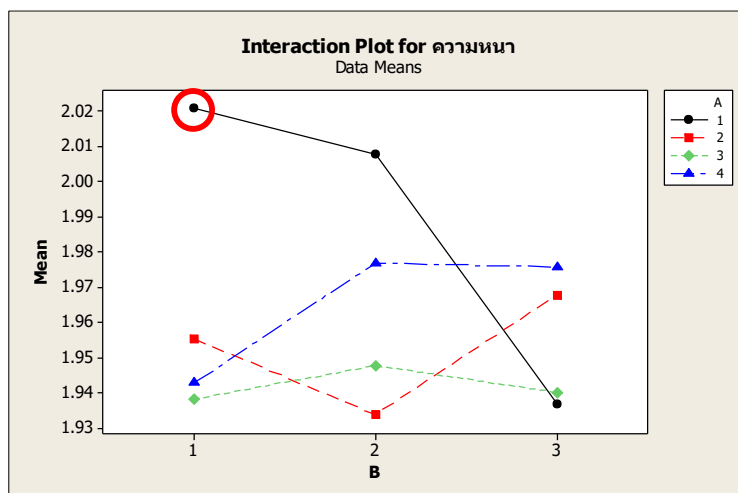


ภาพที่ 7 การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยร่วมของความยาว

4.3 ผลการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ของความหนา คือ แหล่งของดินกับชนิดของปุ๋ย ค่าความเหมาะสมของชุดดิน คือ ชุดดินดอนไร้จะให้ความหนามากสุด คือ 1.988 มิลลิเมตร ส่วนชนิดของปุ๋ยไม่มีอิทธิพลต่อความหนาจึงไม่นำมาพิจารณาหาค่าเหมาะสม (ดังภาพที่ 8) และการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยร่วม 1 ปัจจัยของความหนา คือ แหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ย พบว่ากราฟเส้นมีค่าความเหมาะสมของแหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ย คือ ชุดดินดอนไร้คู่กับปุ๋ยหมักจะให้ความหนามากที่สุด คือ 2.021 มิลลิเมตร แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 8 การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลักของความหนา



ภาพที่ 9 การทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยร่วมของความหนา

วิจารณ์ผล

ผลวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดลอง เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปุ๋ยและดินต่อคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกชาวดอกมะลิ 105 ต่อ ความกว้าง ความยาว และความหนา โดยใช้ชุดดิน จำนวน 4 ชุด คือ ชุดดินดอนไร่ ชุดดินชะเชิงเตรา ชุดดินดอนเมือง และชุดดินมหาโพธิ์ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 3 ชนิด ประกอบด้วย ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าแหล่งของดินไม่มีอิทธิพลต่อความกว้าง แต่มีอิทธิพลต่อความยาวและความหนาของเมล็ดข้าวเปลือก สำหรับผลการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลัก 2 ปัจจัยของความกว้าง พบว่า ปุ๋ยคอกจะให้ความกว้างมากที่สุด คือ 2.554 มิลลิเมตร ชุดดินดอนไร่จะให้ความยาวมากที่สุด คือ 10.165 มิลลิเมตร และชุดดินดอนไร่จะให้ความหนามากที่สุด คือ 1.988 มิลลิเมตร สำหรับปัจจัยร่วม 1 ปัจจัย คือ แหล่งของดินคู่กับชนิดของปุ๋ย พบว่ามีค่าความเหมาะสม เป็นชุดดินชะเชิงเตรากับปุ๋ยคอกจะให้ความกว้างมากที่สุด คือ 2.660 มิลลิเมตร ชุดดินดอนเมืองคู่กับปุ๋ยคอกจะให้ความยาวมากที่สุด คือ 10.263 มิลลิเมตร และชุดดินดอนไร่

คู่กับปุ๋ยหมักจะให้ความหนาแน่นมากที่สุด คือ 2.021 มิลลิเมตร สอดคล้องกับ ประเวช และคณะ (2563) ค่าความเหมาะสมของชุดดิน คือ ชุดดินดอนเมือง จะให้น้ำหนักข้าวเปลือกต่อ 100 เมล็ด มากที่สุด คือ 2.746 กรัม และค่าความเหมาะสมของชนิดของปุ๋ย คือ ปุ๋ยหมัก จะให้น้ำหนักข้าวเปลือกต่อ 100 เมล็ด มากที่สุด คือ 2.818 กรัม ยังสอดคล้องกับ ประเวช (2560) ปัจจัยที่เหมาะสมต่อปริมาณการผลิตมากที่สุดเป็นชุดดินดอนเมืองใส่ปุ๋ยคอก 321.70 กรัม/วงบ่อ รองมาเป็นชุดดินฉะเชิงเทราใส่ปุ๋ยหมัก 304.54 กรัม/วงบ่อ ชุดดินดอนไร่ใส่ปุ๋ยหมัก 300.98 กรัม/วงบ่อ และชุดดินมหาโพธิ์ใส่ปุ๋ยคอก 183.49 กรัม/วงบ่อ และสอดคล้องกับ Prawach., et al. (2018) หาค่าความเหมาะสมของเมล็ดข้าวเปลือกหอมมะลิ 105 จากการปลูกข้าวนอกฤดูการผลิต พบว่า น้ำหนักข้าวเปลือกต่อ 100 เมล็ดในชุดดินฉะเชิงเทรามีน้ำหนักสูงสุด 2.76 กรัม ใช้ปุ๋ยเคมีผสมปุ๋ยคอก และชุดดินดอนไร่ มี 2.80 กรัม ใช้ปุ๋ยเคมีผสมปุ๋ยคอก สำหรับความยาวข้าวเปลือกในชุดดินฉะเชิงเทรามีค่าสูงสุด 10.38 มิลลิเมตร ด้วยปุ๋ยเคมี และชุดดินดอนไร่ อยู่ที่ 10.28 มิลลิเมตร ใช้ปุ๋ยเคมีผสมปุ๋ยคอก

สรุปผล

เกษตรกรของไทยประสบปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดสำคัญของการผลิตข้าวยังมีประสิทธิภาพต่ำ รวมถึงต้นทุนการผลิตข้าวมีสัดส่วนที่สูงมาก การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าความเหมาะสมที่สุดของปุ๋ยและดินที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 (ความกว้าง ความยาว และความหนา) การทดลองโดยใช้ปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์ ด้วยชุดดินดอนไร่ ชุดดินฉะเชิงเทรา ชุดดินดอนเมือง และชุดดินมหาโพธิ์ และใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ ผลการวิเคราะห์ พบว่า การปลูกข้าวสามารถปลูกในชุดดินใดก็ได้เนื่องจากไม่มีอิทธิพลต่อความกว้าง แต่มีอิทธิพลต่อความยาวและความหนาของเมล็ดข้าวเปลือก สำหรับผลการทดสอบความเหมาะสมของปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ของความกว้าง พบว่า การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในชุดดินดอนไร่จะให้คุณภาพของเมล็ดข้าวดีที่สุด เนื่องด้วยผลการทดลองจะได้ความกว้าง ความยาว และความหนา สูงกว่าในชุดดินอื่น ๆ ถ้าเกษตรกรใช้ชุดดินดังกล่าวคาดว่าจะผลผลิตข้าวจะมากขึ้น สำหรับการใส่ชุดดินร่วมกับชนิดของปุ๋ย พบว่า ค่าความเหมาะสมในการใส่ปุ๋ยในชุดดินต่าง ๆ เป็นชุดดินฉะเชิงเทราควรใส่ปุ๋ยคอก ชุดดินดอนเมืองใส่ปุ๋ยคอก และชุดดินดอนไร่ใส่ปุ๋ยหมัก จากผลการวิจัยครั้งนี้ อาจเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์ ที่จะนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้พัฒนากระบวนการปลูกข้าวของเกษตรกรเองเพื่อลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิต ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงบประมาณแผ่นดินได้สนับสนุนทุนวิจัย และให้ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2564. โครงการภายใต้ยุทธศาสตร์ข้าวไทยด้านการผลิต ปี 2563-2567. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร.
- ประเวช เชื้อวงษ์, วิภาณันท์ เอียประเสริฐ และสุวีพร มีหอม. 2560. ปัจจัยที่เหมาะสมต่อคุณภาพข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ด้วยการออกแบบการทดลอง. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ISBN : 978-616-278-410-1. หน้า 676-682
- ประเวช เชื้อวงษ์. 2560. การออกแบบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105. การประชุมวิชาการระดับชาติวิจัยไร่ไพพรรณี ครั้งที่ 11 เนื่องในวโรกาสคล้ายวันพระราชสมภพสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี ครบ 113 ปี และงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา ครั้งที่ 8 จังหวัดจันทบุรี. หน้า 640-647
- ประเวช เชื้อวงษ์, วีระพล ทับทิมดี และนภดล เชนะโยธิน. 2563. ค่าที่เหมาะสมของปุ๋ย และดินสำหรับการปลูกข้าวด้วยวิธีทางสถิติ. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ประจำปี พ.ศ. 2563 เพื่อเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในโอกาสสมหามงคลพระราชพิธีบรมราชาภิเษก และฉลองครบรอบ 36 ปี มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล นครราชสีมา. หน้า 824-831
- Prawach, C., I. Wipanan, and M. Sureporn. 2017. A Quality Improvement of Manufacturing Process for Jasmine Rice 105 by Applying the Design of Experiment. International Journal of Agricultural Technology 2017 Vol. 13(7.2): p.2019-2030. ISSN 1686-9141.
- Prawach, C., I. Wipanan, and M. Sureporn. 2018. The optimum conditions cultivated KDML 105 off season in Chachoengsao Province. The 9th National & International Conference Sunanadha Rajiabhat University Bangkok, Thailand. p.174-183

เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino

The Vermicompost sorting machine, control by Arduino

นภาพร ตุ่มทองคำ^{1*} สหรัฐ ทรงทอง¹ เกียรติชัย อินไช¹ ทัชชกร พันธงชัย¹ สรณยา วันชัย¹

Napaporn Tommthongkum^{1*} Saharath Songthong¹ Kiatchai Inkhai¹ Touchchakorn Phanthongchai¹
Sonthaya Wanchai¹

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

¹ Phetchabun Rajabhat University, 83 Moo 11, Sadiang Subdistrict, Mueang District, Phetchabun Province 67000

*Corresponding author E-mail: jeab_na9@hotmail.com

บทคัดย่อ

วิจัยเรื่องนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino มีวัตถุประสงค์หลักคือการคัดแยกมูลไส้เดือนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีอุปกรณ์ในการพัฒนาได้แก่ ตะแกรงร่อน 3 ขนาดสำหรับกรองแยกมูลไส้เดือนและสิ่งปนเปื้อน มอเตอร์ Arduino และเซนเซอร์ชั่งน้ำหนักเพื่อควบคุมอุปกรณ์ให้หยุดการทำงานเมื่อน้ำหนักของมูลไส้เดือนเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ โดยในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino นี้ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนประกอบด้วย การคัดแยกและการควบคุมน้ำหนักของมูลไส้เดือน ซึ่งการทดสอบการคัดแยกนั้นได้นำดินที่ใช้เลี้ยงไส้เดือน 10 กิโลกรัม เข้าเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino โดยได้ป้อนเข้าครั้งละ 1 กิโลกรัม และได้ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 10 ครั้ง ผลการทดสอบการคัดแยกมูลไส้เดือนจะแบ่งออกเป็น 3 ช่องตามขนาดของตะแกรง ช่องที่ 1 มูลไส้เดือน ได้มูลไส้เดือนทั้งหมด 6.8 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 68.8% ช่องที่ 2 ไข่และตัวอ่อน ได้ไข่และตัวอ่อนทั้งหมด 1.2 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 12.6% และช่องที่ 3 หินและไส้เดือน ได้หินและไส้เดือนทั้งหมด 1 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 10 % และคิดเป็นค่าความสูญเสียมูลไส้เดือน 8.6% ซึ่งเป็นค่าความสูญเสียของมูลไส้เดือนที่หายไปในการทดลองโดยใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 12.07 นาที สำหรับการทดสอบด้านการควบคุมน้ำหนักได้กำหนดน้ำหนักให้เครื่องหยุดทำงานที่ 5 กิโลกรัม และวิธีการทดสอบได้นำดินที่ใช้เลี้ยงไส้เดือน 8 กิโลกรัมป้อนเข้าเครื่อง ผลการทดสอบพบว่าเครื่องหยุดทำงานเมื่อน้ำหนักมูลไส้เดือนอยู่ที่ 5 กิโลกรัม ตามค่าที่ได้ตั้งไว้โดยใช้เวลาทั้งหมด 4.20 นาที ซึ่งจากผลการทดสอบเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนนี้สามารถนำไปใช้ในกระบวนการเลี้ยงไส้เดือนและสามารถลดเวลาในการคัดแยก รวมถึงสร้างความสะดวกในการทำงานได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: มูลไส้เดือน เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือน ควบคุมอัตโนมัติ เซนเซอร์ชั่งน้ำหนัก

Abstracts

This research is aimed at developing a Vermicompost sorting machine controlled by Arduino. The main objective is to sort vermicompost as efficiently as possible. The development equipment includes 3 sizes of sieves for separating vermicompost and contaminants, motor, Arduino and weighing sensor to

control the device to stop working when the weight of vermicompost equals the set value. In testing the efficiency of the vermicomposting machine controlled by Arduino, this test is divided into 2 parts, consisting of Sorting and controlling the operation of the machine by determining the weight of the worm castings. In which the separation test brought 10 kg of soil used to feed earthworms into the vermicompost sorting machine controlled by Arduino, fed 1 kg at a time and has conducted a total of 10 experiments. Vermicompost sorting test results are divided into 3 compartments according to the size of the sieve. Channel 1 received 6.8 kilograms of vermicompost, representing 68.8%. Channel 2 got 1.2 kg of eggs and larvae, accounting for 12.6%. Channel 3 received 1 kg of stones and fillings, accounting for 10% and was 8.6% of the loss of vermicompost, which was the loss from the amount of soil fed into the machine that was lost in the experiment. The average time spent in sorting the worm castings for all 10 times was 12.07 minutes. For testing the control of the machine, a weight of 5 kg was set to stop the machine. by testing 10 times. And for testing method, 8 kg of soil used to feed earthworms was fed into the machine. The test results showed that the machine stopped working when the weight of worm castings was 5 kg according to the set value. It takes an average of 4.20 minutes. According to the test results, this vermicompost sorting machine can be used in the worm culture process and can reduce the time of sorting as well as create convenience in working as well.

Keywords: Vermicompost, Vermicompost machine, Arduino, weighing sensor

บทนำ

ปัจจุบันจังหวัดเพชรบูรณ์ประชากรส่วนใหญ่ทำอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก เนื่องจากพื้นดินในจังหวัดค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ ซึ่งมีการปลูกพืชการเกษตรหลากหลาย เช่น ข้าว ยาสูบ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ด้วยยุคสมัยที่เริ่มเปลี่ยนมีอาชีพเกี่ยวกับด้านเกษตรกรรมมากขึ้น คืออาชีพการเลี้ยงไส้เดือนสำหรับนำมูลไปใช้ในด้านการเกษตรเป็นอีกหนึ่งอาชีพที่มีการลงทุนไม่สูงมาก เพราะเลี้ยงได้ง่าย สามารถดูแลได้ง่ายและทั่วถึง การเลี้ยงไส้เดือนทำให้เกิดรายได้โดยการเลี้ยงไส้เดือนดินขาย รวมทั้งการเลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อนำมูลไส้เดือนดินขาย อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนและลดการใช้สารเคมี นอกจากนี้การใช้มูลไส้เดือนดินในการปลูกพืชจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น การเลี้ยงไส้เดือนนั้นสามารถที่เลี้ยงในกะละมัง บ่อเลี้ยงไส้เดือน หรือแบบโรงเรือนไส้เดือนได้ ไส้เดือนเป็นสัตว์ชอบอาศัยอยู่ในที่มืด อุณหภูมิที่ค่อนข้างเย็น อาหารของไส้เดือนคือมูลวัวผสมอยู่ในดิน และเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มูลไส้เดือนนั้นมีคุณภาพ ไส้เดือนใช้เวลาในการผลิตมูลประมาณ 30 – 45 วัน จึงจะสามารถเก็บมูลไส้เดือนได้ 1 รอบ และการเก็บมูลไส้เดือนนั้น โดยทั่วไปมูลไส้เดือนจะปะปนอยู่กับดิน ไส้เดือนมักมีถุงไข่ติดและตัวอ่อนจำนวนมาก ทำให้มีจำนวนไส้เดือนที่อาจลดลงและส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตมูลไส้เดือนนั้นลดลงตามไปด้วย

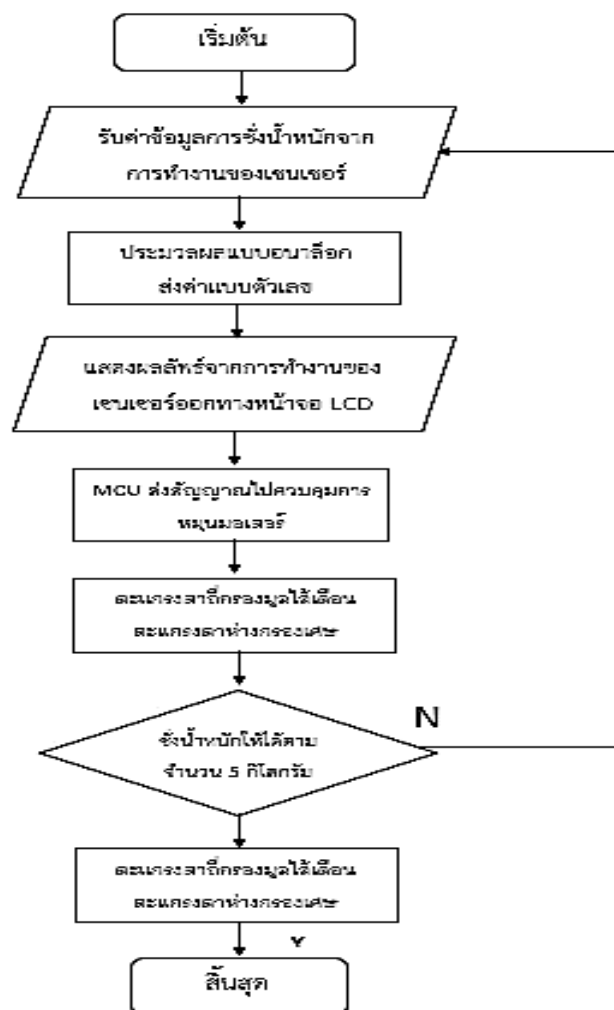
นอกจากนี้ยังพบว่ามูลของไส้เดือนดินที่ได้จากการเพาะเลี้ยง มักมีเศษอาหารเศษผักและเศษผลไม้ปะปนอยู่ด้วยทำให้เกษตรกรต้องทำการคัดแยกมูลไส้เดือนดิน เพื่อแยกเศษอาหารก่อนซึ่งขั้นตอนดังกล่าวใช้เวลาในการคัดแยกนาน ทำให้เกิดความเมื่อยล้าเพราะปริมาณของมูลไส้เดือนดินต่อหนึ่งถังมีขนาดหลายกิโลกรัม มูลไส้เดือนนั้นมีขนาดที่เล็กและปะปนอยู่กับดิน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยมีแนวคิดจัดทำเครื่องแยกมูลไส้เดือน เพื่อลดเวลาในการคัดแยก สร้างความสะดวกในการทำงาน และรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino ได้กำหนดวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. การออกแบบกระบวนการการทำงานของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino

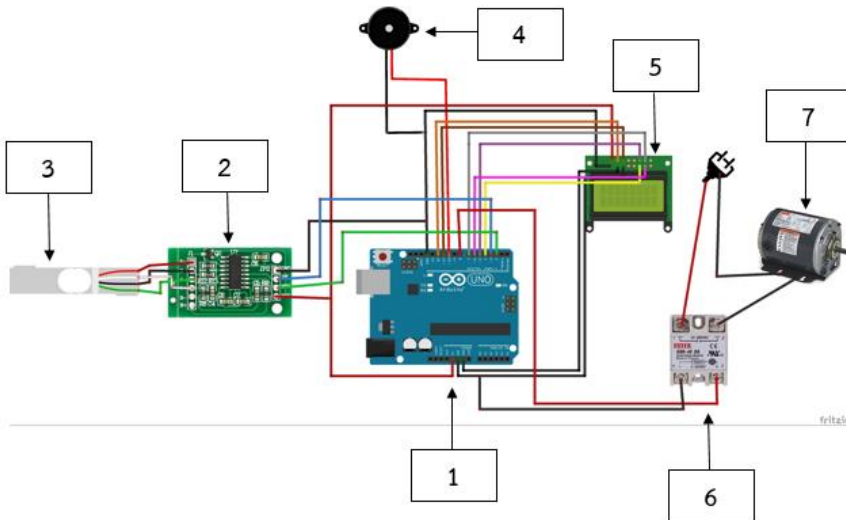
กระบวนการการทำงานของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino โดยขั้นตอนการทำงานของเครื่องนั้นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการทำงานเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino

2. การออกแบบวงจรไฟฟ้า

การออกแบบวงจรไฟฟ้าและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 ซึ่งได้ใช้โปรแกรม Fritzing ในการออกแบบ



ภาพที่ 2 แบบวงจรไฟฟ้าเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino

จากภาพที่ 2 ได้แสดงแบบวงจรไฟฟ้าและการเชื่อมต่ออุปกรณ์หลักของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino ซึ่งประกอบด้วย 7 ส่วนดังนี้

หมายเลข 1 บอร์ด Arduino UNO R3

หมายเลข 2 การต่อตัวขยายสัญญาณ HX711 เข้ากับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยการนำขา GND ต่อเข้ากับขา GND ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา DT ต่อเข้ากับขา 3 ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา SCK ต่อเข้ากับขา 2 ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา VCC ต่อเข้ากับขา +5VDC ของบอร์ด Arduino UNO R3

หมายเลข 3 การต่อเซนเซอร์ (Load Cells) เข้ากับตัวขยายสัญญาณ HX711 โดยการนำสายสีแดงต่อเข้ากับขา E+ ของตัวขยายสัญญาณ HX711 นำสายสีดำต่อเข้ากับขา E- ของตัวขยายสัญญาณ HX711 นำสายสีขาวต่อเข้ากับขา A+ ของตัวขยายสัญญาณ HX711 นำสายสีเขียวต่อเข้ากับขา A ของตัวขยายสัญญาณ HX711

หมายเลข 4 การต่อ BUZZER เข้ากับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยการนำสายสีแดงต่อเข้ากับขา 8 ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำสายสีดำต่อเข้ากับขา GND ของบอร์ด Arduino UNO R3

หมายเลข 5 การต่อจอแสดงผล LCD เข้ากับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยการนำขา VSS ต่อเข้ากับขา GND ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา VDD ต่อเข้ากับขา +5VDC ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา VO ต่อเข้ากับขา GND นำขา RS ต่อเข้ากับขา 12 ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา R/W ต่อเข้ากับขา GND ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา E ต่อเข้ากับขา 11 ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา DB4 ต่อเข้ากับขา 4

ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา DB5 ต่อเข้ากับขา 5 ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา DB6 ต่อเข้ากับขา 6 ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา DB7 ต่อเข้ากับขา 7 ของบอร์ด Arduino UNO R3

หมายเลข 6 การต่อ Relay เข้ากับบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา 3 ต่อเข้ากับขา 10 ของบอร์ด Arduino UNO R3 นำขา 4 ต่อเข้ากับขา GND ของบอร์ด Arduino UNO R3

หมายเลข 7 การต่อ Relay และ Adapter เข้ากับมอเตอร์ โดยการนำขา 1 ต่อเข้ากับสาย VCC ของ Adapter นำขา 2 ต่อเข้ากับขา VCC ของมอเตอร์ นำสาย GND ของมอเตอร์ต่อเข้ากับสาย GND ของ Adapter

3 การออกแบบโครงสร้างเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino

การออกแบบโครงสร้างเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนในงานวิจัยนี้สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย 7 ส่วนหลักดังนี้

หมายเลข 1 ช่องวัดน้ำหนักมูลไส้เดือน ขนาด กว้าง 60 ซม.

หมายเลข 2 ช่องแยกไข่และตัวอ่อนไส้เดือน ขนาด กว้าง 30 ซม.

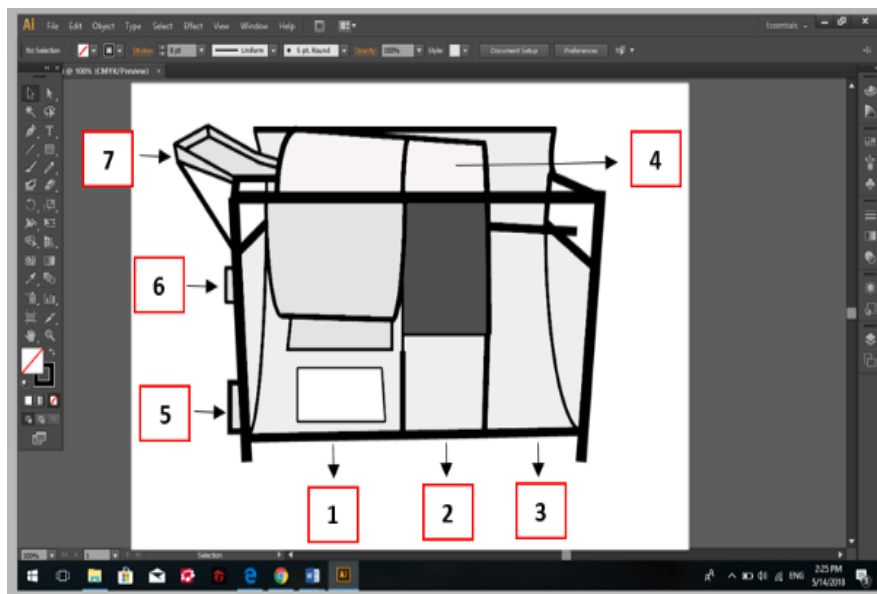
หมายเลข 3 ช่องแยกเศษหินและไส้เดือน ขนาด กว้าง 38 ซม.

หมายเลข 4 ตะแกรงร่อน ขนาด 80 ซม.

หมายเลข 5 ก่อ่งใส่ Arduino ขนาด 12x16 ซม.

หมายเลข 6 คัทเอ๊าท์ ขนาด 6x12 ซม.

หมายเลข 7 ถาดเทมูลไส้เดือน ขนาด 50x75 ซม.



ภาพที่ 3 แบบจำลองเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino นี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพ เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino ณ โรงเพาะเลี้ยงไส้เดือน สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โดยผลทดสอบได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวัดประสิทธิภาพการคัดแยกของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino

ครั้งที่	น้ำหนักก่อนแยก (Kg)	ช่องที่ 1 มูลไส้เดือน (Kg)	ช่องที่ 2 ไข่และตัวอ่อน (Kg)	ช่องที่ 3 หินและไส้เดือน (Kg)	เวลา (นาที)	ร้อยละของการสูญเสีย (%)
1	1.0	0.70	0.10	0.10	1.51	10%
2	1.0	0.70	0.10	0.10	1.19	10%
3	1.0	0.70	0.10	0.10	1.23	10%
4	1.0	0.70	0.12	0.10	1.25	8%
5	1.0	0.70	0.12	0.10	1.20	8%
6	1.0	0.70	0.12	0.10	1.10	8%
7	1.0	0.69	0.19	0.10	1.16	2%
8	1.0	0.69	0.12	0.10	1.02	9%
9	1.0	0.70	0.11	0.10	1.25	9%
10	1.0	0.60	0.18	0.10	1.22	12%
ค่าเฉลี่ย		0.68	0.12	0.10	1.21	8.6%
ค่าเฉลี่ย						8.6%

การทดสอบคัดแยกมูลไส้เดือน ซึ่งใช้น้ำหนัก 10 กิโลกรัม แบ่งการทดลองเป็น 10 ครั้ง ครั้งละ 1 กิโลกรัม การคัดแยกช่องที่ 1 มูลไส้เดือนได้มูลไส้เดือนทั้งหมด 6.8 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 68.8% ช่องที่ 2 ไข่และตัวอ่อนได้ไข่และตัวอ่อนทั้งหมด 1.2 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 12.6% และช่องที่ 3 หินและไส้เดือน ได้หินและไส้เดือนทั้งหมด 1 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 10% และคิดเป็นค่าความสูญเสียมูลไส้เดือน 8.6% ซึ่งเป็นค่าความสูญเสียของมูลไส้เดือนที่หายไปในการทดลอง ดังได้แสดงในตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองครั้งที่ 7 จะเห็นว่ามีผลการคัดแยกมูลไส้เดือนได้ว่าทุกครั้งเนื่องจากผลการทดลองว่า การสูญเสียน้อยกว่าทุกครั้งคือ 2% ซึ่งมีช่องที่ 1 มูลไส้เดือนคัดแยกมูลไส้เดือนได้ปกติคือ 690 กรัมแต่ช่องที่ 2 ไข่และตัวอ่อนนั้นมีการคัดแยกได้มากกว่าปกติคือ 190 กรัม อาจมีการรื้อไหลของมูลไส้เดือนมาปะปนกันในช่องที่ 2 และสามารถคัดแยก ไข่และตัวอ่อนได้มากปกติ และช่องที่ 3 หินและไส้เดือนคัดแยกได้ปกติคือ 100 กรัม และจากผลการทดลองจำนวน 10 ครั้ง จะเห็นได้ว่าได้มูลไส้เดือนจำนวนน้อยกว่าการทดลองทุกครั้ง เนื่องจากพบว่าการนำมูลไส้เดือนมาคัดแยกแต่ละรอบนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งในครั้งที่ 10 นี้จะพบว่าช่องที่ 2 ไข่และตัวอ่อนมีขนาดเยอะกว่ามูลไส้เดือนมากกว่าปกติของการทดลองและมีการสูญเสียมูลไส้เดือนมากกว่าการทดลองครั้งที่ผ่านมาเนื่องจากพบว่ามูลไส้เดือนติดตะแกรงร่อน ช่องที่ 1 มูลไส้เดือนมีรอยร่วนขนาดเล็กทำให้เกิด

การสูญเสียตามผลการทดลอง สำหรับการทดสอบเซนเซอร์ซึ่งน้ำหนักเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino เพื่อวัดประสิทธิภาพเซนเซอร์ซึ่งน้ำหนักของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือน โดยกำหนดให้เครื่องหยุดทำงานเมื่อคัดแยกมูลไส้เดือนได้ 5 กิโลกรัม ดังแสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการชั่งน้ำหนักของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino

ครั้งที่	น้ำหนักก่อนแยก (Kg)	ช่องที่ 1 มูลไส้เดือน (Kg)	ช่องที่ 2 ไข่และตัวอ่อน (Kg)	ช่องที่ 3 หินและไส้เดือน (Kg)	เวลา (นาที)
1	8.0	5.0	1.50	1.1	4.02
2	8.0	5.0	1.50	1.1	4.08
3	8.0	5.0	1.50	1.1	4.21
4	8.0	5.0	1.60	1.0	4.38
5	8.0	5.0	1.60	1.0	4.30
6	8.0	5.0	1.50	1.1	4.12
7	8.0	5.0	1.60	1.0	4.27
8	8.0	5.0	1.60	1.0	4.25
9	8.0	5.0	1.50	1.1	4.32
10	8.0	5.0	1.50	1.1	4.29
ค่าเฉลี่ย		5.0	1.54	1.06	4.24

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองนำมูลไส้เดือนน้ำหนักทั้งหมด 8 กิโลกรัม จะคัดแยกเฉพาะมูลไส้เดือนได้ทั้งหมดโดยเฉลี่ย 5 กิโลกรัมตามเซนเซอร์ซึ่งน้ำหนักที่ตั้งไว้ แยกไข่และตัวอ่อนได้ทั้งหมดโดยเฉลี่ย 1.54 กิโลกรัม แยกหินและไส้เดือนได้ทั้งหมดโดยเฉลี่ย 1.06 กิโลกรัม โดยใช้เวลาเฉลี่ย 4.24 นาที

วิจารณ์ผล

เขาวลิต สกัต และคณะ (2554) ได้จัดทำเครื่องร่อนมูลไส้เดือน เพื่อผลิตและจำหน่ายให้กับเกษตรกรผู้ผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่มีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น โดยปุ๋ยที่ได้ต้องสามารถแยกเศษวัสดุที่ไม่ต้องการ และเป็นการร่อนมูลไส้เดือนดินที่มีขนาดใหญ่ให้แตกตัวอย่างละเอียด การทดสอบเครื่องร่อนมูลไส้เดือนดิน จำนวน 25 กิโลกรัม ปรับความเร็วรอบตั้งแต่ 100 ถึง 500 รอบต่อนาที เปลี่ยนความเร็วรอบขึ้นทีละ 100 รอบต่อนาที และปรับเปลี่ยนมุมเอียงตะแกรงร่อนตั้งแต่ 10 15 และ 20 องศา ต่อการทดสอบในแต่ละครั้งที่การทดสอบ โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาความเร็วรอบ องศาตะแกรงร่อน ที่เหมาะสมในการร่อนมูลไส้เดือนดิน จากการทดสอบแยกมูลไส้เดือนดิน 25 กิโลกรัม พบว่าความเร็วรอบเพลลาขับตะแกรงแยกมูลไส้เดือนดินที่เหมาะสมเท่ากับ 300 รอบต่อนาที มุมเอียงตะแกรงแยกปุ๋ยมูลไส้เดือนดินเท่ากับ 10 องศา ใช้เวลาในการแยกปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 6 นาที คิดอัตราการผลิตได้ 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เมื่อเปรียบเทียบกับ การวิจัยและพัฒนาเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino ในงานวิจัยนี้ จะเห็นได้ว่าเครื่องร่อนมูลไส้เดือนของ เขาวลิต สกัต และคณะ (2554) สามารถคัดแยกโดยการร่อนมูลไส้เดือนได้ เป็นจำนวนมากกว่าเหมาะสำหรับการธุรกิจการเลี้ยงไส้เดือนและได้ปุ๋ยไส้เดือนจำนวนมาก ส่วนเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino เป็นการพัฒนาเอาระบบอัจฉริยะเข้ามาช่วยโดยการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการ ชั่งน้ำหนักเพื่อใช้สำหรับบรรจุปุ๋ยไส้เดือนลงถุง ซึ่งทางผู้ใช้งานคือสาขาสัตวศาสตร์ได้กำหนดขนาดบรรจุปุ๋ย สำหรับขายขนาด 1 กิโลกรัม และ 5 กิโลกรัม ดังนั้นทางผู้วิจัยได้ทำการสร้างปุ่มกำหนดการตั้งค่าการชั่งน้ำหนักไว้ 3 รูปแบบคือ 1 กิโลกรัม 5 กิโลกรัม และไม่กำหนดน้ำหนัก ซึ่งรูปแบบสุดท้ายนี้ผู้ใช้งานสามารถเปิดปิดเครื่องได้ เองตามต้องการ

สรุปผล

ผู้ศึกษาได้สรุปผลการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino ได้ดังนี้ จากการคัดแยกมูลไส้เดือน 10 กิโลกรัม แบ่งการทดลองทั้งหมดเป็น 10 ครั้ง ครั้งละ 1 กิโลกรัม หากพิจารณา เฉพาะผลการคัดแยกมูลไส้เดือนช่องที่ 1 ผลการคัดแยกมูลไส้เดือนโดยรวมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 68.8% ซึ่งอยู่ใน เกณฑ์ระดับดี ส่วนผลการทดลองเซนเซอร์ชั่งน้ำหนักเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino นำมูลไส้เดือนน้ำหนักทั้งหมด 8 กิโลกรัม จะคัดแยกเฉพาะมูลไส้เดือนได้ทั้งหมด 5.0 กิโลกรัมตามเซนเซอร์ชั่งน้ำหนัก ที่ตั้งไว้ ใช้เวลาเฉลี่ย 4.20 นาที

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยและพัฒนาเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino สำเร็จได้ด้วยดีคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณาจารย์ในสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาและสนับสนุนทรัพยากรในจัดทำวิจัยในครั้งนี้ พร้อมทั้งขอขอบพระคุณอาจารย์จันทร์จิรา โตะขวัญแก้ว ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนควบคุมด้วย Arduino จะเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานและผู้สนใจทุกท่าน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกๆ ท่าน ขอขอบพระคุณบิดามารดา ญาติ และเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจ ให้มาโดยตลอด และสนับสนุนการทำสารนิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, และคณะ.2556. ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกระเทียม. แก่นเกษตร 41(2):191-198
จันทร์จิรา โตะขวัญแก้ว. 2557. การเปรียบเทียบวัสดุรองพื้นที่ในการเลี้ยงไส้เดือนที่แตกต่างกันต่อการผลิตมูลไส้เดือนในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์เทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

เขาวลิต สกั๊ด และ สุพจน์ พะสุ. 2554. เครื่องร่อนมุมไล่เดือนดิน. แหล่งข้อมูล : <http://hrd.rmutl.ac.th/qadocUpload/pj/3500500248940/150827202342fullpp.pdf>. ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2562

เซนเซอร์วัดน้ำหนัก. แหล่งข้อมูล : <http://www.projectelec.com>. ค้นเมื่อ 25 มกราคม 2563

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. 2560. คัมภีร์การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino. ซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพฯ

ณรงค์ ขอนตะวัน. 2554. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ. ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ. กรุงเทพฯ

ประภาส พุ่มพวง. 2561. การเขียนและการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม Arduino. ซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพฯ.

สมพร ประยงค์ทรัพย์. 2557. การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องคัดแยกขนาดเมล็ดข้าวสาร สำหรับชุมชน. วารสาร
วิทยาศาสตร์ คชสาส์น 37(2) : 73-88

ผลของน้ำโอโซนต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและคุณภาพของพริกจินดาแห้ง Effect of ozone washing on fungi growth inhibition and quality of dry chili cv. Jinda

เยาวลักษณ์ พันธุ์กลิ่นแก้ว¹ วิพรพรรณ เนื่องเม็ก¹ และ วาสนา พิทักษ์พล^{1*}

Yaowaluck Panklinkeao¹, Wipornpan Nuangmek¹ and Wasna Pithakpol^{1*}

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

¹ Agricultural , Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

*Corresponding author E-mail: wasnan@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำโอโซนต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและคุณภาพพริกจินดาแห้ง โดยนำพริกจินดาสดมาล้างด้วยน้ำโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 100, 150 และ 200 mg/h และล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน (น้ำ DI) เป็นระยะเวลา 10 นาที และพริกชุดควบคุมที่ไม่ล้างน้ำ นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นไปเก็บรักษาในสภาพที่อุณหภูมิห้องที่มีความชื้นสูงเป็นระยะเวลา 21 วัน พบว่าการล้างด้วยน้ำโอโซนทุกความเข้มข้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ โดยที่น้ำโอโซนที่ความเข้มข้น 200 mg/h มีประสิทธิภาพช่วยลดปริมาณเชื้อราได้ดีที่สุด โดยมีจำนวนโคโลนีเชื้อรา 0.15×10^3 CFU/g ขณะที่พริกที่ล้างด้วยน้ำ DI และไม่ล้างน้ำ พบเชื้อรา 1.06×10^3 และ 2.66×10^3 CFU/g ตามลำดับ รวมทั้งพบว่าพริกแห้งที่ล้างด้วยน้ำโอโซน 200 mg/h มีค่า ปริมาณน้ำอิสระ L^* และ a^* มากกว่าพริกที่ไม่ได้ล้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ : น้ำโอโซน เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด คุณภาพ การเก็บรักษา

Abstract

The purpose of this research was to study the efficiency of washing with ozonated water on the inhibition of fungi growth and quality of dried Jinda chili. Fresh Jinda chili were washed with ozonated water at concentrations of 100, 150 and 200 mg/h and washed with deionized water (DI water) for 10 minutes while the control was none washed. Then, fresh jinda chilli were dried in a hot air oven at 70 °C. for 6 hours and then stored at room temperature with high humidity conditions (85%RH) for 21 days. Results showed that washing with ozonated water can inhibit the growth of fungi. Ozone water at a concentration of 200 mg/h had the best effect to reduce the number of fungi. The fungi were found at 0.15×10^3 CFU/g while those washed with DI water and without washing were 1.06×10^3 and 2.66×10^3 CFU/g, respectively. In addition,

the dried chilies washed with 200 mg/h ozonated water also had significantly higher in water activity, L^* and a^* values than those control that were not washed ($p < 0.05$).

Keywords : Ozonated water, Total viable plate count, Quality, Storage

บทนำ

พริกเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจโดยในประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกพริกมากกว่า 74,431 ไร่ ผลผลิตประมาณ 138,652 ตัน (กลุ่มส่งเสริมพืชผักและเห็ด, 2565) นอกจากนี้จะใช้บริโภคในประเทศ พริกแห้งยังมีมูลค่าการส่งออกมากถึง 12,316 ตัน โดยมีมูลค่าการส่งออก 534.84 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) การบริโภคพริกช่วยให้เจริญอาหารและทำให้อัตราการเผาผลาญอาหารในร่างกายเพิ่มขึ้นและป้องกันไข้หวัด (สุดารัตน์ หอมนวล, 2557 และ สันติสุข และ วีรพงษ์, 2558) โดยปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวของพริกแห้งที่จำหน่ายในตลาดทั่วไปจะพบเชื้อราปนเปื้อนในปริมาณมากอาจเนื่องมาจากระหว่างกระบวนการทำแห้งที่ไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น การตากบนพื้น และการเก็บรักษาพริกแห้งที่ไม่เหมาะสมโดยการอบแห้งไม่สามารถใช้อุณหภูมิสูงได้เพราะทำให้สีของพริกแห้งคล้ำ (Esper and Muhlbauer, 1998) อีกทั้งสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นเขตร้อนชื้นจึงเป็นปัจจัยเสริมที่ช่วยสนับสนุนการเจริญของเชื้อโดยเชื้อก่อโรคที่สามารถตรวจพบได้ในพริกมีหลายชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. (Banerjee and Sarkar, 2003) ทำให้การบริโภคพริกเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารหรือใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเกิดปัญหาทางด้านคุณภาพทางจุลชีววิทยาได้ ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ได้จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นควรลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพื่อทำให้คุณภาพพริกที่จะนำไปบริโภคหรือแปรรูปมีความปลอดภัยมากขึ้นและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาพริกแห้งและผลิตภัณฑ์จากพริก การล้างน้ำโอโซนเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เกษตร (สิทธิโชค และคณะ, 2561) ในปัจจุบันมีการนำน้ำโอโซนมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและการส่งออกผักและผลไม้ได้ โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกาได้ยอมรับว่าโอโซนเป็นสารที่ใช้ได้อย่างปลอดภัย (Generally recognized as safe; GRAS) โดยโอโซนช่วยในการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรค เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อรา โดยงานวิจัยของ Sasmita et al., (2018) รายงานว่าการล้างด้วยโอโซนสามารถยับยั้งอัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในพริกแดง พริกแดงหยิก พริกขี้หนู และพริกขาวไทย ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการล้างพริกสดด้วยน้ำโอโซนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของพริกจินดาแห้ง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1.การคัดเลือกพริกจินดาสด นำพริกจินดาสดจากสวนของเกษตรกร อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย มาคัดเลือกผลที่มีสีแดงมีก้าน ไม่มีสีไม่ต่าง มีรอยขีด แตกหัก เน่าเสีย คัดออกทิ้ง ก่อนทำการทดลอง

2.การวางแผนการทดลอง ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) มีทั้งหมด 5 กรรมวิธี ได้แก่ ล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน (น้ำ DI) การล้างด้วยน้ำไอโซนความเข้มข้น 100, 150, 200 mg/h และ Control (ไม่ล้างน้ำ)

3.การดำเนินการทดลอง นำพริกจินดาสดมาล้างด้วยน้ำไอโซนตามกรรมวิธีต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 10 นาที แล้วนำมาลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำมาแช่ในน้ำเย็น 5±2 องศาเซลเซียส จากนั้นใช้เครื่องสะเด็ดน้ำออกเป็นเวลา 30 วินาที นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในสภาพที่มีความชื้นสูง ทำการเก็บรักษา 21 วัน โดยทำการประเมินคุณภาพ ได้แก่ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด สี และ ปริมาณน้ำอิสระ ทำการประเมินทุก ๆ 7 วัน

4.การวิเคราะห์หาปริมาณจำนวนโคโลนีของเชื้อราทั้งหมด ด้วยเทคนิค spread plate technique ตามวิธีการของ Kathryn Wise (2006) โดยใช้น้ำกลั่นสำหรับเจือจาง ทำการชั่งตัวอย่างพริกจินดาแห้งบดละเอียด 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่นปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจะได้ตัวอย่างเจือจางที่ 1:10 (10^{-1}) และ ดูดตัวอย่างที่เจือจาง 10^{-1} มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่นปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจะได้ ตัวอย่างเจือจาง 1:100 (10^{-2}) ทำเช่นนี้ต่อไปจนได้ตัวอย่างเจือจางที่ 1:10000 (10^{-5}) แล้วดูดตัวอย่างที่เจือจางมา 100 ไมโครลิตร ลงบนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ทำการ spread plate แล้วคว่ำจานนำไปบ่มที่ตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ตรวจสอบจำนวนโคโลนีของเชื้อราทั้งหมด total plate count (CFU/g) ที่มีจำนวนอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี คำนวณในรูปของ CFU/g ของตัวอย่าง โดยใช้สูตร

$$\text{CFU/g} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้ต่อจานอาหาร}}{\text{ระดับความเจือจาง} \times \text{ปริมาตรอาหารที่ดูมา}}$$

5.การวิเคราะห์คุณภาพของพริกแห้ง

5.1 ค่าสีของผิวเปลือกพริกด้านนอก โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น Color Quest XE ตามระบบสีแบบ CIE system แสดงค่าเป็น L* และ a* โดยค่า L* แสดงค่าความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) จนถึง 100 (ขาว) ค่า a* แสดงค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง โดยนำพริกแห้งมาวัดสีผิวเปลือกด้านนอก ตรงกลางพริกแห้ง ผลละ 2 จุดตรงข้ามกัน

5.2 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ทำ 3 ซ้ำ โดยนำพริกแห้งตัดเป็นชิ้นเล็กๆ มาตัวอย่างละ 2 กรัม ใส่ลงในภาชนะบรรจุวัดค่า (a_w) ที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส รอจนค่าที่อ่านได้คงที่ บันทึกผล โดยใช้เครื่อง Aqua Lab

6.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย

จากการทดลองล้างฟริกจินดาสดด้วยน้ำ DI และน้ำไอโซนความเข้มข้น 100, 150 และ 200 mg/h เวลา 10 นาที จากนั้นนำมาลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำแช่ในน้ำเย็น 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำมาสะเด็ดน้ำ นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำฟริกแห้งไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 2 องศาเซลเซียสในสภาพที่มีความชื้นสูงเป็นระยะเวลา 21 วัน แล้วนำมาตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อราทั้งหมด พบว่าฟริกแห้งมีปริมาณโคโลนีของเชื้อราทั้งหมด เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยที่การล้างด้วยน้ำไอโซนทุกระดับความเข้มข้น และน้ำ DI สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ล้างน้ำ โดยที่การล้างด้วยน้ำไอโซนสามารถลดปริมาณโคโลนีของเชื้อราได้ดีกว่าน้ำ DI และเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของน้ำไอโซนสามารถลดปริมาณเชื้อราได้เพิ่มขึ้น โดยเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 21 วัน พบว่าการล้างด้วยน้ำไอโซนที่ความเข้มข้น 200 mg/h สามารถลดจำนวนเชื้อราได้ดีที่สุด โดยพบเชื้อราทั้งหมดน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีจำนวนโคโลนีของเชื้อราทั้งหมด 0.15×10^3 CFU/g รองลงมาเป็นน้ำไอโซนความเข้มข้น 150 และ 100 mg/h มีจำนวนโคโลนีของเชื้อราทั้งหมด 0.48×10^3 และ 0.74×10^3 CFU/g ในขณะที่การล้างด้วยน้ำ DI และไม่ล้างน้ำ พบจำนวนโคโลนีของเชื้อราทั้งหมด 1.06×10^3 และ 2.66×10^3 CFU/g ตามลำดับ (Figure 1)

การล้างด้วยน้ำ DI และน้ำไอโซนทุกระดับความเข้มข้น พบว่าฟริกแห้งมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มากกว่าฟริกที่ไม่ได้ล้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในวันแรกของการเก็บรักษามี a_w อยู่ระหว่าง 0.59-0.66 ในขณะที่ฟริกแห้งที่ไม่ล้างมี a_w น้อยสุด 0.49 เมื่อนำฟริกแห้งมาเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นสูงเป็นระยะเวลา 21 วันพบว่า a_w ในฟริกแห้งทุกกรรมวิธีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ฟริกที่ไม่ได้ล้างยังคงมี a_w น้อยที่สุด เท่ากับ 0.64 ในขณะที่ฟริกที่ล้างด้วยน้ำ DI และน้ำไอโซนมี a_w อยู่ระหว่าง 0.66-0.70 โดยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำไอโซนที่สูงขึ้นทำให้ฟริกแห้งมี a_w เพิ่มขึ้น โดยฟริกแห้งล้างด้วยน้ำไอโซน 200 mg/h มี a_w สูงที่สุด เท่ากับ 0.70 ในขณะที่ฟริกที่ล้างด้วยน้ำไอโซน 150, 100 mg/h และน้ำ DI มี a_w เท่ากับ 0.69, 0.67 และ 0.66 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพในการเก็บรักษาที่มีความชื้นในอากาศที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา (Table 1)

การล้างฟริกด้วยน้ำ DI น้ำไอโซน และไม่ล้าง พบว่าฟริกแห้งมีค่า L^* ต่างกัน โดยในวันแรกของการเก็บรักษามี L^* อยู่ระหว่าง 87.74-93.66 โดยที่ฟริกแห้งที่ล้างด้วยน้ำไอโซน 200 mg/h มีค่า L^* (93.66) มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อนำฟริกแห้งมาเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นสูงเป็นระยะเวลา 21 วันพบว่าค่า L^* ในฟริกแห้งทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีค่า L^* อยู่ระหว่าง 90.13-93.71 โดยที่ฟริกแห้งที่ล้างด้วยน้ำไอโซน 200 mg/h มีค่า L^* มากที่สุดในขณะที่ฟริกที่ไม่ล้างมีค่า L^* น้อยที่สุด สำหรับค่า a^* ซึ่งเป็นค่าสีแดงของฟริกแห้งพบว่า การล้างด้วยน้ำไอโซนทุกระดับความเข้มข้นทำให้ฟริกมีค่า a^* มากกว่า

พริกที่ล้างด้วยน้ำ DI และไม่ได้ล้างน้ำ โดยมีค่า a^* ในวันแรกของการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 35.10-46.22 โดยพริก
แห้งที่ล้างด้วยน้ำไอโซน 200 และ 100 mg/h มีค่า a^* มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่า
เท่ากับ 46.22 และ 41.88 ตามลำดับ ในขณะที่พริกที่ไม่ล้างมีค่า a^* น้อยสุดมีค่าเท่ากับ 33.53 เมื่อนำพริกแห้ง
มาเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นสูงเป็นระยะเวลา 21 วันพบว่าค่า a^* ในพริกแห้งทุกกรรมวิธีค่าลดลง โดยมีค่า
อยู่ระหว่าง 28.28-37.06 โดยที่พริกที่ไม่ล้างมีค่า a^* น้อยสุด ในขณะที่พริกแห้งที่ล้างด้วยน้ำไอโซน 200 mg/h
ยังคงมีค่า a^* มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าเท่ากับ 37.06 รองลงมาเป็นพริกที่ล้างด้วย
น้ำ DI และน้ำไอโซน 150 mg/h โดยมีค่า a^* เท่ากับ 35.25 และ 32.06 ตามลำดับ (Figure 2)

Figure 1 Total viable plate count (cfu/g) of Jinda dry chili during storage at $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 85%RH for 21 days.

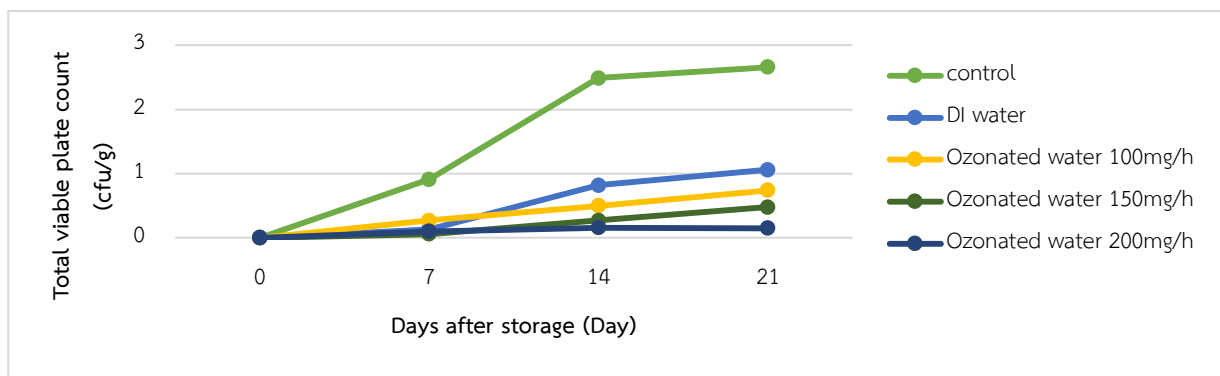


Table 1 Water activity (a_w) of Jinda dry chili during storage at $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 85%RH for 21 days.

Treatment	Water activity (a_w)			
	Days after storage			
	0	7	14	21
Control	0.49±0.02 ^d	0.62±0.01 ^c	0.61±0.00 ^d	0.64±0.00 ^e
DI water	0.59±0.02 ^a	0.65±0.00 ^d	0.63±0.01 ^c	0.66±0.00 ^d
Ozonated water 100mg/h	0.61±0.02 ^e	0.67±0.00 ^b	0.63±0.01 ^c	0.67±0.00 ^c
Ozonated water 150mg/h	0.62±0.02 ^b	0.63±0.00 ^a	0.65±0.00 ^b	0.69±0.00 ^b
Ozonated water 200mg/h	0.66±0.01 ^c	0.62±0.00 ^c	0.68±0.00 ^a	0.70±0.00 ^a
F-test	*	*	*	*
CV (%)	0.14	0.57	0.40	0.54

* = The mean values in the columns that follow the same letter have no statistical difference. Based on Duncan's new multiple range testing (DMRT) analysis methods at a 95% confidence level.

วิจารณ์ผล

ในการล้างพริกจินดาสดด้วยน้ำ DI น้ำไอโซนระดับความเข้มข้น 100, 150 และ 200 mg/h และพริกที่
ไม่ได้ล้าง พบว่าการล้างด้วยน้ำไอโซนทุกระดับความเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราในพริก

แห้ง โดยเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 14 และ 21 วันในสภาพความชื้นสูง พบว่ามีเชื้อราเกิดขึ้น 0.06×10^3 CFU/g - 0.27×10^3 CFU/g , 0.16×10^3 CFU/g - 0.50×10^3 CFU/g และ 0.15×10^3 CFU/g - 0.74×10^3 C F U / g ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินกว่าคุณลักษณะของพริกป่นที่ต้องการตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องน้อยกว่า 1×10^3 CFU/g ที่ตัวอย่าง 1 กรัม ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ. 3004/2560) เนื่องจากโอโซนมีประสิทธิภาพในการฆ่าทำลายเชื้อจุลินทรีย์และลดจำนวนจุลินทรีย์ได้โดยโมเลกุลของโอโซนจะเข้าทำปฏิกิริยาโดยตรงกับสารเคมีที่มีอยู่ในเซลล์จุลินทรีย์โดยอนุมูลตัวกลางอิสระเป็นตัวเข้าทำลายเซลล์เมมเบรน ไซโทพลาสซึม โปรตีนและชั้นไขมันในเซลล์จุลินทรีย์แล้วเกิดการจับกันเป็นก้อนโปรตีนแล้วทำให้เซลล์แตกเกิดการสูญเสียการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารและในที่สุดเซลล์จะตายและเกิดการย่อยตัวเอง (cell lysing) ทำให้ไม่สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ได้ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำโอโซนให้สูงขึ้น พบว่าสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้มากขึ้นโดยที่การล้างด้วยน้ำโอโซนที่ความเข้มข้น 200 mg/h สามารถลดจำนวนเชื้อราได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุชรินทร์ ท้วมแก้ว (2562) ที่พบว่า น้ำโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 200 mg/h มีประสิทธิภาพในการลดการงอกของสปอร์เชื้อรา *A. flavus* (19.20%) และ *P. citrinum* (23.20%) ในขณะที่ชุดควบคุมมีการงอกของสปอร์ 100% รวมถึงการล้างดอกงิ้วแห้งด้วยน้ำโอโซน 200 mg/h เป็นเวลา 1 นาที พบว่าสามารถลดการเจริญของเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีจำนวนโคโลนีทั้งหมดของเชื้อรา *A. flavus* (0.28×10^6 cfu/g) และ *P. citrinum* (0.38×10^6 cfu/g) โดยชุดควบคุมมีค่า 1.97×10^6 cfu/g และ 1.98×10^6 cfu/g ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพของโอโซนในการยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์นั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ pH อุณหภูมิของน้ำ ระยะเวลาสัมผัส ความเข้มข้น ปริมาณสารอินทรีย์ที่สะสมในน้ำจะทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อลดลงนอกจากนี้จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความต้านทานต่อโอโซนที่แตกต่างกัน (เพ็ญแข และคณะ, 2550)

ประสิทธิภาพของการล้างด้วยน้ำโอโซนเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำ DI พบว่าน้ำโอโซนสามารถลดปริมาณเชื้อราได้ดีกว่า น้ำ DI โดยที่การล้างด้วยน้ำ DI พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราดีกว่าพริกที่ไม่ล้าง โดยเฉพาะในช่วง 14 วันของการเก็บรักษาในสภาพความชื้นสูงพบว่า มีเชื้อราเกิดขึ้น 0.82×10^3 CFU/g ซึ่งต่ำกว่าคุณลักษณะของพริกป่นที่ต้องการตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องน้อยกว่า 1×10^3 CFU/g ที่ตัวอย่าง 1 กรัม ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 3001 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2560) แต่เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 21 วันพบว่ามีเชื้อราเจริญ 1.06×10^3 CFU/g ซึ่งเกินค่ามาตรฐานสินค้าเกษตร ในขณะที่พริกที่ไม่ล้างน้ำมีเชื้อราเกินมาตรฐานตั้งแต่วันที่ 14 ของการเก็บรักษา โดยมีเชื้อราเจริญ 2.49×10^3 CFU/g จากการที่น้ำ DI สามารถช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดีกว่าไม่ล้างน้ำเนื่องจากน้ำปราศจากไอออน (Deionized water) หรือ น้ำดีไอ (DI water) เป็นน้ำที่ผ่านการกรองไอออน โดยอาศัยหลักการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) ของสารกรองเรซิน เพื่อจับทั้งไอออนบวก (cation) และไอออนลบ (anion) ออกจากน้ำ ทำให้น้ำที่ได้ไม่มีไอออนหลงเหลืออยู่ และเป็นน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงเพราะโมเลกุลที่เหลืออยู่จะมีเพียงโมเลกุลของน้ำเท่านั้น แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถกำจัดโมเลกุลของจุลินทรีย์ที่ไม่มีประจุและจุลินทรีย์ในน้ำได้ (กองอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2564)

สำหรับค่า a_w ของพริกแห้งพบว่าในแรกของการเก็บรักษามี a_w อยู่ระหว่าง 0.59-0.66 เมื่อนำพริกแห้งมาเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นสูงเป็นระยะเวลา 21 วันพบว่า a_w ในพริกแห้งค่าเพิ่มขึ้น มีค่าอยู่ระหว่าง 0.64-0.70 โดยที่พริกที่ล้างด้วยน้ำ DI และน้ำไอโซนมี a_w อยู่ระหว่าง 0.66-0.70 ขณะที่พริกในชุดควบคุมที่ไม่ล้างมีค่า a_w ต่ำสุดทั้งวันแรกและวันที่ 21 ของการเก็บรักษา ทั้งเนื่องจากสภาพในการล้างด้วยน้ำไอโซนและน้ำ DI เป็นการเพิ่มความชื้นให้กับพริกและเมื่อทำการอบพริกแห้งด้วยสภาพวะในการอบเท่ากับการอบพริกแห้งของชุดควบคุมที่ไม่มีการล้างน้ำ ทำให้ปริมาณ a_w ของพริกดังกล่าวมีค่ามากกว่าชุดควบคุม นอกจากนั้นในการทดลองครั้งนี้ทำการการเก็บรักษาพริกแห้งในสภาพที่มีความชื้นสูงขึ้นทำให้ a_w เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารและมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่า a_w เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์ หาก a_w มีค่าต่ำกว่า 0.6 จะส่งผลทำให้เชื้อราหยุดการเจริญเติบโต ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้แห้ง มผช.136 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558)

ประสิทธิภาพของการล้างด้วยน้ำไอโซนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของพริกแห้ง พบว่าพริกแห้งที่ล้างด้วยน้ำไอโซน 200 mg/h มีค่า L^* มากในวันแรกและวันที่ 21 ของการเก็บรักษามีค่าที่มากที่สุด ในขณะที่พริกที่ไม่ล้างมีค่า L^* น้อยที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยะวิทย์ ทิพรส (2552) พบว่า การล้างเนื้อปลาด้วยน้ำที่ผสมไอโซนจะให้ค่าความสว่างและความขาวมากกว่าขึ้น สำหรับค่า a^* พบว่าพริกแห้งที่ล้างด้วยน้ำไอโซนทุกระดับความเข้มข้นทำให้พริกมีค่าสี a^* มากกว่าพริกที่ล้างด้วยน้ำ DI และไม่ได้ล้างน้ำ ในขณะที่พริกแห้งที่ล้างด้วยน้ำไอโซน 200 mg/h ยังคงมีค่า a^* มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่เก็บรักษา 21 วัน.

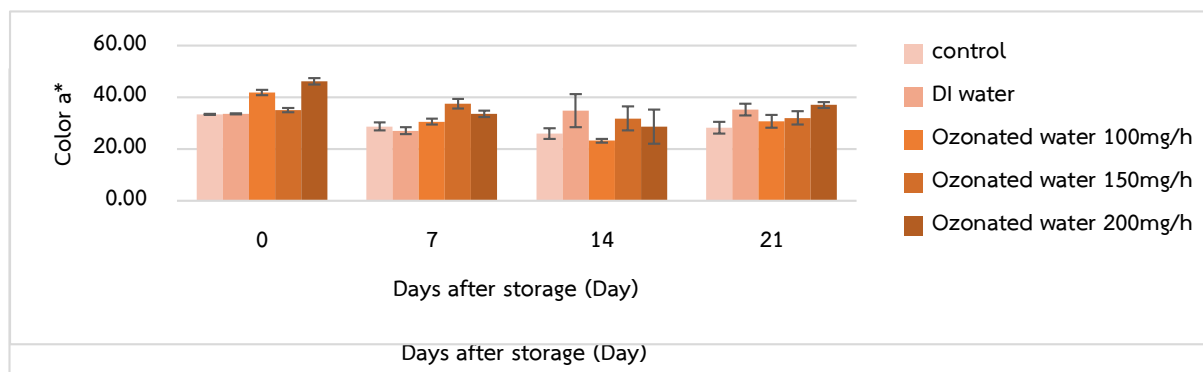


Figure 2 L^* and a^* value of Jinda dry chili during storage at 25±2C 85%RH for 21 days.

สรุปผล

1. การล้างด้วยน้ำไอโซนทุกระดับความเข้มข้น และน้ำ DI สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ล้างน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของน้ำไอโซนสามารถลดปริมาณเชื้อราได้เพิ่มขึ้น โดยที่การล้างด้วยน้ำไอโซนที่ความเข้มข้น 200 mg/h สามารถลดจำนวนเชื้อราได้ดีที่สุด

2.คุณภาพของพริกแห้งที่ล้างด้วยน้ำไอโซน พบว่าพริกแห้งค่า a_w , L^* และ a^* แตกต่างกัน โดยที่พริกแห้งที่ล้างด้วยน้ำไอโซน 200 mg/h มีค่า a_w , L^* และ a^* มากกว่าพริกที่ไม่ได้ล้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) สัญญาเลขที่ N41A640248 และคณะกรรมการศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่สนับสนุนอุปกรณ์ในการทำงานวิจัย และบริษัท ภาเบ็ญฟู๊ด จำกัด จังหวัดเชียงรายที่สนับสนุนวัตถุดิบในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มส่งเสริมพืชผักและเห็ด. 2565. พริก. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2565. แหล่งข้อมูล

<http://production.doae.go.th>.

กองอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2564. คู่มือสำหรับผู้ควบคุมน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท น้ำแร่ธรรมชาติ และน้ำแข็งบริโภค. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2565. แหล่งข้อมูล

<https://www.fda.moph.go.th/sites/food/FileNews/2564/FPCS-Water.pdf>.

บุษรินทร์ ท่วมแก้ว. 2562. การประยุกต์ใช้น้ำไอโซนและน้ำมโนมระเหยจากสมุนไพรเพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* Link. และ *Penicillium citrinum* Thom. ในดอกจ๊วแห้ง (*Bombax ceiba* L.). (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.

ปิยะวิทย์ ทิพรส. 2552. ไอโซน : สมบัติทางเคมีกายภาพและการประยุกต์ใช้เพิ่มความขาวผลิตภัณฑ์เนื้อปลา. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ (สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร). วารสารสุทธิปริทัศน์. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. น. 105-119.

เพ็ญแข จิรฮัสตรา, ประเวทย์ ต้อยเต็มวงศ์, ชรณี ต้อยเต็มวงศ์, วรพจน์ สุนทรสุข และภรณ์ทิรา เกตุแก้ว. 2550. การลดเชื้อปนเปื้อนในพริกชี้หูสดด้วยไอโซนและคลอรีน. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. น. 165-172.

สิทธิโชค พรรคพิทักษ์ ปภัสสร สุทธิต่าง และ พรพิชญ ธรรมปัท. 2561. ผลของไอโซนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือเทศสีดา. วารสารเกษตรพระวรุณ 325. 15(2): 325-334.

สันติสุข โสภณสิริ และวีรพงษ์ เกรียงสินยศ. 2558. รสเด็ดเผ็ดร้อนเลิศคุณค่าและอาหารไทย. อูษาการพิมพ์. กรุงเทพฯ

สุภารัตน์ หอมนวล. 2557. ฐานข้อมูลสมุนไพรคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2565. แหล่งข้อมูล <http://www.phargarden.com>.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2558. ผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้แห้ง. มผช.136/2558.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2560. ผลิตภัณฑ์พริกป่น. มกษ. 3004/2560

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. พริก. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2565. แหล่งข้อมูล

<http://production.doae.go.th>.

Banerjee M., and P.K. Sarkar. 2003. Microbiological quality of some retail spices in India. Food Research International. 36(5): 469-474.

Esper, A., and W. Muhlbauer. 1998. Solar drying - an effective means of food preservation. Renewable. Energy. 15: 95-100.

Kathryn Wise. 2006. Preparing Spread Plates Protocols. American Society for Microbiology. Retrieved 15 December 2022. form <https://asm.org/ASM/media/Protocol-Images/Preparing-Spread-Plates-Protocols.pdf?ext=.pdf>.

Sasmita E., A I Susan, E Yulianto, M Restiwijaya, A. W. Kinandana, F. Arianto and M. Nur. 2018. Effects of ozone- washing in a series of ozonation methods for inhibition of total microbial growth in some varieties of chili (*Capsicum annuum* L.). Applied Science and Engineering. 15: 95-100.

สื่อความรู้ของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่เหมาะสมต่อเกษตรกร Media of the Agricultural Research Development Agency suitable for farmers

อันตามัน สัจจาพันธ์^{1*}, พลสรารณ สราญรมย์² และ จินดา ขลิบทอง³
Andaman Satchaphan^{1*}, Ponsaran Saranrom² and Jinda Khibtong³

¹ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 9/9 หมู่ 9 ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

¹ Sukhothai Thammathirat Open University Chaengwattana Rd. Bangpood, Pakkret Nonthaburi 11120 Thailand

*Corresponding author E-mail: 2639002134@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาพพื้นฐานส่วนบุคคล สังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร 2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตร 3) เพื่อศึกษาการรับรู้เกี่ยวกับสื่อความรู้ด้านการเกษตร 4) เพื่อศึกษาความต้องการในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตร ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรรุ่นใหม่ ที่ผ่านคุณสมบัติตามเกณฑ์ของกรมส่งเสริมการเกษตร จำนวนรวมทั้งหมด 18,215 ราย กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการคำนวณของทาโร ยามาเน ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.1 ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยบังเอิญ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ ใช้สถิติพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิจัย พบว่า 1) เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 35.12 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาตรี การประกอบอาชีพทางการเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพผลิตสินค้าเกษตรในด้านพืชไร่ สมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่มีจำนวน 4 คน พื้นที่การเกษตรเฉลี่ย 21.51 ไร่ รายได้เฉลี่ยจากการทำเกษตรเฉลี่ย 219,160 บาท/ปี 2) เกษตรกรส่วนใหญ่มีโทรศัพท์มือถือ สัญญาณอินเทอร์เน็ต (ส่วนตัว) และ notebook เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่เข้ามารับความรู้ด้านการเกษตร ช่วงเช้า 09.01-12.00 น. ช่วงบ่าย 13.01-16.00 น. และช่วงค่ำ 19.01-22.00 น. ใช้บ้านที่พักอาศัยเป็นสถานที่ในการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตในการการรับสื่อด้านการเกษตร และเคยได้รับความรู้ด้านการเกษตรผ่านโทรทัศน์ 3) เกษตรกรร้อยละ 83.0 รู้จัก สวก. ผ่านช่องทางเฟซบุ๊กแฟนเพจ: ARDATHAI ร้อยละ 83.0 เข้าถึงและรู้จักเฟซบุ๊กไลฟ์รายการ ARDA Talk โดยมีระดับประโยชน์ต่อการทำการเกษตรอยู่ในระดับมากที่สุด 4) เกษตรกรร้อยละ 86.0 มีความต้องการด้านเนื้อหาทั้ง 10 ประเด็น โดยในแต่ละประเด็นมีความต้องการเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ (1) การผลิตพืช (2) เกษตรผสมผสาน (3) การปลูกพืชตามค่าวิเคราะห์คุณภาพของดิน (4) แหล่งน้ำในระบบชลประทานเพื่อการเกษตร (5) การจัดการโรคและแมลงโดยใช้สารอินทรีย์ และสารชีวภัณฑ์ (6) การลดต้นทุน (7) การจัดการตลาดในท้องถิ่น ตลาดชุมชน ตลาดขายส่ง ตลาดส่งออก (8) เกษตรกรปราดเปรื่อง (9) การพัฒนาวิสาหกิจชุมชน และการสร้างและพัฒนาเครือข่ายเกษตรกร (10) การจัดการความรู้ที่เป็นเทคโนโลยีทางการเกษตร ส่วนด้านประเภทของสื่อ อันดับ 1 คือ อินโฟกราฟิก

คำสำคัญ : สื่อ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ความต้องการในการรับสื่อ

Abstract

The objectives of this research were 1) to study basic personal, social, and economic conditions of farmers 2) to study behaviors in agricultural knowledge media receiving 3) to study the perception about agricultural knowledge media of the office of agricultural research development (public organization) 4) to study the needs in agricultural knowledge media receiving of the office of agricultural research development (public organization)

The population of this study was 18,215 young smart farmers who passed the qualification criteria of the department of agricultural extension. The sample size of 100 people was determined by using Taro Yamane formula with the error value of 0.01 and accidental sampling method. Data were collected by using electronic questionnaires. Statistics used in descriptive statistics. The results of the research revealed that 1) most of the farmers were male with the average age of 35.12 years old, graduated with bachelor degree, Regarding the agricultural farming most of the farmers performed the agricultural good production in the form of dry crops. Members in the household were mainly 4 people with the average agricultural area of 21.51 Rai, owned their own lad, and earned the average income from farming of 219,160 Baht/year. 2) Most of the farmers owned smartphones with internet signal (personal) and notebooks as their equipment in helping them receiving agricultural knowledge media. Most of the farmers received knowledge regarding agriculture in the morning from 09.01-12.00, in the afternoon from 13.01-16.00, and in the evening from 19.01-22.00. Their residential housing as a location to connect to the internet signal in receiving agricultural media and used to received agricultural knowledge through television. 3) 83.0% of farmers knew the Office of Agricultural Research Development with 58.0% recognized it from Facebook LIVE in ARDA Talk program which was beneficial toward the farming at the high level. 4) 86.0% of farmers wanted to receive the content in all 10 aspects. In each issue, the demand for content was at the highest level, was as followed: (1) Plant production ; (2) Integrated agriculture; (3) Plant production according to soil quality analysis ; (4) Water resources in the irrigation system for agricultural purposes; (5) Disease and insect management by using organic substance and bioextracts; (6) Cost reduction and harvest and post-harvest management; (7) Local market management (community market, wholesale market, export market); (8) Smart farmers (9) Community enterprise and the creation and development of farmer network; (10) Agricultural technology knowledge management. For media type, the first one in the rank was infographic media.

Keywords : Media, Office of Agricultural Research Development (Public Organization), Needs in media receiving

บทนำ

จากการเปลี่ยนแปลงของโลกในปัจจุบัน สื่อออนไลน์เข้ามามีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสาร เทคโนโลยีและนวัตกรรมให้แก่เกษตรกร อำนาจความสะดวกให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ตลอดเวลา รวมทั้ง นโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกรมส่งเสริมการเกษตรได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่ ที่มีอายุระหว่าง 17 – 45 ปี เป็นผู้ประกอบการเกษตรกรที่มีการใช้เทคโนโลยี และการบริหารจัดการเพื่อการดำเนินธุรกิจอย่างทันสมัย มีความเข้มแข็ง พึ่งพาตนเองได้ และเป็นเป้าหมายในการพัฒนาเกษตรกร นำไปสู่การพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน สามารถทดแทนเกษตรกรผู้สูงอายุ และสร้างแรงจูงใจให้คนรุ่นใหม่หันมาประกอบอาชีพเกษตรกรรม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564: น.1) นอกจากนี้ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) หรือ สวก. ก็เป็นหน่วยงานองค์การมหาชนที่หนึ่งที่มีพันธกิจหลักในการส่งเสริม สนับสนุนและพัฒนางานวิจัย บุคลากร และสารสนเทศด้านการเกษตร สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ยังมีภารกิจในการดำเนินการผลิตสื่อความรู้ด้านการเกษตร เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักวิจัย กลุ่มเกษตรกร เกษตรกรรุ่นใหม่ ที่หันมาสนใจในอาชีพการทำเกษตรมากขึ้น

ดังนั้น การศึกษาสื่อความรู้ของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่เหมาะสมต่อเกษตรกร จะทำให้อำนาจสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) มีแนวทางในการพัฒนาสื่อเพื่อส่งเสริมความรู้แก่เกษตรกรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) สามารถจัดทำสื่อที่เหมาะสมต่อความต้องการของเกษตรกร และทำให้เกษตรกรสามารถนำความรู้จากงานวิจัยไปช่วยแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรของประเทศไทยได้อย่างแท้จริง

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาลักษณะส่วนบุคคล สังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร
- 2.2 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของเกษตรกร
- 2.3 เพื่อศึกษาการรับรู้เกี่ยวกับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
- 2.4 เพื่อศึกษาความต้องการในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
- 2.5 เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการส่งเสริมความรู้แก่เกษตรกรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาข้อมูลแนวทางในการพัฒนาสื่อเพื่อส่งเสริมความรู้แก่เกษตรกรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2564 - ตุลาคม 2565 ซึ่งมีเกษตรกรรุ่นใหม่ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ คือ เกษตรกรรุ่นใหม่ ที่ผ่านคุณสมบัติตามเกณฑ์ของกรมส่งเสริมการเกษตร ตั้งแต่ปี 2557-2564 ทั้งหมด 18,215 คน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564)

3. กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยใช้สูตรการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน (Taro Yamane) กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ 0.1 จำนวน 100 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยบังเอิญ และดำเนินการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามออนไลน์ (Google Form) โดยการส่งลิงค์แบบสอบถามไปยังกลุ่มตัวอย่างผ่านช่องทาง เฟซบุ๊ก อีเมล และไลน์ ให้ช่วยตอบแบบสอบถามให้ครบถ้วน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามจากเครื่องมือสร้างแบบฟอร์มออนไลน์ (Google form) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งแบบสอบถามมีลักษณะคำถามทั้งแบบปลายปิด และแบบปลายเปิด ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำการศึกษา เพื่อศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยต่าง ๆ สำหรับใช้เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยให้สอดคล้องกับแนวคิดและวัตถุประสงค์การวิจัย

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องในเนื้อหา ได้แก่ ความครอบคลุมด้านเนื้อหาและความถูกต้องตามสำนวนภาษาแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เป็นแบบสัมภาษณ์ที่สมบูรณ์ หลังจากนั้นนำแบบสัมภาษณ์ฉบับปรับปรุงไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างจริงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่จะศึกษา จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาทดสอบค่าความน่าเชื่อถือ ตามวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาค โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ปรากฏว่าตอนที่ 3 การรับรู้เกี่ยวกับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก. ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.907 และตอนที่ 4 ความต้องการในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.933 ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นมากกว่า 0.8 ดังนั้น แบบสัมภาษณ์จึงมีความน่าเชื่อถือสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างต่อไปได้

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive) ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ลักษณะส่วนบุคคล สังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 35.12 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพหลักส่วนใหญ่ ประกอบอาชีพเกษตรกรรวม อาชีพรองส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้าง/ทำธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย การประกอบอาชีพทางการเกษตรเกษตรกรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพผลิตสินค้าเกษตรในด้านพืชไร่ สมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่ มีจำนวน 4 คน พื้นที่การเกษตรเฉลี่ย 21.51 ไร่ ลักษณะการถือครองส่วนใหญ่ เป็นพื้นที่ตนเอง รายได้เฉลี่ยจากการทำเกษตรกรรมเฉลี่ย 219,160 บาท/ปี ระยะเวลาในการทำเกษตรส่วนใหญ่น้อยกว่า 6 ปี $n = 100$

	ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ	ชาย	52	52.0
	หญิง	48	48.0
2. อายุ	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20	21	21.0
	29-37	38	38.0
	มากกว่าหรือเท่ากับ 38	41	41.0
ค่าต่ำสุด = 20 ค่าสูงสุด = 45 ค่าเฉลี่ย = 35.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 6.656			
3. ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	0	0.0
	มัธยมศึกษา	1	1.0
	ปวช./ปวส.	9	9.0
	ปริญญาตรี	77	77.0
	ปริญญาโท	12	12.0
	ปริญญาเอก	1	1.0
4. การประกอบอาชีพหลัก	เกษตรกรรวม	58	58.0
	รับจ้าง/ธุรกิจส่วนตัว	23	23.0
	ค้าขาย/รัฐวิสาหกิจ	9	9.0
	รับราชการ	7	7.0
	อื่นๆ (พนักงานบริษัท และ พนักงานราชการ)	3	3.0
5. การประกอบอาชีพรอง	เกษตรกรรวม	42	42.0
	รับจ้าง/ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	39	39.0
	รัฐวิสาหกิจ	1	1.0
	ไม่มี	18	18.0
6. การประกอบอาชีพทางการเกษตร	ด้านการผลิตสินค้าเกษตร	74	74.0
	ด้านการแปรรูปสินค้าเกษตร	9	9.0
	ด้านปัจจัยการผลิตสินค้าเกษตร	7	7.0
	ด้านการบริการธุรกิจสินค้าเกษตร	4	4.0
	ด้านการจัดจำหน่ายสินค้าเกษตร	3	3.0
	ด้านการตลาดสินค้าเกษตร	2	2.0
	ด้านสินเชื่อการเกษตร	1	1.0

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

6.1 การประกอบอาชีพ ทางการเกษตรด้านการ ผลิตสินค้าเกษตร	พืชไร่	28	37.8
	พืชผัก	19	25.9
	ไม้ผล	19	25.7
	สัตว์เศรษฐกิจ	4	5.4
	สมุนไพร	2	2.7
	สัตว์น้ำ	2	2.7
7. สมาชิกในครัวเรือน	มากกว่าหรือเท่ากับ 3 คน	13	13.0
	4	44	44.0
	5	15	15.0
	มากกว่าหรือเท่ากับ 6 คน	12	12.0
ค่าต่ำสุด = 1 ค่าสูงสุด = 8 ค่าเฉลี่ย = 3.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.4070			
8. สมาชิกที่ประกอบ อาชีพเกษตรกรรม	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 คน	72	72.0
	3	22	22.0
	4	4	4.0
	มากกว่าหรือเท่ากับ 5 คน	2	2.0
ค่าต่ำสุด = 1 ค่าสูงสุด = 5 ค่าเฉลี่ย = 2.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.948			
9. พื้นที่การเกษตร	น้อยกว่า 5 ไร่	30	30.0
	6 – 20 ไร่	32	32.0
	21 - 40 ไร่	14	14.0
	41 – 60 ไร่	11	11.0
	มากกว่า 60 ไร่	6	6.0
ค่าต่ำสุด = 1 ค่าสูงสุด = 250 ค่าเฉลี่ย = 21.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 35.626			
10. ลักษณะการถือครอง พื้นที่	ที่ตนเอง	78	78.0
	เช่า	15	15.0
	ผู้อื่นให้ทำ (จ้าง)	7	7.0
11. รายได้เฉลี่ยจากการทำ เกษตรกรรม (บาท/ปี)	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30,000	15	15.0
	30,001 – 120,000	40	40.0
	120,001 – 350,000	28	28.0
	350,001 – 800,000	13	13.0
	มากกว่าหรือเท่ากับ 800,001	4	4.0
ค่าต่ำสุด = 3,000 ค่าสูงสุด = 2,000,000 ค่าเฉลี่ย = 219,160 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 291,225.614			
12. ระยะเวลาในการทำ การเกษตร	น้อยกว่า 6 ปี	54	54.0
	6 – 12 ปี	35	35.0
	13 – 19 ปี	6	6.0
	20 – 26 ปี	3	3.0
	มากกว่า 27 ปี	2	2.0

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่มีโทรศัพท์มือถือ สัญญาณอินเทอร์เน็ต (ส่วนตัว) และโน้ตบุ๊ก เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่เข้ามารับความรู้ด้านการเกษตรตั้งแต่ 19.01-22.00 น. เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้บ้านที่พักอาศัยเป็นสถานที่ในการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตในการการรับสื่อด้านการเกษตร และเกษตรกรส่วนใหญ่เคยได้รับความรู้ด้านการเกษตรผ่านโทรทัศน์

2.1 การมีอุปกรณ์ในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของเกษตรกร

n = 100

ประเด็น	จำนวน	ร้อยละ
การมีอุปกรณ์ในการรับสื่อ		
โทรศัพท์มือถือ	100	100.0
สัญญาณอินเทอร์เน็ต (ส่วนตัว)	72	72.0
โน้ตบุ๊ก	66	66.0
อีเมลล์ส่วนตัว	37	37.0
สัญญาณอินเทอร์เน็ต (สาธารณะ)	36	36.0
คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	29	29.0
เครื่องขยายเสียง	25	25.0
กล่องสำหรับการประชุม/ สัมมนาออนไลน์	21	21.0

2.2 ช่วงเวลาในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตร

n = 100

ประเด็น	จำนวน	ร้อยละ
ช่วงเวลาในการรับสื่อ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ช่วงเช้า	03.01-06.00 น.	4
	06.01-09.00 น.	18
	09.01-12.00 น.	42
ช่วงบ่าย	12.01-13.00 น.	16
	13.01-16.00 น.	29
	16.01-19.00 น.	26
ช่วงค่ำ	19.01-22.00 น.	53
	22.01-00.00 น.	14
	00.01-03.00 น.	3

2.3 สถานที่ในการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตในการการรับสื่อด้านการเกษตร n = 100

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
สถานที่ในการรับสื่อ		
บ้านที่พักอาศัย	93	93.0
บ้านเพื่อนบ้าน	20	20.0
สถานที่ทำงาน	29	29.0
ห้องสมุด	8	8.0
ร้านค้าหมู่บ้าน	2	2.0
ศูนย์การเรียนรู้ ICT ชุมชน	3	3.0
ร้านกาแฟ/ร้านอาหาร	31	31.0
ห้างสรรพสินค้า	10	10

2.4 ช่องทางที่เคยใช้รับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของเกษตรกร n = 100

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
ช่องทางในการรับสื่อ		
โทรทัศน์	100	100.0
วิทยุ	79	79.0
สถานที่ทำงาน	16	16.0
สื่อสิ่งพิมพ์ (หนังสือพิมพ์ นิตยสาร ไปสเตอร์)	39	39.0
สอบถามจากคนรู้จัก	15	15.0
สอบถามเจ้าหน้าที่	10	10.0
อีเมล	5	5.0
เว็บไซต์	37	37.0
เฟซบุ๊ก	24	24.0
ไลน์	12	12.0
ศึกษาด້วยตนเอง	14	14.0

ตอนที่ 3 การรับรู้เกี่ยวกับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก.

เกษตรกรร้อยละ 83.0 รู้จักสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) โดยร้อยละ 58.0 รู้จักสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ผ่านช่องทาง เฟซบุ๊กแฟนเพจ: ARDATHAI ร้อยละ 53.0 เข้าถึงและรู้จัก เฟซบุ๊กไลฟ์รายการ ARDA Talk ซึ่งมีความคิดเห็นต่อความเป็นประโยชน์ต่อการทำการเกษตรอยู่ในระดับมาก

3.1 การรับรู้เกี่ยวกับ สวก.

n=100

	ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
1. ความรู้จัก สวก.	ไม่รู้จัก	17	17.0
	รู้จัก	83	83.0
2. ช่องทางที่ทำให้รู้จัก สวก.			
	เฟซบุ๊ก แฟนเพจ: ARDATHAI	58	58.0
	เฟซบุ๊ก แฟนเพจ: เกษตรก้าวไกล กับ สวก.	52	52.0
	ไลน์: ARDA	7	7.0
	ยูทูป "ARDA Thailand"	8	8.0
	เว็บไซต์ www.arda.or.th	10	10.0

3.2 การเข้าถึงสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก.

n=100

ประเด็น	ความรู้จักสื่อ สวก.	คะแนน					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเป็นประโยชน์
		5	4	3	2	1		
1. โมชันกราฟิก	รู้จัก (77.0)	68	28	3	0	1	4.6	มากที่สุด
2. อินโฟกราฟิก	รู้จัก (73.0)	62	32	5	1	0	4.6	มากที่สุด
3. บล็อกความรู้ด้านเกษตร	รู้จัก (77.0)	61	17	22	0	0	4.4	มากที่สุด
4. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	รู้จัก (77.0)	51	35	10	4	0	4.3	มากที่สุด
5. เฟซบุ๊กไลฟ์รายการ ARDA Talk	รู้จัก (83.0)	69	21	5	1	4	4.5	มากที่สุด

ตอนที่ 4 ความต้องการในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก.

ความต้องการด้านเนื้อหา เกษตรกรมีความต้องการด้านเนื้อหาในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ทั้ง 10 ประเด็นพบว่า อันดับ 1 ของแต่ละประเด็นคิดจากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละหัวข้อ มีดังนี้ 1) ประเภทการผลิตทางการเกษตร เกษตรกรต้องการเรื่องการผลิตพืช 2) รูปแบบการทำเกษตร เกษตรกรต้องการเรื่อง การทำการเกษตรกระแสทางเลือก หรือเกษตรกรรมยั่งยืนในเรื่องของเกษตรผสมผสาน 3) การจัดการดิน เกษตรกรต้องการเรื่อง การปลูกพืชตามค่าวิเคราะห์คุณภาพของดิน 4) การจัดการน้ำ เกษตรกรต้องการเรื่อง ความต้องการปริมาณน้ำในการผลิตพืชและสัตว์ 5) การจัดการโรคและแมลง เกษตรกรต้องการเรื่อง การจัดการโรคและแมลงโดยใช้สารอินทรีย์ และสารชีวภัณฑ์ 6) การจัดการการผลิต เกษตรกรต้องการเรื่อง การลดต้นทุน 7) การจัดการการตลาด เกษตรกรต้องการเรื่อง การจัดการตลาดในท้องถิ่น (ตลาดชุมชน ตลาดขายส่ง ตลาดส่งออก) 8) การพัฒนาเกษตรกร เกษตรกรต้องการเรื่อง เกษตรกรปราดเปรื่อง (Smart Farmer) 9) การพัฒนากลุ่มและเครือข่าย เกษตรกรต้องการเรื่อง การสร้างและพัฒนาเครือข่ายเกษตรกร 10) การจัดการความรู้ เกษตรกรต้องการเรื่อง การจัดการความรู้ที่เป็นเทคโนโลยีทางการเกษตร

ความต้องการด้านประเภทของสื่อ เกษตรกรจัดอันดับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ต้องการโดยเรียงอันดับ ดังนี้ อันดับ 1 อินโฟกราฟิก อันดับ 2 โมชันกราฟิก อันดับ 3 บล็อกความรู้ด้านการเกษตร อันดับ 4 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และอันดับ 5 เพชบุ๊กไลฟ์ รายการ ARDA Talk

4.1 ความต้องการด้านเนื้อหาในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก.

n = 100

ประเด็น	คะแนน (ร้อยละ)						ค่าเฉลี่ย (SD)	ระดับความต้องการ เนื้อหา
	5	4	3	2	1	0		
1. ประเภทการผลิตทางการเกษตร								
1.1 การผลิตพืช	86 (86.0)	8 (8.0)	5 (5.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.79 (0.574)	มากที่สุด
1.2 การผลิตสัตว์	41 (41.0)	40 (40.0)	13 (13.0)	4 (4.0)	1 (1.0)	1 (1.0)	4.13 (0.903)	มาก
1.3 การผลิตประมง	35 (35.0)	37 (37.0)	22 (22.0)	4 (4.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.02 (0.910)	มาก

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

2. รูปแบบการทำการเกษตร								จำนวน (ร้อยละ)
2.1 การทำการเกษตรกระแสหลัก (การผลิตแบบเชิงเดี่ยว)								19 (19.0)
2.2 การทำการเกษตรกระแสทางเลือก หรือ เกษตรกรรมยั่งยืน								81 (81.0)
2.2.1 เกษตรทฤษฎีใหม่	73 (73.0)	15 (15.0)	6 (6.0)	2 (2.0)	0 (0.0)	4 (4.0)	4.47 (0.849)	มากที่สุด
2.2.2 เกษตรผสมผสาน	72 (72.0)	21 (21.0)	3 (3.0)	0 (0.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.68 (0.640)	มากที่สุด
2.2.3 เกษตรอินทรีย์	71 (71.0)	15 (15.0)	6 (6.0)	2 (2.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.61 (0.791)	มากที่สุด
2.2.4 วนเกษตร		35 (35.0)	14 (14.0)	3 (3.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.19 (0.931)	มาก
2.2.5 เกษตรธรรมชาติ	52 (52.0)	30 (30.0)	12 (12.0)	0 (0.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.39 (0.795)	มากที่สุด
2.2.6 เพอร์มาคัลเจอร์ (Permaculture)	38 (38.0)	34 (34.0)	18 (18.0)	1 (1.0)	2 (2.0)	0 (0.0)	4.13 (0.976)	มาก
2.2.7 เกษตร กรรมที่เป็น มากกว่าเกษตรอินทรีย์	53 (53.0)	25 (25.0)	13 (13.0)	0 (0.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.40 (0.827)	มากที่สุด
2.2.8 เกษตร กรรมยั่งยืน ตาม แนว วัฒน ธรรม ท้องถิ่น	60 (60.0)	25 (25.0)	8 (8.0)	2 (2.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.47 (0.864)	มากที่สุด
3. การจัดการดิน								
3.1 การปลูกพืชตามโซน นี้	56 (56.0)	31 (31.0)	11 (11.0)	1 (1.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.40 (0.804)	มากที่สุด
3.2 การปลูกพืชตามค่า วิเคราะห์คุณภาพของดิน	71 (71.0)	19 (19.0)	7 (7.0)	2 (2.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.57 (0.795)	มากที่สุด
4. การจัดการน้ำ								
4.1 ความ ต้องการ ปริมาณน้ำในการผลิตพืช และสัตว์	67 (67.0)	24 (24.0)	8 (8.0)	0 (0.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.56 (0.729)	มากที่สุด
4.2 คุณภาพของน้ำใน การผลิตพืชและสัตว์	61 (61.0)	29 (29.0)	7 (7.0)	1 (1.0)	2 (2.0)	0 (0.0)	4.46 (0.834)	มากที่สุด
4.3 การพยากรณ์ปริมาณ น้ำฝน	54 (54.0)	32 (32.0)	9 (9.0)	2 (2.0)	2 (2.0)	1 (1.0)	4.31 (0.982)	มากที่สุด

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

4.4 แหล่งน้ำในระบบ ชลประทานเพื่อการเกษตร	69 (69.0)	17 (17.0)	8 (8.0)	1 (1.0)	5 (5.0)	0 (0.0)	4.44 (1.038)	มากที่สุด
4.5 การบริหารจัดการน้ำ ในช่วงฤดูแล้ง	68 (68.0)	20 (20.0)	10 (10.0)	2 (2.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.54 (0.758)	มากที่สุด
5. การจัดการโรคและแมลง								
5.1 การจัดการโรคและ แมลงโดยใช้สารเคมี	42 (42.0)	25 (25.0)	13 (13.0)	3 (3.0)	7 (7.0)	10 (10.0)	3.62 (1.668)	มาก
5.2 การจัดการโรคและ แมลงโดยใช้สาร- อินทรีย์ และสารชีวภัณฑ์	72 (72.0)	17 (17.0)	7 (7.0)	2 (2.0)	0 (0.0)	2 (2.0)	4.53 (0.958)	มากที่สุด
6. การจัดการการผลิต								
6.1 การลดต้นทุน	80 (80.0)	16 (16.0)	4 (4.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.76 (0.515)	มากที่สุด
6.2 การเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิต (อาทิ การแปรรูป การ พัฒนาบรรจุภัณฑ์ ฯลฯ)	75 (75.0)	19 (19.0)	5 (5.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.68 (0.618)	มากที่สุด
6.3 การขนส่งผลผลิต	67 (67.0)	26 (26.0)	6 (6.0)	0 (0.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.58 (0.699)	มากที่สุด
7. การจัดการการตลาด								
7.1 การจัดการการตลาด ออนไลน์	67 (67.0)	21 (21.0)	9 (9.0)	2 (2.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.51 (0.823)	มากที่สุด
7.2 การจัดการตลาดใน ท้องถิ่น (ตลาดชุมชน ตลาดขายส่ง ตลาด ส่งออก)	64 (64.0)	28 (28.0)	5 (5.0)	2 (2.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	4.52 (0.772)	มากที่สุด
7.3 การจัดการการตลาด ส่งออก	56 (56.0)	22 (22.0)	11 (11.0)	2 (2.0)	5 (5.0)	4 (4.0)	4.10 (1.360)	มาก
8. การพัฒนาเกษตรกร								
8.1 เกษตรกรปราด- เปรื่อง	63 (63.0)	29 (29.0)	6 (6.0)	2 (2.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.53 (0.703)	มากที่สุด
8.2 เกษตรกรรุ่นใหม่	63 (63.0)	28 (28.0)	6 (6.0)	2 (2.0)	0 (0.0)	1 (1.0)	4.49 (0.835)	มากที่สุด
8.3 เกษตรกรผู้สูงอายุ	41 (41.0)	32 (32.0)	22 (22.0)	2 (2.0)	1 (1.0)	2 (2.0)	4.04 (1.063)	มาก
9. การพัฒนากลุ่มและเครือข่าย								

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

9.1 ศูนย์เรียนรู้การเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิต สินค้าเกษตร (ศพก.)	54 (54.0)	25 (25.0)	17 (17.0)	3 (3.0)	0 (0.0)	1 (1.0)	4.27 (0.962)	มากที่สุด
9.2 แปลงใหญ่	42 (42.0)	33 (33.0)	13 (13.0)	8 (8.0)	2 (2.0)	2 (2.0)	3.99 (1.176)	มาก
9.3 วิสาหกิจชุมชน	57 (57.0)	27 (27.0)	13 (13.0)	3 (3.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.38 (0.826)	มากที่สุด
9.4 การสร้างและพัฒนา เครือข่ายเกษตรกร	57 (57.0)	31 (31.0)	8 (8.0)	3 (3.0)	1 (0.0)	0 (0.0)	4.40 (0.841)	มากที่สุด
10. การจัดการความรู้								
10.1 การจัดการความรู้ที่ เป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน	61 (61.0)	29 (29.0)	8 (8.0)	2 (2.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.49 (0.732)	มากที่สุด
10.2 การจัดการความรู้ที่ เป็นเทคโนโลยี ทางการเกษตร	65 (65.0)	30 (30.0)	4 (4.0)	1 (1.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4.59 (0.621)	มากที่สุด

4.2 ความต้องการด้านประเภทของสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก.

n = 100

ประเด็น	คะแนน (ร้อยละ)					ค่าเฉลี่ย (SD)	ระดับ ความ ต้องการ ด้านสื่อ	อันดับ
	5	4	3	2	1			
โมชันกราฟิก	39 (39.0)	17 (17.0)	21 (21.0)	20 (20.0)	3 (3.0)	3.69 (1.261)	มาก	2
อินโฟกราฟิก	16 (16.0)	51 (51.0)	23 (23.0)	9 (9.0)	1 (1.0)	3.72 (0.877)	มาก	1
บล็อกความรู้ด้านการเกษตร	27 (27.0)	20 (20.0)	42 (42.0)	9 (9.0)	2 (2.0)	3.61 (1.043)	มาก	3
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	17 (17.0)	10 (10.0)	12 (12.0)	56 (56.0)	5 (5.0)	2.78 (1.227)	ปานกลาง	4
เพชบุ๊กไลฟ์ รายการ ARDA Talk	1 (1.0)	2 (2.0)	2 (2.0)	6 (6.0)	89 (89.0)	1.20 (0.667)	น้อยที่สุด	5

วิจารณ์ผล

2.1. การมีอุปกรณ์ในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของเกษตรกร

จากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟน และสัญญาณอินเทอร์เน็ต (ส่วนตัว) เป็นอุปกรณ์หลักในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตร สอดคล้องกับงานของ รุ่งทิวา วงศ์รักษงาน (2563 : 1169) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์มือถือ เพื่อเข้าถึงช่องทางยูทูป ไลน์ และเฟซบุ๊ก เพื่อหาข้อมูล การสื่อสาร ความบันเทิง ปัจจัยด้านสังคม เศรษฐกิจ รวมทั้งปัญหาด้านสื่อสังคมออนไลน์และด้านการเกษตร และ ญัฐชา อิศระกุล (2563,น.608-614) พบว่า การเปิดรับสื่อสังคมออนไลน์ของเกษตรกรรุ่นใหม่ มีการใช้สมาร์ทโฟนในการเชื่อมต่อสื่อสังคมออนไลน์มากที่สุด ใช้งานบริเวณบ้าน/ที่พักอาศัย วัตถุประสงค์ในการใช้งานเพื่อติดตามเหตุการณ์ อภิปรายได้ว่า เกษตรกรทุกคนมีโทรศัพท์สมาร์ทโฟน และส่วนใหญ่ใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตส่วนตัว แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีความพร้อมที่จะรับสื่อจาก สวก. ที่ผลิตขึ้นผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟน

2.2. ช่วงเวลาในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของเกษตรกร

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่รับสื่อความรู้ด้านการเกษตรช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 09.01-12.00 น. ช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 13.01-16.00 น. และช่วงค่ำตั้งแต่เวลา 19.01-22.00 น. สอดคล้อง ญัฐชา อิศระกุล (2563,น.608-614) พบว่า ช่วงเวลาที่เกษตรกรใช้สื่อสังคมออนไลน์บ่อยที่สุดคือ 08.01-12.00 น. และ จิตรา พรหม ทันท่วง (2557: น.62) พบว่า เกษตรกรสามารถรับรู้ข่าวสารได้ด้วยตนเอง มีช่วงเวลาในการรับรู้ข่าวสารที่ เวลา 18.01 – 24.00 น. อีกทั้งยังสอดคล้องกับ อติพล เอื้อจรัสพันธ์ (2562 : น.125-126) พบว่า ช่วงเวลาที่เกษตรกรสามารถรับข้อมูลข่าวสารทางการเกษตรจากช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ได้ ส่วนใหญ่เป็นช่วงหลังเลิกกิจกรรมทางการเกษตรและก่อนดำเนินกิจกรรมการเกษตร ในช่วงเวลา 18.01-21.00 น. ดังนั้น หากพิจารณาเรื่องการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์สื่อความรู้ อภิปรายได้ว่า ควรเริ่มโพสประชาสัมพันธ์ในเวลา 09.00 13.00 และ 19.00 เพื่อเปิดการมองเห็นของเกษตรกร ทำให้เกษตรกรได้เกิดการรับรู้และศึกษาตั้งแต่เริ่มต้นตามช่วงเวลานั้นๆ อย่างไรก็ตามการเลือกช่วงเวลาจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับเกษตรกรทุกกลุ่มเป้าหมาย และหากพิจารณาจากเวลาที่สื่อของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ดำเนินการถ่ายทอดสดผ่านเฟซบุ๊กไลฟ์ รายการ ARDA Talk ที่ปัจจุบันจัดรายการตั้งแต่เวลา 17.00 - 18.00 น. อาจยังไม่ตรงกับช่วงที่เกษตรกรเข้ามารับสื่อ อภิปรายได้ว่า ควรปรับเวลาในการถ่ายทอดสดเป็นเวลาตั้งแต่ 19.00 - 22.00 น.

2.3. การรับรู้เกี่ยวกับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก.

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 83.0) รู้จักสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) โดยช่องทางที่ทำให้รู้จัก สวก. คือเฟซบุ๊กแฟนเพจ: ARDATHAI และ เกษตรก้าวไกล กับ สวก. สอดคล้องกับ รุ่งทิวา วงศ์รักษงาน (2563: 1161) พบว่า เกษตรกรต้องการช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ คือ ยูทูป เฟซบุ๊ก เว็บไซต์ และไลน์ อภิปรายได้ว่า หากทาง สวก. ต้องการให้เกษตรกรหรือบุคคลที่สนใจเข้าถึงสื่อของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) มากยิ่งขึ้น ควรดำเนินการประชาสัมพันธ์สื่อต่างๆของ สวก. ผ่านช่องทางเฟซบุ๊กและดำเนินการโปรโมทโพสโดยการบустโพส หรือลงโฆษณาบนเฟซบุ๊ก เพื่อให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงสื่อความรู้ของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ได้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถ

สร้างความรู้จักสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) และสื่อด้านการเกษตรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

2.4. ความต้องการในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก.

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความต้องการด้านเนื้อหาในส่วนของรูปแบบการทำเกษตรด้านการเกษตรกระแสทางเลือก หรือเกษตรกรรมยั่งยืน ซึ่งสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ผลิตสื่อความรู้ด้านการเกษตรที่ครอบคลุมเรื่องของเกษตรกระแสทางเลือก และเกษตรกรรมยั่งยืนอยู่แล้ว อภิปรายได้ว่า สวก. ดำเนินการผลิตสื่อความรู้ด้านการเกษตรมาในทิศทางที่ตรงกับความต้องการของเกษตรกร

สรุปผล

1. ลักษณะส่วนบุคคล สังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร มี 3 ประเด็น ดังนี้ 1) ลักษณะส่วนบุคคล เกษตรกรมากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 37.84 เกษตรกรร้อยละ 77 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ส่วนมากมีอาชีพหลัก คือ อาชีพเกษตรกร และประกอบอาชีพรับจ้าง ธุรกิจส่วนตัว และค้าขาย เป็นอาชีพรอง ประกอบอาชีพทางการเกษตรด้านการผลิตสินค้าเกษตรมากที่สุด และผลิตสินค้าเกษตรประเภทพืชไร่ 2) ลักษณะทางสังคม จำนวนสมาชิกในครัวเรือน เฉลี่ย 3.69 คน และมีจำนวนสมาชิกที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเฉลี่ย 2.03 คน และ 3) ลักษณะทางเศรษฐกิจ พื้นที่การเกษตร เกษตรกรส่วนมากมีพื้นที่การเกษตร 6-20 ไร่ ลักษณะการถือครองพื้นที่การเกษตร มีพื้นที่ในการทำการเกษตรเป็นพื้นที่ของตนเอง รายได้จากการทำเกษตรกรรม มีรายได้เฉลี่ยจากการทำเกษตรกรรมอยู่ระหว่าง 30,001-120,00 บาทมดำเนินการทำการเกษตรมาเป็นระยะเวลา น้อยกว่า 6 ปี

2. พฤติกรรมการในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของเกษตรกร ในภาพรวม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์ในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตร ช่วงเวลาที่เกษตรกรสะดวกเข้ามารับสื่อความรู้ด้านการเกษตรมากที่สุดคือ 19.01-22.00 น. สถานที่ในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของเกษตรกรรับสื่อที่บ้านที่พักอาศัย

3. การรับรู้เกี่ยวกับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก. การรับรู้เกี่ยวกับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก. ผลการศึกษา พบว่า 1) การรับรู้เกี่ยวกับ สวก. ส่วนมากมีความรู้จักสื่อด้านการเกษตรของ สวก. ผ่านช่องทางเฟซบุ๊กแฟนเพจชื่อ ARDATHAI และผ่านช่องทางเฟซบุ๊กแฟนเพจชื่อ เกษตรก้าวไกล กับ สวก. และ 2) การเข้าถึงสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก. จากการศึกษพบว่า เกษตรกรร้อยละ 83 รู้จักเฟซบุ๊กไลฟ์รายการ ARDA Talk ร้อยละ 17 ไม่รู้จัก เกษตรกรร้อยละ 77 รู้จักโมชั่นกราฟิก บล็อกความรู้ด้านเกษตร และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และร้อยละ 23 ไม่รู้จักสื่อทั้งสามชนิด และเกษตรกรร้อยละ 73 รู้จักอินโฟกราฟิก ร้อยละ 23 ไม่รู้จักอินโฟกราฟิก

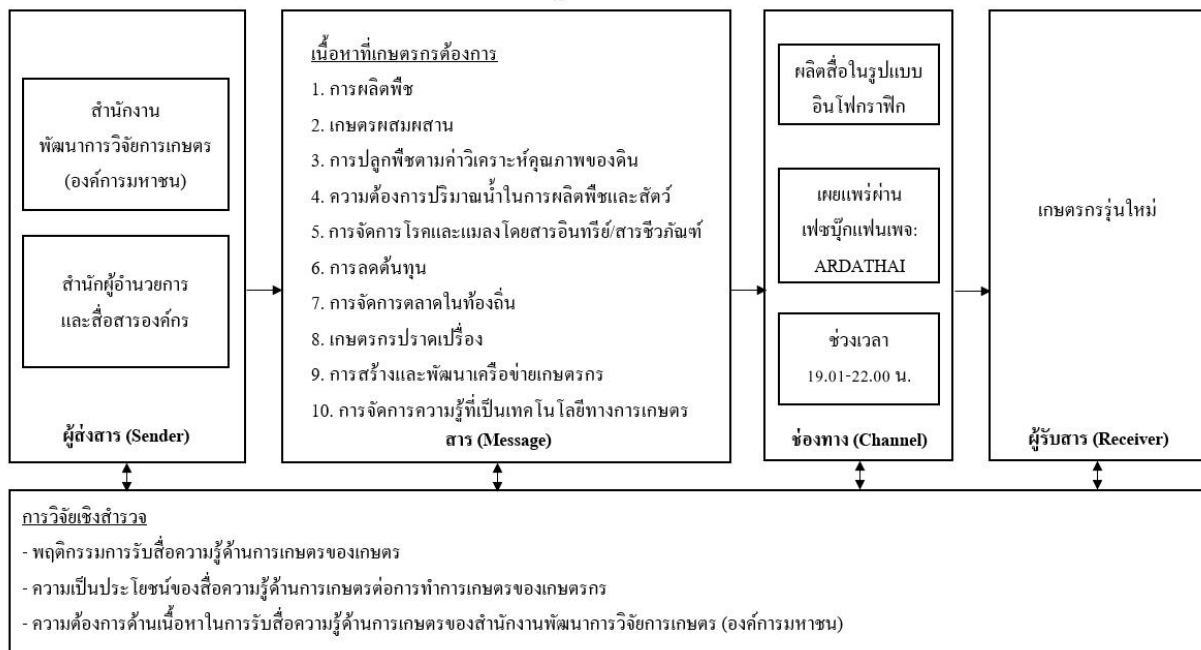
4. ความต้องการในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก.

1) ความต้องการด้านเนื้อหาในการรับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของ สวก. จากการศึกษาค้นคว้าความต้องการด้านเนื้อหา 10 ประเด็นใหญ่ เกษตรกรต้องการอันดับ 1 ในแต่ละประเด็น ได้แก่เรื่อง (1) การผลิตพืช (2) การทำการเกษตรกระแสทางเลือก หรือเกษตรกรรมยั่งยืน (3) การปลูกพืชตามค่าวิเคราะห์คุณภาพของดิน (4) แหล่งน้ำในระบบชลประทานเพื่อการเกษตร (5) การจัดการโรคและแมลงโดยใช้สารอินทรีย์ และสารชีวภัณฑ์ (6) การลดต้นทุนและการจัดการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว (7) การจัดการตลาดในท้องถิ่น (ตลาดชุมชน ตลาด

ขายส่ง ตลาดส่งออก) (8) เกษตรกรปราดเปรื่อง (9) การสร้างและพัฒนาเครือข่ายเกษตรกร (10) การจัดการความรู้ที่เป็นเทคโนโลยีทางการเกษตร

2) ความต้องการด้านประเภทของสื่อ เกษตรกรจัดอันดับสื่อความรู้ด้านการเกษตรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ต้องการโดยเรียงอันดับ ดังนี้ อันดับ 1 อินโฟกราฟิก อันดับ 2 โมชันกราฟิก อันดับ 3 บล็อกความรู้ด้านการเกษตร อันดับ 4 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และอันดับ 5 เฟซบุ๊กไลฟ์ รายการ ARDA Talk

5. รูปแบบการส่งเสริมความรู้แก่เกษตรกรของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)



กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลสรานู สรานูรัมย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.จินดา ขลิบทอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และดร.สุวิทย์ ชัยเกียรติยศ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำ ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณ เกษตรกรรุ่นใหม่ที่มีสละเวลาให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามออนไลน์ในการเก็บข้อมูลทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จิตราพรรณ ทันห้วง. (2557). อิทธิพลของสื่อการรับรู้และความต้องการข่าวสารเทคโนโลยีการเกษตรของเกษตรกรอำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ณัฐชา อิศระกุล (2563) การเปิดรับสื่อออนไลน์ของเกษตรกรรุ่นใหม่ สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2565
- รุ่งทิภา วงศ์รักษาน. (2563). การส่งเสริมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ด้านการเกษตรของเกษตรกร ตำบลมิตรภาพ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10. 1161-1171.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2564). รายงานประจำปี 2564 ฉบับภาษาไทย.

ค้นเมื่อ 6 มกราคม 2565, จาก <https://www.arda.or.th/annual/64/AnnualReport64Final.pdf>.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2565). เกี่ยวกับ สวก.. ค้นเมื่อ 6 มกราคม 2565,

<https://www.arda.or.th/about.php>.

อดิพล เอื้อจรัสพันธ์. (2562). การใช้สื่อทางการเกษตรของเกษตรกรไทย. วารสารศาสตร์, 12(2), 124-205.

ผลของการเคลือบผิวด้วยแคลเซียมคลอไรด์และแคลเซียมแลคเตตต่อคุณภาพของ
สับประรดตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ
Effect of calcium chloride and calcium lactate coating on the quality of
fresh-cut pineapple stored at low temperature

ปริยาภรณ์ งานดี¹ และ วาสนา พิทักษ์พล^{1*}

Pariyaphat Ngandee¹, and Wasna Pithakpol^{1*}

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

¹ Agricultural Science Program, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

*Corresponding author E-mail: wasnan@yahoo.com

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยแคลเซียมคลอไรด์ และ แคลเซียมแลคเตตต่อคุณภาพของสับประรดตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยนำสับประรดตัดแต่งพันธุ์ภูแลมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์และแคลเซียมแลคเตตที่ 3 ระดับความเข้มข้นได้แก่ 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นบรรจุในกล่องพลาสติกที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 10 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $80 \pm 2\%$ ผลการทดลองพบว่าสับประรดตัดแต่งที่แช่ในสารละลายแคลเซียมทั้งสองชนิดในทุกกรรมวิธีช่วยรักษาคุณภาพ โดยช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ การสูญเสียน้ำหนัก และการเกิดสีน้ำตาล โดยแคลเซียมทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาคุณภาพได้ดีกว่าชุดควบคุม (ไม่ได้แช่สารละลาย) โดยมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 10 วัน ขณะที่ชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 8 วัน
คำสำคัญ : แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแลคเตต คุณภาพ สับประรดตัดแต่ง

Abstract

This aimed of this research was to study the effect of calcium chloride and calcium lactate to maintain quality during low temperature storage of fresh-cut pineapple. Fresh-cut pineapples cv. Phulae were soaked in a solution of calcium chloride and calcium lactate at 3 concentrations including 0.5, 1 and 2 percent for 2 minutes, packed in plastic boxes covered with polyvinyl chloride plastic film and stored at low temperature of $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and $80 \pm 2\% \text{RH}$. Results showed that solution of calcium chloride and calcium lactate in all treatments can maintain quality of fresh-cut pineapple during low temperature storage. Both 2% of calcium chloride and calcium lactate can maintain good quality than that of control pineapple (not soaked) with the longest shelf life for 10 days, while the control had 8 days shelf life.

Keywords : Calcium chloride, Calcium lactate , postharvest quality, fresh-cut pineapple

บทนำ

สับปะรดฤดูแล (*Ananas comosus* L. Merr.) ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ของจังหวัด เชียงรายส่งผลทำให้เป็นผลไม้เศรษฐกิจของจังหวัดเชียงราย เป็นสับปะรดสายพันธุ์ในกลุ่มควีน ลูกเล็กและ สามารถปลูกได้ตลอดปี ผลมีขนาดเล็ก เนื้อสีทอง กลิ่นหอม แกนสับปะรดกรอบสามารถรับประทานได้ และรสชาติหวานปานกลาง ในปัจจุบันผลไม้ตัดแต่งกำลังเป็นที่นิยมทั้งในครัวเรือน โรงแรม ร้านอาหาร และในธุรกิจ บริการด้านการจัดเลี้ยงจำนวนมาก เนื่องจากสะดวกต่อการบริโภค หาสื่อได้ง่าย และประหยัดเวลาในการเตรียม (นิรอร, 2559) สับปะรดตัดแต่งจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคเหล่านี้ได้ แต่ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในผลไม้ตัดแต่งคือ การสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็ว ทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่สั้น (दनัย ,2558) รวมทั้งมีสถานะที่มีความเป็นกรดค่อนข้างสูงทำให้จุลินทรีย์ที่เจริญได้ดี ได้แก่ กลุ่มยีสต์ รา และแบคทีเรีย (Brackett, 1987) จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค วิธีการที่ใช้ในการรักษาคุณภาพและลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของ ผลไม้ตัดแต่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สารละลายเกลือแคลเซียม เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผนัง เซลล์และลดการเสื่อมสภาพของเนื้อผล โดยมีรายงานว่า การจุ่มสตรอเบอร์รี่สดลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1% สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้จุ่ม และไม่มีผลต่อการทดสอบทางด้าน ประสาทสัมผัส (Garcia et al., 1996) นอกจากนี้ Roden D. and Antonio L.(2019) ได้ทำการศึกษาผลของ แคลเซียมแอสคอร์เบตและแคลเซียมแลคเตตต่อคุณภาพของสับปะรดสด โดยจุ่มแคลเซียมแอสคอร์เบตและ แคลเซียมแลคเตตที่ระดับความเข้มข้น 1.5-2.5% พบว่าแคลเซียมแอสคอร์เบตและแคลเซียมแลคเตตที่มี ประสิทธิภาพในการลดแบคทีเรียและโคลิฟอร์มรวมทั้งยีสต์และราได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ดังนั้นจึงมี แนวคิดในการศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเคลือบผิวสับปะรดตัดแต่งด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแลคเตต ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่งให้ได้ นานขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบ คัดเลือกสับปะรดพันธุ์ฤดูแลที่ถูกเก็บเกี่ยวในระยะบริบูรณ์ระดับ 2-3 (มีสีเหลือง ประมาณ 25-50% ของผล) ขนส่งโดยรถยนต์มายังห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์และ ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา คัดขนาดผลให้มีขนาดและสีที่สม่ำเสมอ นำไปปอกเปลือก ตัดตา หั่นตามยาวเป็นสี่ส่วนโดยมีขนาดประมาณ 4 x 10 ซม. ให้เท่ากัน

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) มีทั้งหมด 8 กรรมวิธี ได้แก่ สารละลายแคลเซียมคลอไรด์และสารละลายแคลเซียมแลคเตตความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2%, น้ำ โอโซน 200 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง และชุดควบคุม (ไม่แช่สารละลาย) โดยนำสับปะรดตัดแต่งมาล้างด้วยน้ำโอโซน ผึ่งให้แห้งแล้วมาแช่ในสารละลายแคลเซียมตามกรรมวิธีต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที ผึ่งให้แห้ง บรรจุในภาตโฟมหุ้มด้วย พลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ที่มีขนาด 30 ซม. x 30 ม. x 8 ไมครอนแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±2% เป็นเวลา 10 วัน

การบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพกายภาพ และคุณภาพทางเคมี ได้แก่ การสูญเสีย น้ำหนัก, การเปลี่ยนแปลงของสี โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Associates Laboratory รุ่น ColorQuest® XE ประเมินคุณภาพด้านการเปลี่ยนสีน้ำตาล (Browning index) (ประเมิน 5 ระดับคือ 1= สีเหลือง, 2= สีเหลืองเข้ม เล็กน้อย 3= สีเหลืองเข้มปานกลาง 4=สีเหลืองเข้มมาก 5= เหลืองเข้มอมน้ำตาล), ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, TSS) ด้วยเครื่อง Refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น PAL-1 ปริมาณกรดที่ ไทเทรทได้ (Titratable acidity, TA) วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC, (2000) ปริมาณวิตามินซี (Vitamin C) วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (1990) จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count โดยวิธี Aerobic plate count และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยใช้เกณฑ์การประเมิน การยอมรับ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แบบวิธี 9-point Hedonic Scale โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงความไม่ชอบมากที่สุด อายุการเก็บรักษา ประเมิน ณ วันที่มีการยอมรับโดยรวมต่ำกว่า 5 เป็นเกณฑ์ ถือว่าหมดสภาพ (จิริยา และ มยุรี , 2561)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย

การสูญเสียน้ำหนัก สับปะรดตัดแต่งมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยกรรมวิธีที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% สามารถเก็บรักษาได้ เป็นเวลา 10 วัน เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่สามารถเก็บรักษาได้เพียง 8 วัน โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 6.82 และ 6.99% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 8.71% (Figure 1A).

การเกิดสีน้ำตาล พบว่าสับปะรดตัดแต่งมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองเข้ม และสีเหลืองอมน้ำตาล เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งจะเริ่มเห็นได้ชัดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมแลคเตทและแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 3.82 และ 3.92 คะแนนตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 5.00 คะแนน (Figure 1B).

การเปลี่ยนแปลงของสี ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่า สับปะรดตัดแต่งหลังการแช่ด้วยสารละลาย แคลเซียมทั้งสองชนิดมีค่าสีในระบบ $L^* a^* b^*$ ลดลงน้อยที่สุด กรรมวิธีที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมแลคเตท และแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% จะมีค่า L^* เท่ากับ 69.56 และ 69.83 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ที่มีค่าเท่ากับ 68.87 (ค่า L^* ในวันแรกมีค่าเท่ากับ 75.57) ค่า a^* มีค่าเท่ากับ 1.95 และ 1.97 ตามลำดับเมื่อ เทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 1.83 (ค่า a^* ในวันแรกมีค่าเท่ากับ 3.17) และค่า b^* มีค่าเท่ากับ 19.83 และ 20.20 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 18.90 (ค่า b^* ในวันแรกมีค่าเท่ากับ 30.28) (Table 2).

การยอมรับคุณภาพโดยรวม จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั้งด้าน สี กลิ่น รสชาติ และ ความชอบโดยรวมในวันแรกของการเก็บรักษาพบว่า สับปะรดตัดแต่งที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์และ แคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% มีการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมให้ผลการ ยอมรับที่ดีกว่าชุดควบคุม และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เมื่อใช้ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น อาจทำให้รสชาติของสับปะรดเปลี่ยน ซึ่งผู้บริโภคอาจไม่ชอบ (Figure 2D)

คุณภาพทางเคมี สับปะรดตัดแต่งมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเพียงเล็กน้อย โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลาย น้ำได้ (TSS) มีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 13.80-16.87%Brix โดยสับปะรดตัดแต่งที่แช่ ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์และแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็ง ทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด (Table 1) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) มีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บ รักษาอยู่ระหว่าง 0.77-1.07% โดยกรรมวิธีที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีค่าปริมาณ กรดที่ไทเทรตได้น้อยสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.98% (Table 1) ปริมาณวิตามินซี ปริมาณวิตามินซี ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุของการเก็บรักษา โดยกรรมวิธีที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมแลคเตท ความเข้มข้น 2% มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 19.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 18.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (Table 1) จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g FW) จากผลการทดลองพบว่า มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เพิ่มขึ้นเช่นเดียวในทุกกรรมวิธี แต่กรรมวิธีที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มี จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุด รองลงมาคือแช่ด้วยสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% เท่ากับ 101.67 และ 105.00 log CFU/g FW. ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 144.33 log CFU/g FW. (Figure 2C). จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการแช่สับปะรดตัดแต่งด้วยสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์และแคลเซียมแลคเตทที่ระดับความเข้มข้น 2% สามารถยืดอายุการเก็บรักษา และลดการ สูญเสียคุณภาพของสับปะรดตัดแต่งได้ดีที่สุด และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้นานถึง 10 วันในขณะที่ชุด ควบคุมสามารถเก็บรักษาได้นานสุดเพียง 8 วัน

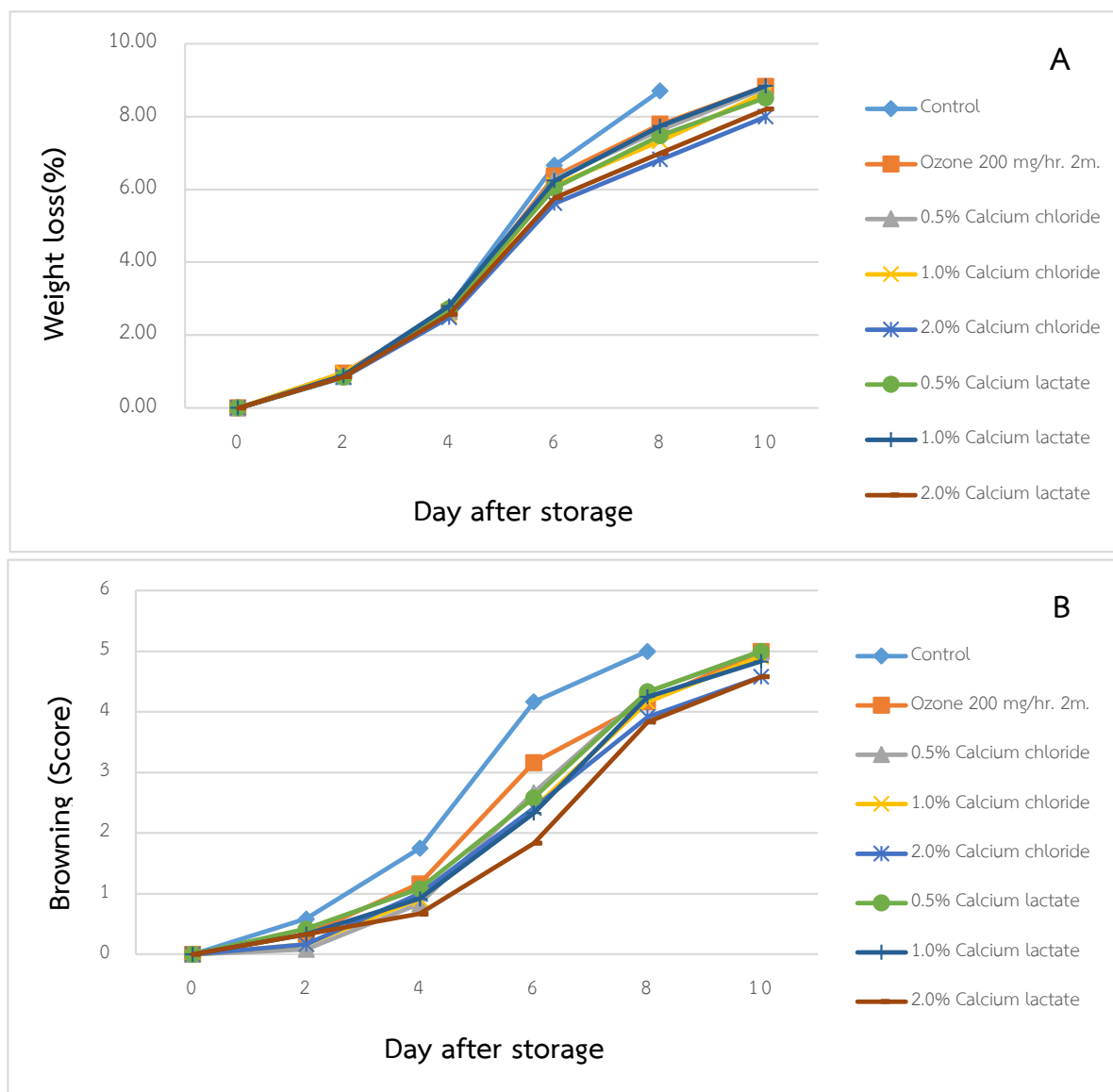


Figure 1 Effect of calcium chloride and calcium lactate coating on weight loss (A) browning score (B) of fresh-cut Phulae pineapple during stored at low temperature (10 ± 2 °C, $80\pm 2\%$ RH) for 8-10 days.

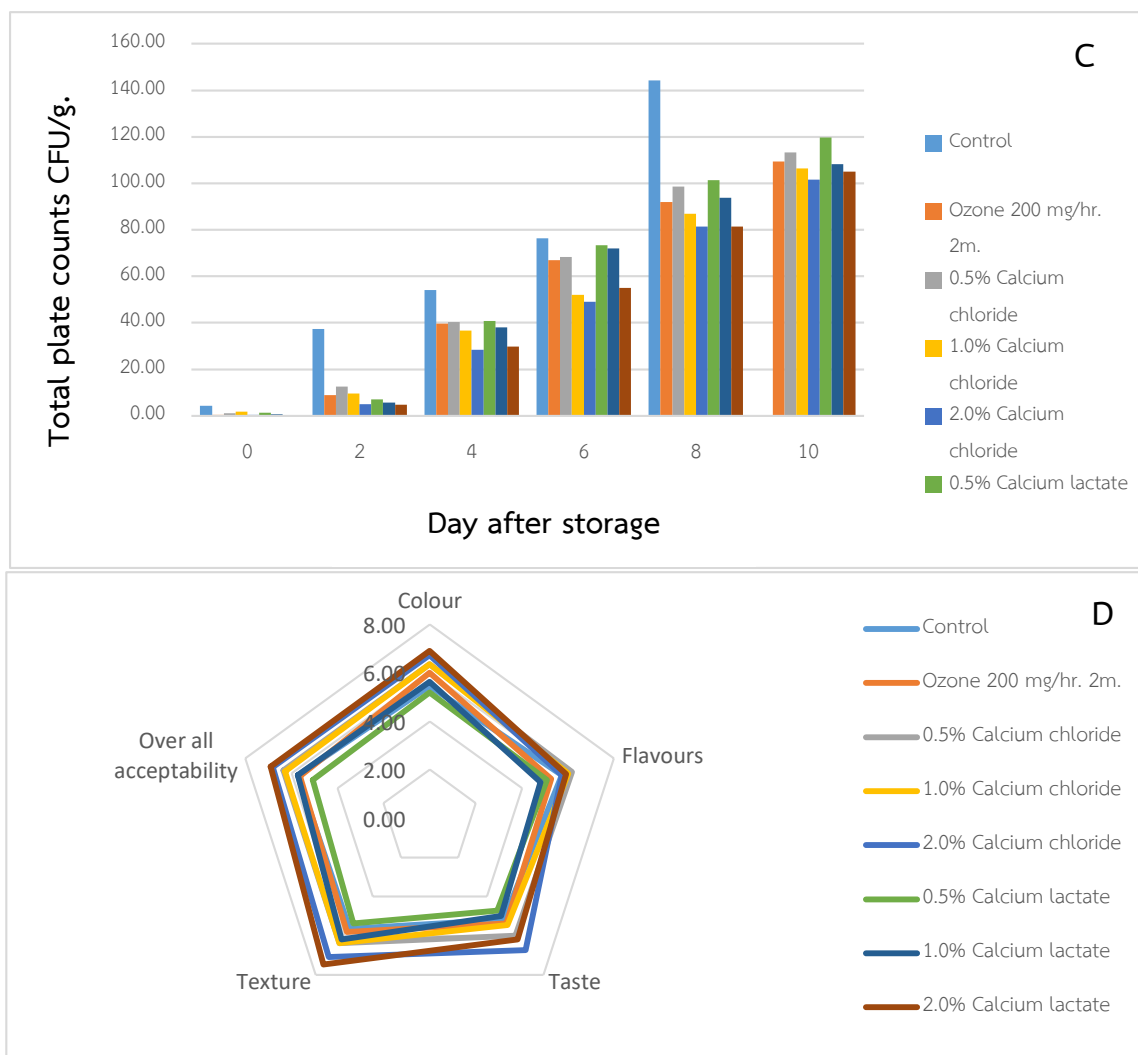


Figure 2 Effect of calcium chloride and calcium lactate coating on total plate count (C) and sensory characteristics (D) of fresh-cut Phulae pineapple during stored at low temperature (10 ± 2 °C, $80\pm 2\%$ RH) for 8-10 days.

Table 1 Effect of calcium chloride and calcium lactate coating on titratable acidity (TA), total soluble solids (TSS) vitamin C content and total plate count of fresh-cut Phulae pineapple during stored at low temperature (10 ± 2 °C, $80\pm 2\%$ RH) for 8 days.

Treatment	TA (%)			TSS (%Brix)			Vitamin C (mg/100 gf.w.)		
	0 day	4 day	8 day	0 day	4 day	8 day	0 day	4 day	8 day
Control	0.85	1.00a	1.13a	15.47ab	16.27a	16.87a	17.8a	17.8	18.5bc
Ozone 200 mg/hr.	0.85	0.85b	1.04abc	15.37bc	14.73b	15.53b	16.7abc	17.8	18.9ab
0.5% Calcium chloride.	0.79	0.85b	0.96c	15.33c	14.57c	15.17c	16.2c	17.5	18.9ab
1.0% Calcium chloride	0.81	0.85b	0.98bc	15.47ab	14.57c	14.83d	16.9abc	17.5	18.5ab
2.0% Calcium chloride	0.79	0.85b	0.98bc	15.47ab	14.50c	14.53e	17.1abc	17.5	18.2b
0.5% Calcium lactate	0.85	0.88b	1.04abc	15.33c	14.20d	14.77d	16.5bc	17.8	18.5ab
1.0% Calcium lactate	0.79	0.77c	1.04abc	15.43abc	13.93e	14.77d	16.9abc	17.8	18.5ab
2.0% Calcium lactate	0.81	0.88b	1.07ab	15.53a	13.80f	14.57e	17.5abc	17.8	19.1a
F-test	ns	*	*	*	*	*	*	ns	*
cv (%)	4.51	5.04	4.76	0.37	0.46	0.38	8.45	5.26	4.45

* = The mean values in the columns that follow the same letter have no statistical difference. Based on Duncan's new multiple range testing (DMRT) analysis methods at a 95% confidence level.

Table 2 Effect of calcium chloride and calcium lactate coating on L*, a* and b* of fresh-cut Phulae pineapple during stored at low temperature (10 ± 2 °C, $80\pm 2\%$ RH) for 4 and 8 days.

Treatment	L*		a*		b*	
	4 day	8 day	4 day	8 day	4 day	8 day
Control	70.71d	68.87d	2.38d	1.83b	20.87e	18.90d
Ozone 200 mg/hr.	71.06cd	68.88d	2.41cd	1.85b	20.97e	19.00d
0.5% Calcium chloride.	71.16cd	69.12cd	2.54bc	1.98b	21.92cd	19.54c
1.0% Calcium chloride	71.24cd	69.41bc	2.55bc	2.28a	22.00bcd	19.92ab
2.0% Calcium chloride	72.39a	69.83a	2.80a	1.97b	23.17a	20.20a
0.5% Calcium lactate	71.09cd	69.19bcd	2.55bc	1.52c	21.70d	19.75bc
1.0% Calcium lactate	71.29cd	69.48abc	2.57bc	1.82b	22.19bc	19.53c
2.0% Calcium lactate	71.86b	69.56abc	2.59bc	1.95b	22.39b	19.83bc
F-test	*	*	*	*	*	*
cv	0.40	0.30	3.44	8.17	1.15	0.97

* = The mean values in the columns that follow the same letter have no statistical difference. Based on Duncan's new multiple range testing (DMRT) analysis methods at a 95% confidence level.

วิจารณ์ผลการวิจัย

สับปะรดตัดแต่งที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และสารละลายแคลเซียมแลคเตท ที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2% ที่ระยะเวลา 2 นาที พบว่า สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่การแช่สับปะรดตัดแต่งด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% ให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือการแช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% ตามลำดับ สามารถเก็บรักษาได้นานสุด 10 วัน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ได้แช่สารละลาย) ที่มีอายุการเก็บรักษา 8 วัน ในระหว่างการเก็บรักษา พบการเกิดสีน้ำตาลในทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเริ่มเห็นได้ชัดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยกรรมวิธีที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2 % สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Figure 1B) สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างของเนื้อผล (L^*) โดยสับปะรดที่แช่ในสารละลายแคลเซียมทั้งสองชนิดในทุกระดับความเข้มข้นมีค่า L^* ค่าลดลงน้อยสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Table 2) ตรงกับการศึกษาของ อิชยา และคณะ (2561) ที่พบว่า ผลหม่อนที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% มีการสูญเสียน้ำหนักและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้น้อยที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L^*) น้อยที่สุด ส่วน a^* และค่า b^* มีค่าลดลงน้อยสุดเมื่อเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้คุณภาพทางเคมีของสับปะรดตัดแต่งมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเพียงเล็กน้อย สอดคล้องกับรายงานของ Turmanidze et al. (2017) ที่พบว่าการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.0 สามารถชะลอการเสื่อมสภาพการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ และการลดลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และการทดลองของ สุจินดา และเสาวภา (2551) ที่พบการใช้สารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2.5% ทำให้แก้วมังกรมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำน้อยที่สุด นอกจากนี้ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ในทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษา แต่สับปะรดตัดแต่งที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์และสารละลายแคลเซียมแลคเตท ในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ได้แช่สารละลาย) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Roden D. and Antonio L.(2019) ได้ทำการศึกษาผลของแคลเซียมแอสคอร์เบตและแคลเซียมแลคเตทต่อคุณภาพของสับปะรดสด โดยพบว่าแคลเซียมแอสคอร์เบตและแคลเซียมแลคเตทมีประสิทธิภาพในการลดแบคทีเรียและโคลิฟอร์มรวมทั้งยีสต์และราที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับชุดควบคุม

สรุปผลการวิจัย

การแช่สับปะรดตัดแต่งด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์และสารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้น 2% สามารถช่วยรักษาคุณภาพได้ดีที่สุดโดยช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดสีน้ำตาล คุณภาพทางเคมี และลดการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ และมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้ 10 วัน ขณะที่ชุดควบคุม (ไม่ได้แช่สารละลาย) ที่มีอายุการเก็บรักษา 8 วัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยาที่ให้
ความอนุเคราะห์ สถานที่และได้อำนวยความสะดวกทางด้านห้องปฏิบัติการในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จีรยา ใจตรง และมยุรี กระจายกลาง. 2561. คุณภาพการเก็บรักษาของสับปรดตัดแต่งพันธุ์ห้วยมุ่นภายหลัง
การใช้กรดแอสคอร์บิกกับกรดซิตริก. แก่นเกษตร 46(4) : 655-664.

दनัย บุญยเกียรติ. 2558. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักบนพื้นที่สูง. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง
(องค์การมหาชน), 2558. 162 หน้า.

นิอร โฉมศรี. สับปรดตัดแต่งพร้อมบริโภค. ศิลปะการพิมพ์ (ครั้งที่ 1). ลำปาง: สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. 2559.

สุจินดา อินทโชติ และ เสาวภา ไชยวงศ์. 2551. ผลของสารละลายแคลเซียมแลคเตทและวิธีการ heat-shock
ที่มีต่อคุณภาพของแอม้งกรสีแดงตัดแต่งพร้อมบริโภค. วิทยาศาสตร์การเกษตร 39(3) (พิเศษ) : 73-76.

อิชยา นะมิกิ, สุภาวดี วงษ์ภมร, ภาณุมาศ โคตรพงศ์, การิตา จงเจือกกลาง และ เจนจิรา เชาวน์ไว. (2561).

ผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของผลหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.
49:1(พิเศษ) :456-458.

Aguayo, E., Escalona, V.H. and Artés, F. 2008. Effect of hot water treatment and various calcium
salts on quality of freshcut 'Amarillo' melon. Postharvest Biology and Technology.
47: 397-406.

Brackett, R.E., 1987. Antimicrobial effect of chlorine on *Listeria monocytogenes*. Journal of
Food Protection. 50: 999-1003.

Jose M. Garcia, Salvador Herrera, and Ana Morilla. 1996. Effects of Postharvest Dips in Calcium
Chloride on Strawberry. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 44, No. 1.

Roden D. TROYO , Antonio L. ACEDO Jr. 2019. Effects of calcium ascorbate and calcium lactate
on quality of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). International Journal of
Agriculture, Forestry and Life Sciences. 3(1): 143-150.

Turmanidz, T., L. Gulua, M. Jgenti and L. Wicker. 2017. Potential antioxidant retention and
quality maintenance in raspberries and strawberries treated with calcium chloride and
stored under refrigeration. Journal of Food Technology. 20: 1-7.

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสด
จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำยางพาราสดกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
Development of an application for predicting the amount of latex
from the equation of the relationship between
the amount of latex and meteorological data

ณัฐวัฒน์ ฉัตรศิริยง^{1*} ชาญ เกาวันนี¹ กวิตา เจริญเมือง¹ วรลลว พิสิตกูตรกิจ¹

Nuttawat Chutsiriyong¹ Chan Thaowanee¹ Kawita Charoenmuang¹ Varunlavon Pisitkoonkit¹

¹กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรียานุสรณ์ ต.วัดใหม่ อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000

¹Science and Technology Department Siyanuson School, Wat Mai, Muang, Chanthaburi 22000

*Corresponding author E-mail: vicha.teach@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วย ความดันอากาศเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อปริมาณน้ำยางพาราสดด้วยสถิติสหสัมพันธ์ ทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำยางพาราสดจากน้ำยางพาราที่กรีตได้จริงที่สวนยาง ในช่วงเดือนสิงหาคม 2563 ถึงมกราคม 2564 พร้อมทั้งเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่เดียวกัน นำมาสร้างแบบจำลองสหสัมพันธ์ของ ข้อมูลในรูปแบบการถดถอยเชิงเส้นสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดด้วยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นตัวแปรหลักที่ใช้ในการพยากรณ์ จากนั้นนำสมการถดถอยเชิงเส้นสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสด มาพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดในช่วงเดือนสิงหาคม 2564 ถึงมกราคม 2565 นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับ ปริมาณน้ำยางพาราสดที่กรีตได้จริงในช่วงเวลาเดียวกัน แล้วทำการพัฒนาเป็นโปรแกรมพยากรณ์ปริมาณ น้ำยางพาราสดในรูปแบบแอปพลิเคชันที่ใช้งานบนสมาร์ตโฟน เพื่อให้เกษตรกรทราบปริมาณน้ำยางพาราสด ในวันที่กรีตว่าควรได้ผลผลิตมากน้อยเพียงใด เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการลงทุน แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีความสะดวก สามารถใช้งานได้ง่ายบนสมาร์ตโฟน เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ง่าย สมการที่สร้างขึ้นสามารถใช้พยากรณ์ปริมาณน้ำ ยางพาราสดได้ใกล้เคียงกับปริมาณน้ำยางพาราที่กรีตได้จริงในแต่ละวัน โดยมีความแตกต่างไม่เกิน 5%

คำสำคัญ : สมการพยากรณ์ น้ำยางพาราสด แอปพลิเคชัน

Abstract

The purpose of this research intended for to study the relationship between meteorological data, including average air pressure average air temperature and relative humidity To what extent it affects the amount of fresh latex with correlation statistics by collecting data on the amount of fresh latex from actual rubber tree tapping at the rubber plantation from

August 2020 to January 2021 along with the collection of meteorological data in same area as rubber tapping Then, a correlation model of the data in the form of a linear regression equation was constructed for predicting the amount of fresh para rubber with such meteorological data. as the primary variable for prediction Then use the linear regression equation for predicting the amount of fresh latex that was generated to predict the amount of fresh latex in August 2021 to January 2022 and then compare it with the actual amount of fresh latex that can be tapped from the rubber trees during the same period. and developed into a program for predicting the amount of fresh latex in the form of an application that can be used on smartphones In order to make farmers know that on the day of tapping, the rubber should have a lot of productivity to be used as investment information. The application created will be convenient, easy to use on smartphones that farmers will be able to access easily. The generated equation can be used to predict the amount of fresh latex that is close to the actual amount of latex that can be tapped each day. percentage The difference is no more than 5%.

keyword : Prediction equation, fresh latex, application

บทนำ

ประเทศไทยมีการปลูกยางพารามากเป็นอันดับสองของโลกและมีมูลค่าการส่งออกยางพาราเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยส่งออกไปยังตลาดหลัก ได้แก่ จีน มาเลเซีย ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกาและเกาหลีใต้ ซึ่งส่วนใหญ่ส่งออกในรูปของยางแปรรูป ขึ้นตัน ประกอบด้วย ยางแผ่น ยางแท่ง ยางเครพ น้ำยางข้น และผลิตภัณฑ์ยาง (สถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทย, 2561) ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตยางมีการแข่งขันกันสูง ผู้ผลิตยางแปรรูปต้องเร่งการผลิต ทำให้เกิดปัญหา ในกระบวนการผลิต อันเนื่องมาจากการที่ผู้ผลิตยางไม่สามารถทราบได้ว่าในหนึ่งวันจะมีปริมาณน้ำยางพารา เข้ามาในกระบวนการผลิตเพียงใด ทำให้ไม่สามารถกำหนดปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบ การวางแผนบำรุงรักษา เครื่องจักร รวมถึงการวางแผนแรงงาน ส่งผลให้ไม่สามารถวางแผนการผลิตได้อย่างเหมาะสม อีกประการที่สำคัญ คือ เกษตรกรชาวสวนยางพาราบางรายมีอาชีพอื่น ไม่ได้ดูแลสวนยางด้วยตนเอง แต่ให้ลูกจ้างทำการดูแล สวนยางพาราเพียงลำพัง ทำให้เจ้าของสวนยางพาราไม่ทราบว่าในหนึ่งวันมีปริมาณน้ำยางพาราสดที่ได้จากการกรีดยางได้ ส่งผลให้ไม่ทราบผลตอบแทนที่แท้จริง

ปริมาณการผลิตน้ำยางพาราของต้นยางพาราขึ้นอยู่กับปัจจัยทางธรรมชาติหลายอย่าง ซึ่งสถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทย (2561) พบว่าข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความดันอากาศ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นปัจจัยทางธรรมชาติที่มีผลต่อปริมาณการผลิตน้ำยางพาราของต้นยางพารา ดังนั้นถ้าเราสามารถหาความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยากับปริมาณการผลิตน้ำยางพารา แล้วนำมาสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นสมการ ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพารา พร้อมทั้งพัฒนาเป็นแอปพลิเคชัน จะทำให้เราสามารถพยากรณ์ปริมาณการผลิต

น้ำยางที่เกิดขึ้นของต้นยางพาราสามารถนำข้อมูลไปวางแผนการผลิต การซ่อมบำรุงเครื่องจักร การลดลงของรายได้จากสวนยางพารา อีกทั้งเจ้าของสวนยางพารายังได้ทราบปริมาณน้ำยางพาราสดที่ได้จากการกรีต เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในด้านเศรษฐกิจที่สืบเนื่องมาจากยางพาราต่อไป

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจวัดปริมาณน้ำยางพาราสดจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำยางพาราสดกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่หนึ่ง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำยางพาราสดกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา แล้วสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสด โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ตอนที่สอง การเปรียบเทียบปริมาณน้ำยางพาราสดที่ได้จากการพยากรณ์กับปริมาณน้ำยางพาราสดที่กรีตได้จากต้นยางพารา และตอนที่สาม การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดด้วยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งวิธีการดำเนินการออกเป็น 3 ตอน โดยแต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้
ตอนที่ 1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำยางพาราสดกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา แล้วสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสด โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) เก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความดันอากาศ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2563 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2564 เป็นเวลา 184 วัน โดยใช้อุปกรณ์เก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และตรวจสอบสภาพอากาศ ทำการติดตั้งไว้ที่สวนยางพาราที่ทำการเก็บข้อมูล โดยการป้อนคำสั่งให้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยรายวัน

2) เก็บข้อมูลปริมาณน้ำยางพาราสดต่อวัน จากการกรีตต้นยางพารา จำนวน 50 ต้น ในสวนยางพาราซึ่งตั้งอยู่บริเวณ ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2563 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2564 เป็นเวลา 184 วัน

1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) นำข้อมูลปริมาณน้ำยางพาราสดและข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของอากาศที่รวบรวม บันทึกในโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สร้างสมการเชิงเส้นแบบถดถอย เพื่อใช้เป็นแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดในแต่ละเดือนที่ทำการเก็บข้อมูล โดยให้ปริมาณน้ำยางพาราสดเป็นตัวแปรตาม และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของอากาศ เป็นตัวแปรต้น

2) ตรวจสอบความถูกต้องของสมการแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของสมการ นำค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรและค่าคงที่ที่ได้จาก Output มาสร้างเป็นสมการเชิงเส้นถดถอย

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำยางพาราสดที่ได้จากการพยากรณ์กับปริมาณน้ำยางพาราสดที่กรีตได้จากต้นยางพารา มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) เก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความดันอากาศ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2564 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2565 เป็นเวลา 184 วัน โดยใช้อุปกรณ์เก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตรวจสอบสภาพอากาศ ทำการติดตั้งไว้ที่สวนยางพาราที่ทำการเก็บข้อมูล โดยการป้อนคำสั่งให้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยรายวัน

2) เก็บข้อมูลปริมาณน้ำยางพาราสดต่อวัน จากการกรีดต้นยางพาราที่ จำนวน 50 ต้น ในสวนยางพาราที่ตั้งอยู่บริเวณตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2564 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2565 เป็นเวลา 184 วัน

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) นำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เก็บได้ใส่ในสมการเชิงเส้นถดถอยที่สร้างขึ้นจากการศึกษาในตอนต้นที่ 1 เพื่อทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดในแต่ละวัน

2) นำปริมาณน้ำยางพาราสดที่พยากรณ์ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำยางพาราสดที่ได้จากการกรีด

3) ทำกราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำยางพาราสดที่พยากรณ์ได้กับปริมาณน้ำยางพาราสดที่ได้จากการกรีด

ตอนที่ 3 การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดด้วยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. ขั้นการเตรียม ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการตั้งวัตถุประสงค์ว่าต้องการให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างไร แล้วทำการออกแบบแอปพลิเคชันหลาย ๆ รูปแบบ

2. ขั้นการออกแบบแอปพลิเคชัน ในขั้นนี้ผู้วิจัยทำการทอนความคิดจากแอปพลิเคชันหลาย ๆ รูปแบบ แล้วทำการออกแบบโครงสร้างของแอปพลิเคชันและเส้นทางการควบคุมแอปพลิเคชัน

3. ขั้นการเขียนผังการทำงานของโปรแกรม ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้นำโครงสร้างเนื้อหาและรูปแบบการใส่ข้อมูลในสมการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดโดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา มาออกแบบผังการทำงานของ

4. ขั้นการเขียนสตอรี่บอร์ด โดยผู้วิจัยนำผังการทำงานของมาขยายรายละเอียดเป็นสตอรี่บอร์ดของแอปพลิเคชัน โดยแสดงรายละเอียดของหน้าจอตั้งแต่เฟรมแรกจนถึงเฟรมสุดท้าย พร้อมทั้งรายละเอียดของข้อความ ลักษณะภาพ และเงื่อนไขต่าง ๆ ในเฟรมนั้น

5. ผู้วิจัยทำการสร้างแอปพลิเคชันตามผังงาน และสตอรี่บอร์ดที่ได้วางไว้

6. ผู้วิจัยทดสอบการใช้งานในเบื้องต้น เพื่อหาจุดบกพร่อง แล้วทำการแก้ไขจุดบกพร่อง และทดสอบการใช้งานอีกครั้งจนมั่นใจว่าไม่มีข้อบกพร่องใด ๆ

7. นำแอปพลิเคชันสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกรชาวสวนยางพาราใช้งาน เป็นจำนวน 10 สถานที่ในจังหวัดจันทบุรี โดยในการใช้งาน เกษตรกรชาวสวนยางพาราจะนำข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความดันอากาศ อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์จากข้อมูลออนไลน์ในสมาร์ทโฟนลงในแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

8. ทดสอบความพึงพอใจของชาวสวนยางพารา ทำการสัมภาษณ์เพื่อหาข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องและแอปพลิเคชันสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสด

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำยางพาราสดกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา แล้วสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสด โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

ตารางที่ 1 แสดงสมการเชิงเส้นถดถอยเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดในแต่ละเดือน

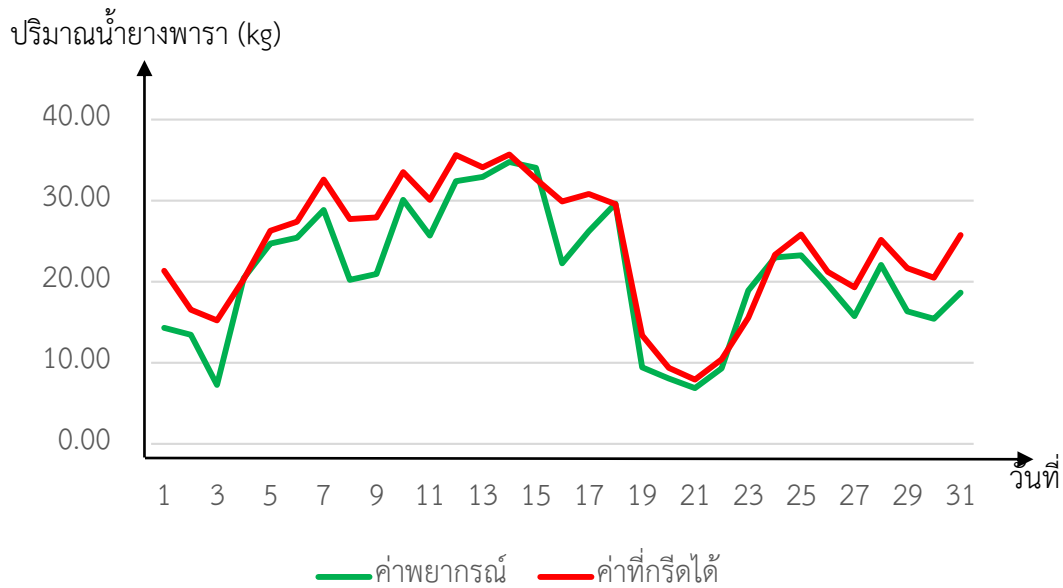
เดือน	สมการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสด
สิงหาคม	$Y = -1275.864 + 1.430X_1 - 0.755X_2 - 1.468X_3$ $R^2 = 0.863$, Standard Error = 7.537
กันยายน	$Y = 733.068 - 0.791X_1 + 5.22X_2 - 0.646X_3$ $R^2 = 0.821$, Standard Error = 8.534
ตุลาคม	$Y = -3858.761 + 3.706X_1 + 6.845X_2 - 0.554X_3$ $R^2 = 0.849$, Standard Error = 7.561
พฤศจิกายน	$Y = -5595.872 + 5.597X_1 + 5.363X_2 - 2.030X_3$ $R^2 = 0.845$, Standard Error = 8.496
ธันวาคม	$Y = 5159.593 - 5.202X_1 + 9.636X_2 - 1.303X_3$ $R^2 = 0.647$, Standard Error = 7.753
มกราคม	$Y = 2892.134 - 2.713X_1 - 2.802X_2 - 0.513X_3$ $R^2 = 0.811$, Standard Error = 7.247

หมายเหตุ X_1 คือ ความดันอากาศ (hpa)
 X_2 คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}C$)
 X_3 คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

จากตารางที่ 1 พบว่าในเดือนสิงหาคมถึงมกราคม ปัจจัยความดันอากาศ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำยางพาราสด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

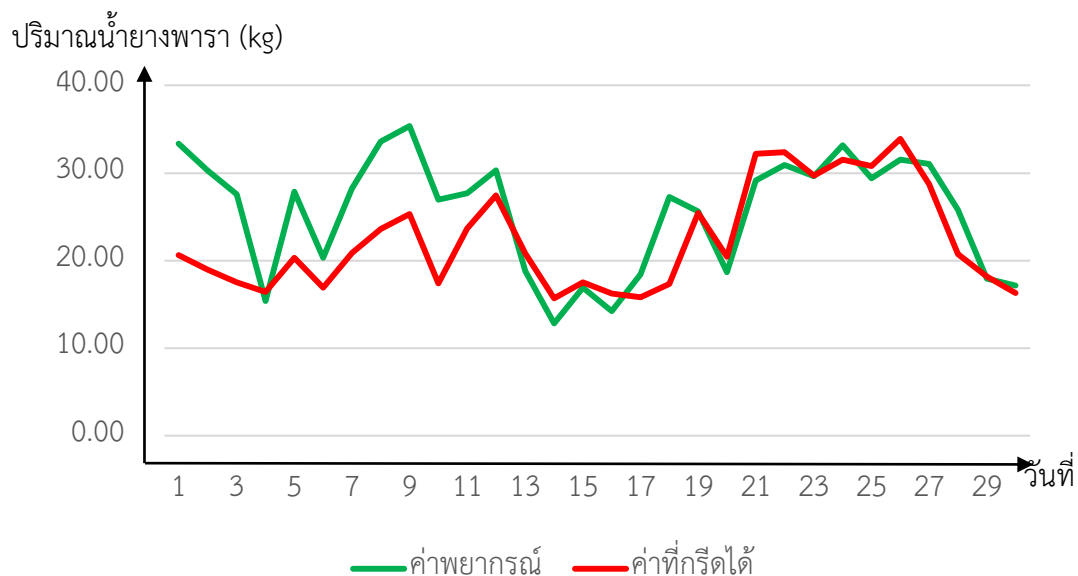
หลังจากที่สร้างสมการเชิงเส้นถดถอยในการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราโดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ในปีต่อมาก็จะนำสมการมาพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราแล้วเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำยางพาราสดที่กรีตได้จากต้นยางพารา ดังตอนที่ 2

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำยางพาราสดที่ได้จากการพยากรณ์กับปริมาณน้ำยางพาราสดที่กรีตได้จากต้นยางพารา



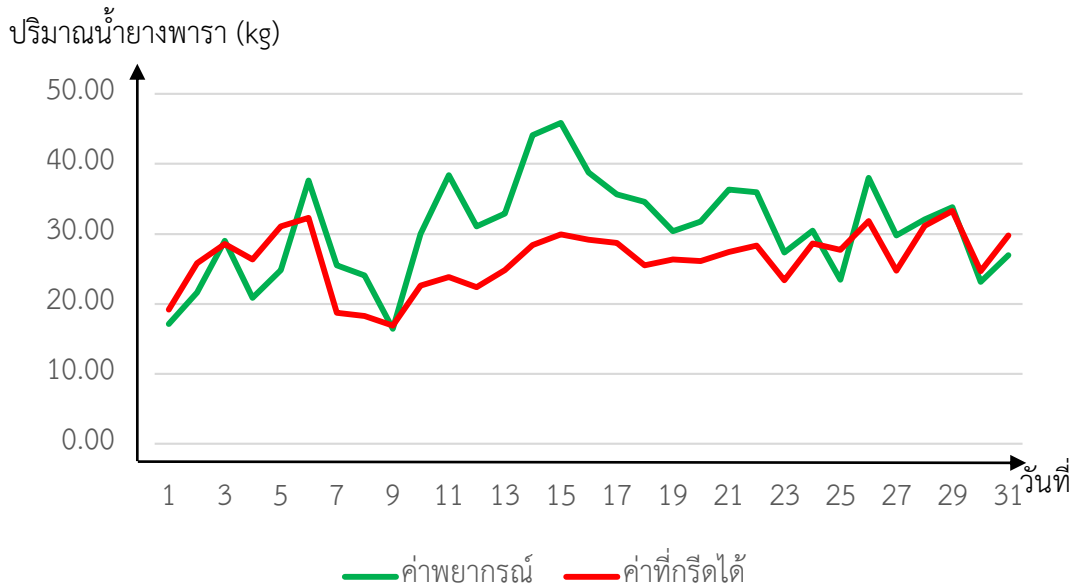
ภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราที่กรีตได้ในเดือนสิงหาคม

จากภาพที่ 1 พบว่าปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราสดที่กรีตได้ในเดือนสิงหาคม มีแนวโน้มเพิ่มในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับค่า $R^2 \times 100$ ที่มีค่า 86.3% โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และที่กรีตได้ต่างกัน 3.11



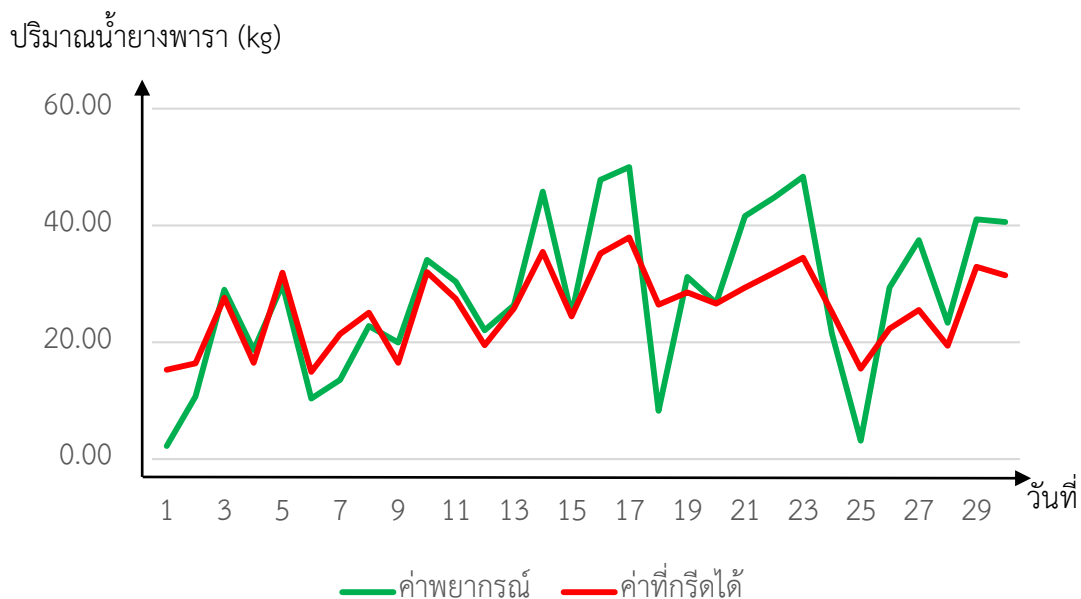
ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราที่กรีตได้ในเดือนกันยายน

จากภาพที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราสดที่กรีตได้ในเดือนกันยายน มีแนวโน้มเพิ่มในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับค่า $R^2 \times 100$ ที่มีค่า 82.1% โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และที่กรีตได้ต่างกัน 3.09



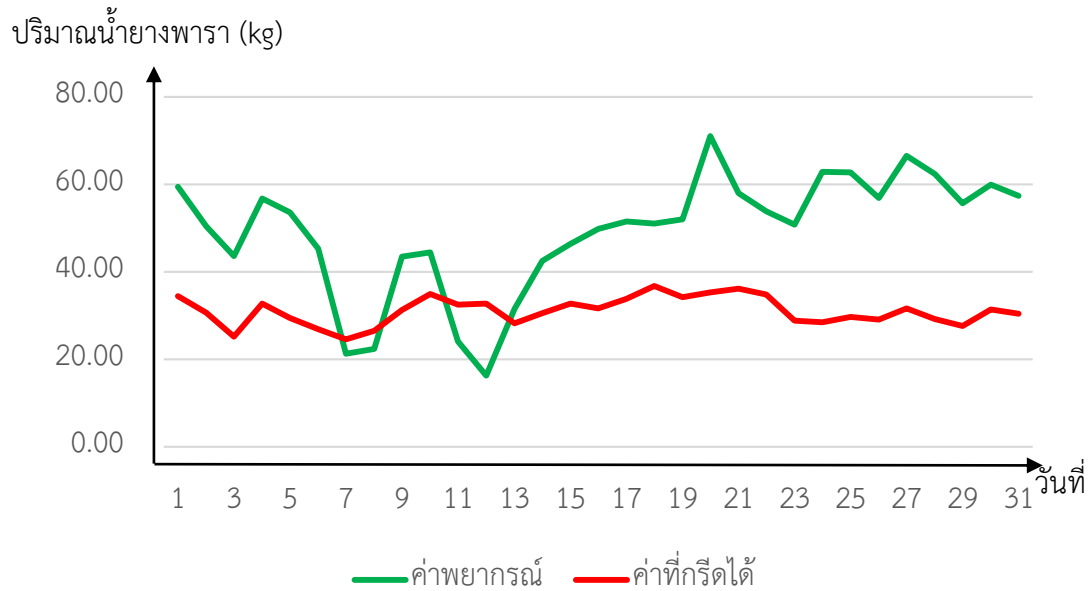
ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราที่กรีตได้ในเดือนตุลาคม

จากภาพที่ 3 พบว่าปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราสดที่กรีตได้ในเดือนตุลาคม มีแนวโน้มเพิ่มในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับค่า $R^2 \times 100$ ที่มีค่า 84.9% โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และที่กรีตได้ต่างกัน 4.26



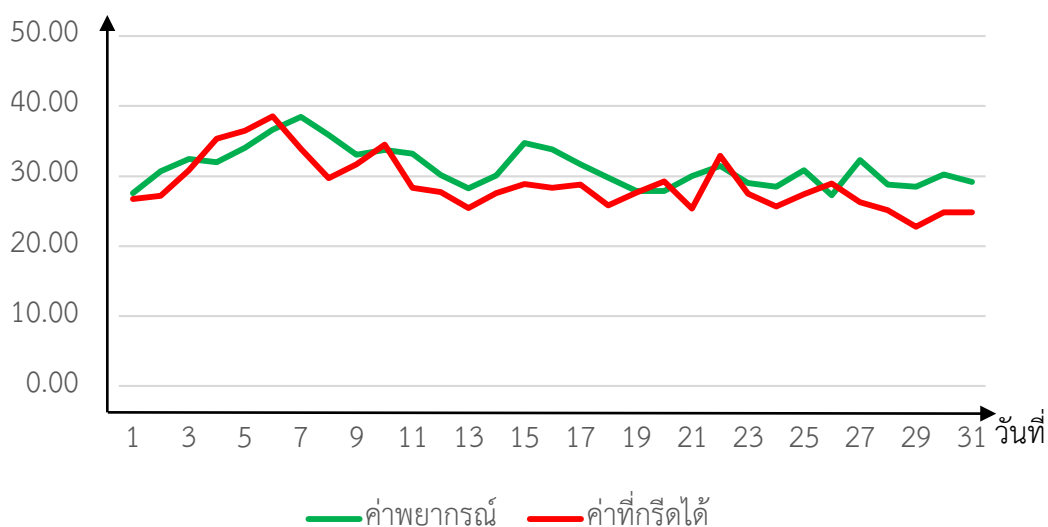
ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราที่กรีตได้ในเดือนพฤศจิกายน

จากภาพที่ 4 พบว่าปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราสดที่กรี๊ดได้ในเดือนพฤศจิกายน มีแนวโน้มเพิ่มในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับค่า $R^2 \times 100$ ที่มีค่า 84.5% โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และที่กรี๊ดได้ต่างกัน 2.09



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราที่กรี๊ดได้ในเดือนธันวาคม

จากภาพที่ 5 พบว่าปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราสดที่กรี๊ดได้ในเดือนธันวาคม มีแนวโน้มเพิ่มในทิศทางเดียวกันเพียงบางส่วน ซึ่งสอดคล้องกับค่า $R^2 \times 100$ ที่มีค่า 64.7% โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และที่กรี๊ดได้ต่างกัน 18.10



ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราที่กรี๊ดได้ในเดือนมกราคม

จากภาพที่ 6 พบว่าปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และน้ำยางพาราสดที่กรีตได้ในเดือนมกราคม มีแนวโน้มเพิ่มในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับค่า $R^2 \times 100$ ที่มีค่า 81.1% โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำยางพาราสดจากการพยากรณ์และที่กรีตได้ต่างกัน 2.38

ตอนที่ 3 การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดด้วยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

จากการนำแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นเผยแพร่ให้กับเกษตรกรชาวสวนยางพาราทดลองใช้งาน แล้วทดสอบความพึงพอใจ พบว่าได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงความพึงพอใจของเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดด้วยข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	การแปลผล
1	การใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.67	0.75	ดีมาก
2	การวางตำแหน่งต่าง ๆ บนหน้าจอมีความเหมาะสม	4.34	0.86	ดีมาก
3	แอปพลิเคชันมีความทันสมัย	4.21	0.67	ดีมาก
4	เมนูมีความง่ายต่อการใช้งาน	4.85	0.85	ดีมาก
5	แอปพลิเคชันมีความสวยงาม น่าสนใจ	3.56	0.74	ดี
6	การดาวน์โหลดแอปพลิเคชันไม่เสียค่าบริการ	4.76	0.69	ดีมาก
7	แอปพลิเคชันสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราได้แม่นยำ	4.21	0.85	ดีมาก
8	ความพึงพอใจในภาพรวม	4.52	0.94	ดีมาก

หมายเหตุ จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 31 คน

จากตารางที่ 2 พบว่า เกษตรกรชาวสวนยางพารามีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสดในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.94) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่าส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับดีมาก ได้แก่ การใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน การวางตำแหน่งต่าง ๆ บนหน้าจอมีความเหมาะสม แอปพลิเคชันมีความทันสมัย เมนูมีความง่ายต่อการใช้งาน การดาวน์โหลดแอปพลิเคชันไม่เสียค่าบริการ และแอปพลิเคชันสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราได้แม่นยำ ในขณะที่รายการแอปพลิเคชันมีความสวยงาม น่าสนใจ อยู่ในระดับดี

วิจารณ์ผล

จากผลการดำเนินการใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความดันอากาศ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรต้นในการสร้างสมการเชิงเส้นแบบถดถอยเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราสด จะได้สมการในการพยากรณ์

ปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อที่มีค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้นแต่ละตัวที่มีค่าไม่เท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากในแต่ละเดือนสภาพอากาศมีความแตกต่างกัน โดยเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน และเดือนมกราคมเป็นเดือนที่สามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อได้ใกล้เคียงกับน้ำยาฆ่าเชื้อที่กรี๊ดได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากใน 5 เดือนนี้ ความดันอากาศ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อ โดยสังเกตได้จากค่า $R^2 \times 100$ ที่มีค่ามากกว่า 80% ในขณะที่เดือนธันวาคม ค่าความดันอากาศ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำยาน้อยกว่าเดือนอื่น โดยสังเกตได้จากค่า $R^2 \times 100$ ที่มีค่าเพียง 64.7% จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยการพยากรณ์ปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อแตกต่างจากน้ำยาฆ่าเชื้อที่กรี๊ดได้มาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเดือนธันวาคมเป็นเดือนที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยน้อยที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาสภาพอากาศในจังหวัดจันทบุรีของกรมอุตุนิยมวิทยาที่พบว่า เดือนธันวาคมเป็นเดือนที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยลดลงมากที่สุด ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าลดลงจากเนื่องจากอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศ ส่งผลให้อากาศแห้งและนำความแห้งแล้งสู่จังหวัด (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559) จึงส่งผลให้สภาพอากาศมีความแปรปรวน เกิดอิทธิพลจากตัวแปรอื่นที่เข้ามาส่งผลต่อสมการพยากรณ์ในเดือนนี้มากขึ้น

สรุปผล

1. ผลของการดำเนินการสร้างสมการเชิงเส้นแบบถดถอยเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อจากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา พบว่าได้รูปแบบสมการเชิงเส้นแบบถดถอยในการพยากรณ์ปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนมกราคมของปีถัดไป ซึ่งมีค่าทางสถิติอยู่ในระดับที่เชื่อถือได้ สามารถนำสมการดังกล่าวมาพยากรณ์ปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อ โดยการป้อนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเข้าไปในสมการของเดือนที่ต้องการพยากรณ์
2. ผลการนำสมการเชิงเส้นแบบถดถอยไปพยากรณ์ปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อในแต่ละวัน โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อที่ได้จากการกรี๊ด พบว่าเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน และเดือนมกราคมมีค่าปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อจากการพยากรณ์และจากการกรี๊ดที่ใกล้เคียงกัน และแนวโน้มของปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อในแต่ละวันเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในขณะที่เดือนธันวาคมมีค่าต่างกันมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าสมการเชิงเส้นแบบถดถอยที่สร้างขึ้นสามารถนำไปพยากรณ์ปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อได้
3. ผลการนำแอปพลิเคชันที่จัดสร้างขึ้นเผยแพร่ให้กับเกษตรกรชาวสวนยางพาราใช้งาน พร้อมทั้งทดสอบความพึงพอใจ พบว่าค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์วิมลดา อุ่นสะอาด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณที่ได้กรุณาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ดูแล ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่งตลอดการทำงาน

ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากนายสมพงษ์ เปรมปิยศรี ผู้อำนวยการโรงเรียนศรียานุสรณ์ และนายพลวัติ รอดประสิทธิ์ เจ้าของสวนยางพารา ในการขออนุญาตใช้อุปกรณ์และสถานที่ในการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณของท่านเป็นอย่างยิ่งที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัวของคณะผู้จัดทำ คุณพ่อ คุณแม่ คุณลุง คุณป้า ตลอดจนพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ผู้จัดทำด้วยดีเสมอมาจนทำให้งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2559. อุตุนิยมวิทยานำรู้เพื่อการเกษตรจังหวัดจันทบุรี. แหล่งข้อมูล:

<http://www.arcims.tmd.go.th/DailyDATA/Agromettoknow/EE/อุตุนิยมวิทยานำรู้เพื่อการเกษตรจังหวัดจันทบุรี.pdf>. ค้นเมื่อ 16 กรกฎาคม 2563.

คณะกรรมการการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2563. การใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแนวทางที่หลากหลาย. แหล่งข้อมูล: http://www.edu.ru.ac.th/images/edu_KM/km-poster-2562-03.pdf. ค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2564.

จักรชัย โสอินทร์. 2554. Basic Android App Development. สำนักพิมพ์ ไอดีซีฯ, นนทบุรี.

ธีรชัย ฤกษ์มงคลวิทย์. 2551. การสร้างสมการในการพยากรณ์ปริมาณน้ำยาทางพาราโดยใช้แบบจำลองถดถอยด้วยตัวเองกับข้อมูลป้อนเข้าภายนอกไม่เชิงเส้น. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.

ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2556. การวิเคราะห์การถดถอย. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รังสรรค์ อากาศภะกุล. 2557. อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วิจิต หล่อจีระชุมณ์กุล. 2558. เทคนิคการพยากรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ บริษัท ซี เอ็ดดูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

วิชรัตน์ อุณสะอาด. 2549. การสร้างสมการพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์จากอุณหภูมิและความดันของอากาศ.

วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

สถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทย. 2561. ข้อมูลวิชาการยางพารา ปี 2561. สำนักพิมพ์

บริษัท นิเวศรรวมการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

สมจิต วัฒนาชยากุล. 2555. สถิติวิเคราะห์เบื้องต้น. สำนักพิมพ์ ประกายพริก, กรุงเทพฯ.

สุทิน ชนະบุญ. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยเบื้องต้น. แหล่งข้อมูล: <https://www.kkpho.go.th/i2021/index.php/component/attachments/download/1933> ค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2563.

ศิริชัย กาญจนาวาสี. 2557. สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Hyland, R.W.and A. Wexler. 1983. Formulations for the thermodynamic properties of saturated phases of H₂O from 173.15 K to 473.15 K. Journal of ASHRAE Transactions, New York. 89: 500-519.

ผลของวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไยร่วมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ต่อการ
เจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวอินทรีย์

Effect of Growing Media from Longan Bark Compost and Agricultural
Waste on Growth and Yield of Organic Okra

ศรีแสงเพชร เพ็ญวิจิตร^{1*} บุญร่วม คิตคำ² วงศกร อรุณลิมสวัสดิ์³ และ วาสนา พิทักษ์พล⁴

Srisaengphet Phenwichit^{1*} Bunruam Khitka² Wongsakorn aroonlimsawat³ and Wasna Pithakpol⁴

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

¹ Agricultural Science Program, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

*Corresponding author E-mail: pi.wasna24@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไยร่วมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวอินทรีย์ ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่ม สมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 8 สิ่งทดลอง ได้แก่ วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย ดิน กาบมะพร้าวสับ ชังข้าวโพดบดละเอียดและถ่านชีวภาพชังข้าวโพด ในอัตราส่วน แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่ากระเจี๊ยบที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่างๆมีการเจริญเติบโตและผลผลิตแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่ สูตรที่ 6 วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักเปลือกไม้ ลำไย กาบมะพร้าวสับ ดิน ชังข้าวโพดบดละเอียด ถ่านชีวภาพชังข้าวโพด และสูตรที่ 3 วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย กาบมะพร้าวสับ ดิน ทำให้ต้นกระเจี๊ยบมีการเจริญเติบโตและผลผลิตดี โดยมีความสูงและจำนวนใบ จำนวนผลต่อต้น และปริมาณผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีปริมาณผลผลิต 1,415 และ 1,107 กรัมต่อต้น ขณะที่ต้นกระเจี๊ยบในชุดควบคุมที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกาบมะพร้าวสับ ดิน มีปริมาณผลผลิตรวม 160.85 กรัมต่อต้น

คำสำคัญ : วัสดุปลูก เปลือกไม้ลำไย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร กระเจี๊ยบเขียว

Abstract

The purpose of this research was to study the effect of growing media from longan bark compost and agricultural waste on growth and yield of organic okra. Experiments were set up as a completely randomized design with 8 treatments including longan bark compost in the combination with soil, chopped coconut coir, chopped corn cob and corn cob biochar in difference ratio. Result showed that okra grown in different types of planting material has statistically significantly different in growth and yields. The two formulations of planting material containing of mixture of longan bark compost + chopped coconut coir + soil + chopped corn

cob + corn cob biochar and longan bark compost + chopped coconut + soil had a greater of stem height, leave number, number of fruits per plant and total yield than other treatments, with total yield 1,415 and 1,107 grams per plant while the control (chopped coconut + soil) had 160.85 grams per plant

Keywords : planting material, longan bark, Agricultural leftovers, okra

บทนำ

กระเจี๊ยบเขียว (Okra, *Abelmoschus esculentus* L. Moench) เป็นพืชอยู่ในวงศ์ Malvaceae อยู่ในกลุ่มเดียวกับชบา จัดเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุหลายปีลำต้นกระเจี๊ยบมีขนหยาบและมีความสูงประมาณ 1-2 เมตร ใบเป็นใบเดี่ยว คล้ายฝ่ามือเรียงสลับกัน และมีขนหยาบ ดอกมีสีเหลือง ที่โคนกลีบด้านในมีสีม่วงออกแดง ออกตามซอกใบ ก้านชูเรณูรวมกันเป็นลักษณะคล้ายหลอด ฝักคล้ายนิ้วมือผู้หญิง ตามฝักมีขนอ่อน ๆ ทั่วฝัก มีสัน เป็นเหลี่ยมตามยาว 5 เหลี่ยม ฝักกระเจี๊ยบมีทรงยาวสีเขียว ฝักอ่อนมีรสชาติหวาน กรอบอร่อย ส่วนฝักแก่จะมี เนื้อเหนียว เจริญเติบโตได้ดีในอากาศที่ร้อน หรือที่อุณหภูมิระหว่าง 18-35 องศาเซลเซียส กระเจี๊ยบเขียวเป็น สินค้าเกษตรประเภทผักที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีมูลค่าในการส่งออกสูง โดยนิยมบริโภคฝักอ่อนซึ่งมี คุณค่าอาหารสูง อุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามิน กระเจี๊ยบเป็นพืชที่มีคุณสมบัติในการช่วยรักษาโรคกระเพาะ อาหารและลำไส้ เพราะในฝักกระเจี๊ยบนั้นมีสารเมือกพวกเพกทิน, เมือก (mucilage) ซึ่งเกิดจากสารประกอบ acetylated acidic polysaccharide และกรดกาแลคทูโรนิก (galactulonic acid) และกัมช่วยเคลือบแผลใน กระเพาะอาหารและลำไส้ไม่ให้ลุกลาม รักษาความชื้นให้เป็นปกติ เป็นยาบำรุงสมอง มีสรรพคุณเป็นยาระบาย (ธวัชชัย, 2544, วิกีพีเดีย, 2565 และสุภาภรณ์, 2557) ในแต่ละปีประเทศไทยมีการส่งออกกระเจี๊ยบเขียวใน รูปแบบฝักสด และแช่แข็งไปต่างประเทศคิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท โดยในปี 2564 มีการเพาะปลูก กระเจี๊ยบเขียวจำนวน 1,627 ไร่ มีปริมาณผลผลิต 1,845 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) โดย แหล่งปลูกกระเจี๊ยบเขียวที่สำคัญในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี ราชบุรี -3 - กาญจนบุรีอ่างทอง และ นครปฐม และเขตภาคเหนือคือจังหวัดพะเยาและเชียงใหม่ โดยจังหวัดพะเยามีพื้นที่ ปลูกกระเจี๊ยบเขียว 75 ไร่ ให้ผลผลิต 85 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

ปัจจุบันตลาดเกษตรอินทรีย์ได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากผู้บริโภคได้ให้ความสนใจต่อการดูแลสุขภาพและมีความใส่ใจในการเลือกซื้ออาหารที่ปลอดภัยหรืออาหารที่ปราศจากสารเคมีหรือสารพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายและสุขภาพมากขึ้น รวมทั้งในราคาต้นทุนการผลิตจากปุ๋ยเคมีและสารกำจัดศัตรูพืชที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกษตรกรหันมาทำการเกษตรอินทรีย์กันเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาดรวมทั้ง โดยในกระบวนการผลิตพืชอินทรีย์จะไม่มีการใช้สารเคมีสังเคราะห์รวมถึงปุ๋ยเคมีแต่จะเน้นการนำสิ่งที่มีในธรรมชาติเช่น เศษเหลือจากการทำการเกษตรกลับมาใช้ประโยชน์ โดยการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินจะให้ความสำคัญกับ ปุ๋ยธรรมชาติและปุ๋ยอินทรีย์เป็นหลัก (จำไพประภา, 2548) โดยในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตกระเจี๊ยบ

อินทรีย์ที่ปลูกในวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไยร่วมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ ชังข้าวโพด กากมะพร้าวสับ ถ่านชีวภาพจากชังข้าวโพดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวอินทรีย์

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย ชังข้าวโพดและถ่านชีวภาพจากชังข้าวโพด ปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย โดยนำเปลือกไม้ลำไยจากโรงงานลำไยอบแห้งในเขตอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยามาผ่านกระบวนการหมักเป็นระยะเวลา 2 เดือน ชังข้าวโพดและถ่านชีวภาพจากชังข้าวโพด นำเอาชังข้าวโพดซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ในการ ปลูกข้าวโพดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา นำเอาชังข้าวโพดมาเผาเป็นถ่านชีวภาพจากนั้นนำมาบดให้ละเอียด เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูก สำหรับปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย

การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) มีทั้งหมด 8 สูตร โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ ได้แก่กากมะพร้าวสับ (CCC, Chopped coconut coir) ดิน (S, Soil) ปุ๋ยชีวภาพทางการค้า (CBF, Commercial biofertilizer) ปุ๋ยหมักจากเปลือกไม้ลำไย (LBC, Longan bark compost) ชังข้าวโพดบดละเอียด (FCC, Fine corn cob) และถ่านชีวภาพชังข้าวโพด (CCBC, Corn cob biochar) ในอัตราส่วนต่างๆ จำนวน 8 สูตร ดังนี้ (1) CCC+S อัตราส่วน 1:1:1 (2) CCC+S+CBF อัตราส่วน 1:1:0.2 (3) CCC+S+LBC อัตราส่วน 1:1:0.2 (4) CCC+S+LBC+FCC อัตราส่วน 0.5:1:0.2:0.5 (5) CCC+S+FCC+CCBC อัตราส่วน 0.5:1:0.5:0.2 (6) CCC+S+LBC+FCC+CCBC อัตราส่วน 0.5:0.5:0.2:0.5: 0.5 (7) CCC+S+FCC อัตราส่วน 1:1:0.2 (8) CCC+S+CCBC อัตราส่วน 1:1:0.2

การเพาะและการจัดการ การเพาะเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว พันธุ์ โดยการแช่เมล็ดกระเจี๊ยบเขียวในน้ำอุ่น 6-8 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวางในกล่องที่มีกระดาษทิชชูที่พ่นน้ำหมาด ๆ แล้วนำกระดาษทิชชูมาปิดทับเมล็ด พ่น น้ำให้พอชุ่ม หลังจากนั้นปิดไว้ 2 - 3 วัน เมล็ดจะเริ่มแทงรากสีขาวออกมาให้นำไปเพาะในถาดเพาะขนาด 60 หลุมต่อถาด การย้ายกล้าและการดูแลต้นกระเจี๊ยบ ทำการย้ายปลูกเมื่อต้นกล้ากระเจี๊ยบเขียวมีใบจริงอย่างน้อย 2 ใบ โดยย้ายต้นกล้าลงในวัสดุปลูกตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ จากนั้นนำไปวางภายในโรงเรือนหลังคาพลาสติก ด้านข้างเป็นตาข่ายกันแมลง ติดตั้งระบบน้ำหยด เมื่อกระเจี๊ยบเขียวมีอายุ 40 - 45 วัน จะเริ่มออกดอกและหลัง ดอกบานประมาณ 5 วันฝักจะยาว ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวผลกระเจี๊ยบเขียวได้

การเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวผลกระเจี๊ยบในระยะตามความต้องการของตลาด คือมีความยาวของผลอยู่ระหว่าง 5-11 เซนติเมตร จะเก็บเกี่ยวผลผลิตทุก ๆ 5 วันเป็นระยะเวลา 30 วัน

การบันทึกข้อมูล ทำการบันทึกการเจริญเติบโต และผลผลิต การเจริญเติบโต ทำการบันทึก ความสูงต้น จำนวนใบ โดยทำการบันทึกทุกๆ สัปดาห์เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ผลผลิต ทำการบันทึกจำนวนผลและน้ำหนักผลเป็นระยะเวลา 30 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variances: ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's multiple-range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโต ความสูงของต้นและจำนวนใบ พบว่าหลังจากนำต้นกล้ากระเจี๊ยบมาปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่างๆพบว่า ต้นกระเจี๊ยบเขียวมีความสูงและจำนวนใบเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยมีความสูงอยู่ระหว่าง 85.8-106.2 เซนติเมตร และจำนวนใบอยู่ระหว่าง 15-21.2 ใบ โดยที่ต้นกระเจี๊ยบเขียวที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 3 ที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย+กาบมะพร้าวสับ+ดิน มีความสูงและจำนวนใบมากที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 2 วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยชีวภาพทางการค้า+กาบมะพร้าวสับ+ดิน โดยมีความสูงและจำนวนใบ 96.8 ซม 18.2 ใบ และสูตรที่ 6 วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย+กาบมะพร้าวสับ+ดิน+ซังข้าวโพดบดละเอียด+ถ่านชีวภาพซังข้าวโพด มีความสูงและจำนวนใบ 92.4 และ 18 ใบตามลำดับ ตามลำดับ ในขณะที่ต้นกระเจี๊ยบเขียวชุดควบคุมสูตรที่ 1 ที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกาบมะพร้าวสับ+ดิน มีความสูงและจำนวนใบน้อยที่สุด (Figure 1)

ผลผลิต ทำการเก็บเกี่ยวกระเจี๊ยบโดยเก็บเกี่ยวทุก 5 วันเป็นระยะเวลา 30 วัน โดยเก็บเกี่ยวในระยะตามความต้องการของตลาด คือมีความยาวของผลอยู่ระหว่าง 5-11 เซนติเมตร พบว่า การปลูกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆมีจำนวนผลและน้ำหนักรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีจำนวนผลต่อต้น 13-85 ผลต่อต้น มีน้ำหนักผลรวม 160.85-1,415 กรัมต่อต้น โดยที่ต้นกระเจี๊ยบที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 6 ที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย+กาบมะพร้าวสับ+ดิน+ซังข้าวโพดบดละเอียด+ถ่านชีวภาพซังข้าวโพด มีจำนวนผลและน้ำหนักผลมากที่สุด รองลงมาเป็นวัสดุปลูกที่สูตรที่ 3 มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย+กาบมะพร้าวสับ+ดิน และวัสดุปลูกสูตรที่ 2 ที่มีส่วนผสมของปุ๋ยชีวภาพทางการค้า+กาบมะพร้าวสับ+ดิน โดยมีจำนวนผลรวม 73 และ 58 ผลต่อต้น และมีน้ำหนักผลรวม 1,107.66 และ 867.45 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับต้นกระเจี๊ยบในชุดควบคุมสูตรที่ 1 ที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกาบมะพร้าวสับ+ดิน มีจำนวนผลและน้ำหนักผลรวมน้อยที่สุด (Figure 2B)

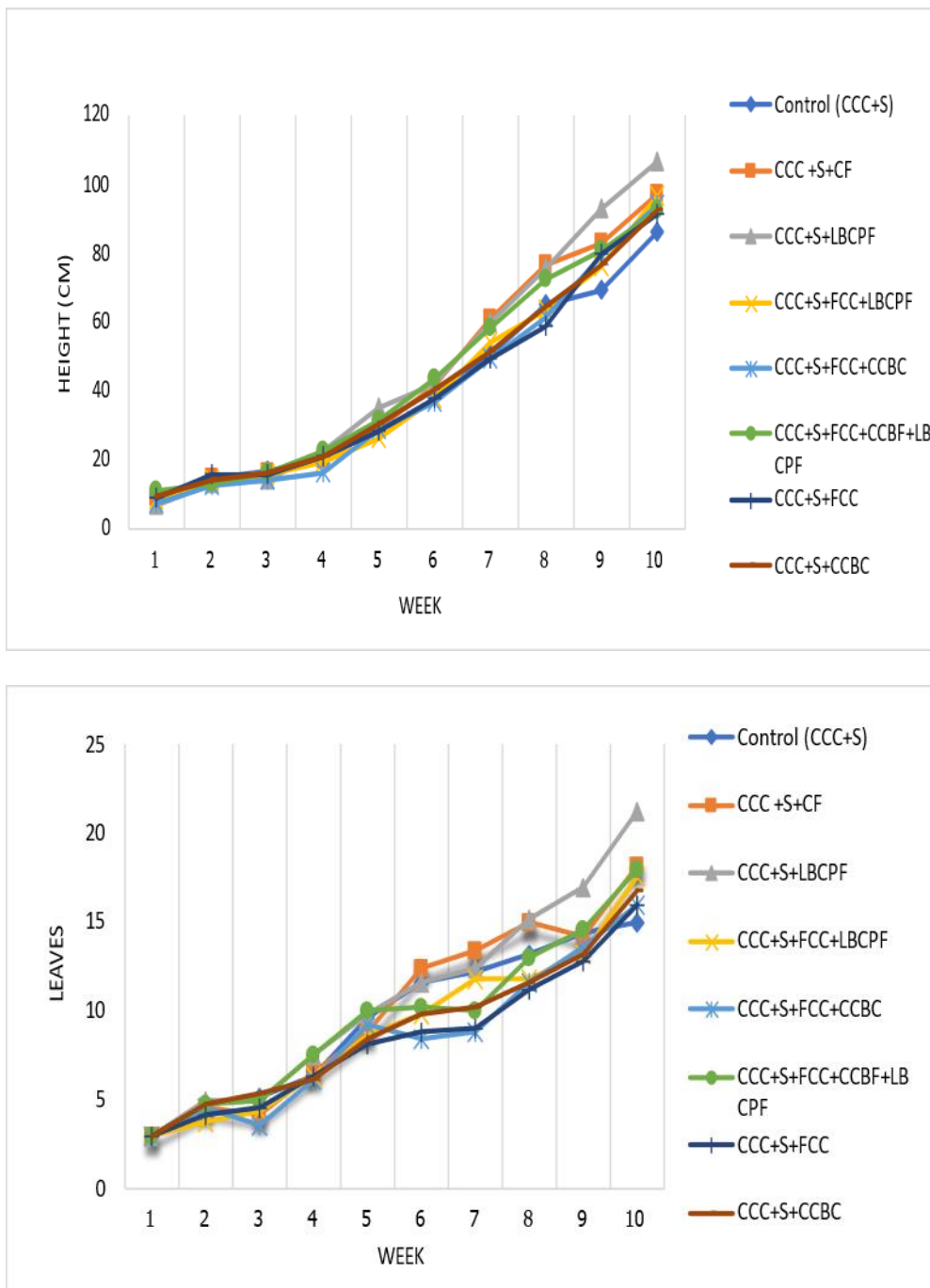


Figure 1 Stem height (A) and number of leaves (B) of organic okra grown in growing media containing of longan bark compost, organic fertilizer, soil, chopped coconut coir, chopped corn cob and corn cob biochar in difference ratio.

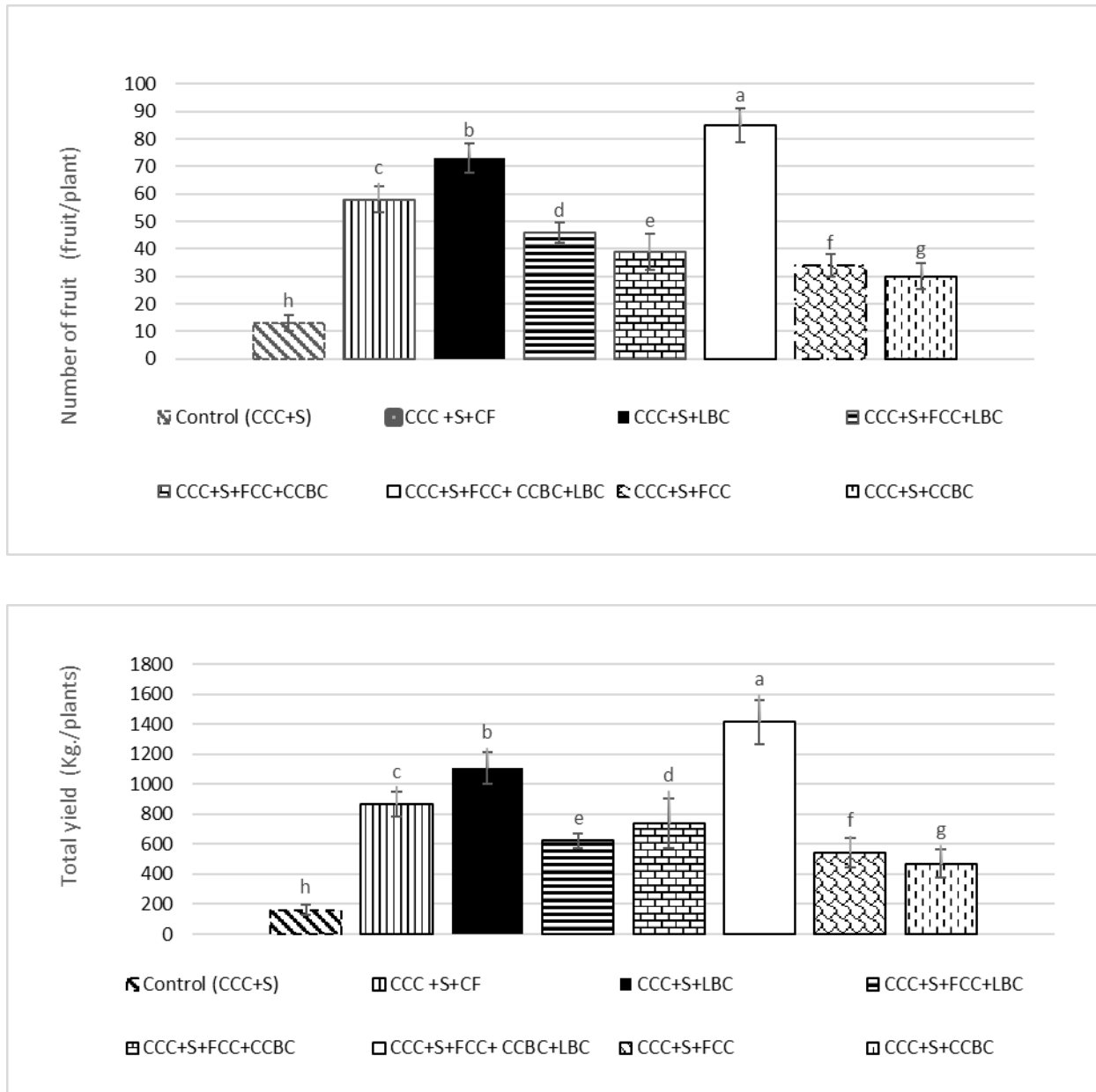


Figure 2 Number of fruit (A) and total yield (B) of organic okra grown in growing media containing of longan bark compost, organic fertilizer, soil, chopped coconut coir, chopped corn cob and corn cob biochar in difference ratio.

วิจารณ์ผล

การผลิตกระเจี๊ยบอินทรีย์โดยนำปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไยร่วมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ กาบมะพร้าวสับ ชั่งข้าวโพดบดละเอียด และถ่านชีวภาพจากชั่งข้าวโพด พบว่าวัสดุในสูตรต่างๆทำให้ต้นกระเจี๊ยบมีการเจริญเติบโต โดยมีความสูง จำนวนใบ มีผลผลิต ได้แก่จำนวนผลและน้ำหนักผลรวมต่อต้นแตกต่างกัน โดยที่วัสดุปลูก 2 สูตร ได้แก่ สูตรวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย+กากมะพร้าวสับ+ชั่งข้าวโพด

บดละเอียด+ถ่านชีวภาพซังข้าวโพด+ดินและสูตรวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย + กาบมะพร้าว สับ+ดิน มีการเจริญเติบโตดี มีจำนวนผลต่อต้น และน้ำหนักผลมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีผลผลิต 1,415 และ 1,107 กรัมต่อต้นตามลำดับ โดยรายงานวิจัยของวาสนา และคณะ (2565) ที่รายงานว่าเปลือกไม้ลำไยและซังข้าวโพดมีอินทรีย์วัตถุในปริมาณที่สูง และถ่านชีวภาพจากซังข้าวโพดมีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณสูงที่สามารถนำไปเป็นวัสดุปลูกในการปลูกเมล่อนได้ รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยผลของวัสดุปลูกขุยมะพร้าว : ปุ๋ยหมัก ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามันเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2 ของเจนจิรา (2559) และงานวิจัยของ Santos Farias et al (2020) ที่ได้ทำการศึกษาผลของไบโอชาร์จากเปลือกมะพร้าวแห้งและกากตะกอนของเสียต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินการเติมถ่านไบโอชาร์ทำให้คุณสมบัติของดินดีขึ้นและทำให้กระเจี๊ยบมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น ดังนั้นปุ๋ยหมักจากเปลือกไม้ลำไยร่วมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่น่าจะสามารถนำมาผลิตกระเจี๊ยบอินทรีย์ เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตและผลิตพืชผักอินทรีย์ได้

สรุปผล

วัสดุปลูกที่เหมาะสมในการปลูกกระเจี๊ยบเขียว 2 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 6 วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ย หมักเปลือกไม้ลำไย+กาบมะพร้าวสับ+ดิน+ซังข้าวโพดบดละเอียด+ถ่านชีวภาพซังข้าวโพด และสูตรที่ 3 วัสดุ ปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักเปลือกไม้ลำไย + กาบมะพร้าวสับ + ดิน ทำให้ต้นกระเจี๊ยบมีการเจริญเติบโตดี โดยมี จำนวน ความสูงและจำนวนใบ มีผลผลิตโดยมีจำนวนผลต่อต้น และน้ำหนักผลมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมี ปริมาณผลผลิต 1,415 และ 1,107 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ) สัญญาเลขที่ MSD6110108 และคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่สนับสนุนอุปกรณ์ในการทำงานวิจัย และบริษัท ชิงเฟิง อุตสาหกรรมอาหาร จำกัด จังหวัดเชียงใหม่ ที่สนับสนุนวัตถุดิบในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เจนจิรา ชุมภูคา และสิริกาญจนา ตาแก้ว. 2559. ผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ดการรอด

ชีวิตและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามันเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2. แหล่งข้อมูล:

: <https://www.tci-thaijo.org/index.php/tjst/article/download/>. ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม

2565

ไร่ไพประกา มะหะหมัด. 2548. นวัตกรรมในการจัดการทรัพยากรการเกษตรเพื่อเกษตรอินทรีย์ :กรณีศึกษากลุ่ม

เกษตรกรผลิตข้าวอินทรีย์ อำเภอกุดชุม จังหวัดยโสธร. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการทรัพยากร).

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาสนา พิทักษ์พล วงศกร อรุณลีมส์สวัสดิ์ บุญร่วม คัดคำ และ ศรีแสงเพชร เพ็ญวิจิตร. 2565. ผลของวัสดุปลูกจากเปลือกไม้ลำไย ชงข้าวโพด ถ่านชีวภาพชงข้าวโพด ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดอ่อน. น. 584-591. ใน:รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 1 ฝ่าวิกฤตโควิดด้วยงานวิจัยและนวัตกรรมวิทยาศาสตร์ 19 มีนาคม 2565.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพชรบูรณ์
วิกิพีเดีย. 2565. กระจับ. แหล่งข้อมูล: <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%> ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2565

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.2564 กระจับเขียว: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2564. แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/assets /green%20bean%20ปี%2064.pdf> ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2565

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.2565 กระจับเขียว: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2563 . แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/assets/portal 2063.pdf> ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2565

สุภาภรณ์ ปิติพร. 2557. กระจับเขียวแหล่งกลูตาไทโอนราชาสารต้านอนุมูลอิสระ. หมอชาวบ้าน ปีที่ 35 ฉบับที่ 419 : 20-23 .

Santos Farias, D. B., de Freitas, M. I., Tadeu Lucas, A. A., and Silva Gonzaga, M. I. (2020). Biochar and its impact on soil properties, growth and yield of okra plants. In Colloquium Agrariae Vol. 16/2, P.29-39.

การพัฒนาเอนแคปซูเลตไคตินเนสเพื่อควบคุมหนอนกระทู้ผัก

The Development of Encapsulated Chitinase for Cutworm Control

มัลลิกา แก้ววิเศษ^{1*} วรารัตน์ ศรีประพัฒน์¹ อิศเรศ เทียนทัต² จีรภา ปัญญาศิริ³

Mallika Kaewwises ^{1*} Wararat Sriprapat¹ Itsares Tiantad ² Cheerapha Panyasiri³

¹ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ 85 หมู่ 1 ถ.รังสิต-นครนายก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

² สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

³ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

¹ Biotechnology Research and Development Office, 85 Moo 1, Ransit-Nakhonnayok Rd, Thanyaburi, Pathum Thani, 12110

² Plant Protection Research and Development Office, 50 Phahonyathin Rd, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

³ National Science and Technology Development Agency, Phahonyothin Rd, Khlong Nueng, Amphur Klong Luang Pathum Thani 12120

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

บทคัดย่อ

เอนไซม์ไคตินเนสมีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืช เพื่อให้เอนไซม์มีรูปแบบที่สะดวกและเหมาะสมในการใช้งานและการเก็บรักษา จึงได้ทำการพัฒนารูปแบบเอนแคปซูเลตไคตินเนสด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย เริ่มจากการผลิตเอนไซม์ไคตินเนสจากเชื้อราเมตาโรเซียม โดยเพิ่มปริมาณในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Broth ที่มีส่วนผสมของไคติน 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 3 ลิตร ใส่ใน Spinner Flask เป็นเวลา 3 วัน นำเอนไซม์ไคตินเนสไปผสมกับสารต่างๆ ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง maltodextrin เกาสิ่น และ Aluminium silicate ในอัตราส่วน ไคตินเนส 1 ลิตร ต่อ สาร 16 กรัม นำเข้าเครื่อง Spray dryer จนได้เอนแคปซูเลตไคตินเนสในรูปผง พบว่า เอนแคปซูเลตไคตินเนสจาก maltodextrin ให้น้ำหนักสูงสุดคือ 27.20 กรัม ส่วนเกาสิ่น ให้น้ำหนักต่ำสุด คือ 14.18 กรัม นำเอนแคปซูเลตไคตินเนสที่ได้ไปวัดค่ากิจกรรมของเอนไซม์ แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนกระทู้ผัก พบว่าหนอนที่ได้รับเอนแคปซูเลตไคตินเนสจะมีขนาดเล็กกว่าวิธีควบคุม และมีน้ำหนักตัวน้อยกว่า โดยหนอนที่ได้รับเอนแคปซูเลตไคตินเนสจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวโพดจะมีขนาดตัวและน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนเอนแคปซูเลตไคตินเนสที่มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักตายสูงสุดคือ เกาสิ่น Aluminium silicate รองลงมาคือ แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง

คำสำคัญ: เอนแคปซูเลตไคตินเนส เมตาโรเซียม หนอนกระทู้ผัก

Abstract

Chitinase is useful against pests. Therefore, a model of encapsulated chitinase was created by spray drying to give enzymes in a practical, appropriate form for usage and storage. First, chitinase was created from *Metarhizium* sp. and grown in potato dextrose broth containing 1% chitin. A spinning flask contained three liters for three days. The chitinase enzyme was

combined with various materials, including rice flour, corn starch, tapioca starch, maltodextrin, kaolin, and aluminum silicate, at a ratio of 1 liter of chitinase per 16 grams of material, and then brought into the spray dryer until it was completely encapsulated in powder form. It was discovered that maltodextrin-derived encapsulated chitinase had the highest weight, 27.20 g, and the lowest weight, 14.18 g. The enzyme activity of the encapsulated chitinase forms was then examined, and its effectiveness against cutworms was evaluated. Worms treated with encapsulated chitinase were lighter and smaller than those treated using the control approach. When compared to cutworms receiving alternative treatments, those given encapsulated chitinase made from cassava and maize starch had smaller bodies and weights. The maximum cutworm mortality was seen using aluminum silicate-encapsulated chitinase, followed by corn starch and tapioca starch.

Keywords : encapsulated chitinase, *Metarhizium sp* , cutworm (*Spodoptera litura*)

บทนำ

ปัญหาการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ก่อให้เกิดความกังวลด้านพิษตกค้างต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการศึกษาศึกษาจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์หลากหลายชนิดและสายพันธุ์และนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรในหลายๆ ด้าน โดยด้านการควบคุมศัตรูพืชได้มีศึกษาจุลินทรีย์หลายชนิด เช่น รา แบคทีเรีย รวมถึงเอนไซม์ที่ได้มาจากจุลินทรีย์ การพัฒนาการผลิตไคตินเนสจากจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้ทำการวิจัยต่อเนื่องมาตั้งแต่การคัดเลือกหาเชื้อร่ากำจัดแมลงที่สามารถผลิตเอนไซม์ไคตินเนสได้ เนื่องจากไคตินเนสมีผลต่อขบวนการลอกคราบ โดยกลไกการเข้าทำลายแมลงของเอนไซม์ไคตินเนสเกิดขึ้นเมื่อแมลงกินชิ้นส่วนของพืชที่มีเอนไซม์ไคตินเนสเข้าไปในทางเดินอาหาร เอนไซม์ทำลายเยื่อบุผนังทางเดินอาหาร เนื่องจากผนังทางเดินอาหารมีไคตินเนสเป็นส่วนประกอบ (ทิพย์วดี, 2549) นอกจากนี้ยังมีรายงานในการนำไคตินเนสไปทดสอบกับหนอนมีหลายชนิด เช่น หนอนกระทู้ต่างๆ *Spodoptera frugiperda*, *S. littoralis*, *S. exigua*, หนอนเจาะสมอฝ้าย *Heliothis virescens* พบว่าหนอนที่ได้รับไคตินเนสจะไม่เจริญเติบโต ขนาดลำตัว น้ำหนักลดลง และหนอนกินใบยาสูบ *Manduca sexta* นอกจากนั้นยังมีผลกับเพลี้ยอ่อน (*Myzus persicae*) โดยลดการเจริญเติบโตและลดประชากรรุ่นลูกของเพลี้ยอ่อน (Kramer and Muthukrishnan, 1997) ในผีเสื้อข้าวสาร (*Corcyra cephalonica*) ได้มีการทดสอบเอนไซม์ไคตินเนสที่สกัดได้จากเชื้อรา เช่น *Trichoderma viridae*, *Metarhizium anisopliae* พบว่ามีผลในการยับยั้งการกินอาหารและยับยั้งการเจริญเติบโตของผีเสื้อข้าวสาร (Vijayakumar et al., 2017) ในการศึกษาประสิทธิภาพของเอนไซม์ไคตินเนสต่อแมลง Wu et al. (2010) ได้ศึกษาการประเมินประสิทธิภาพของเอนไซม์ไคตินเนสจากเชื้อ *Metarhizium anisopliae* ในรูปสารกำจัดแมลงกับหนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) พบว่าหนอนจะลดการกินลง น้ำหนักตัวจะลดลง การเข้าดักแด้จะลดลง และเพิ่มอัตราการตายในช่วงหนอนและดักแด้

Binod et al. (2007) ศึกษาการประเมินประสิทธิภาพของเอนไซม์ไคตินเนสจากเชื้อ *Trichoderma harianum* ต่อหนอนเจาะสมอฝ้าย (*Helicoverpa armigera*) พบว่าอัตราการกินของหนอนจะน้อยลง น้ำหนักตัวจะลดลง การเข้าดักแด้จะลดลง และเพิ่มอัตราการตายในช่วงหนอนและดักแด้ มัลลิกาและคณะ (2565) พบว่ารามาเมตาไรเซียมและบิววาเลียสามารถนำมาผลิตเอนไซม์ไคตินเนสในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* ได้ โดยมีผลในการยับยั้งการกินอาหารและการเจริญเติบโตทำให้หนอนที่ได้รับไคตินเนสมีขนาดเล็กกว่าหนอนที่ไม่ได้รับไคตินเนสและมีเปอร์เซ็นต์การตายสูงกว่าหนอนที่ไม่ได้รับไคตินเนส ในการผลิตไคตินเนสจำนวนมาก จึงต้องมีการพัฒนารูปการผลิต เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่มีความคงทนต่ออุณหภูมิและสิ่งแวดล้อม เหมาะกับการนำไปใช้ ซึ่งการทำเอนแคปซูลชันเป็นวิธีหนึ่งที่มีการศึกษากันมากในการทำผลิตภัณฑ์สารกำจัดศัตรูพืช ได้มีการศึกษาการทำเอนแคปซูลชันในเชื้อ *Bacillus thuringensis* (Oliverira et al, 2021) ในรูปแบบต่างๆ เช่น emulsion extrusion spray drying และในประเทศไทยได้มีพัฒนา *Bacillus thuringensis* ในรูปผงแห้งเพื่อใช้ในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก (รัตนารณและคณะ, 2560) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการผลิตเอนไซม์ไคตินเนสในรูปแบบเอนแคปซูลไคตินเนสให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สารควบคุมศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพและความคงทนและปลอดภัยต่อผู้ใช้ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเชื้อราที่สามารถผลิตเอนไซม์ไคตินเนส

เตรียมเชื้อรามेटาไรเซียม BCC 9735 (*Metarhizium sp.*) ที่ได้จากจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ มาเพิ่มปริมาณในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ประมาณ 7 วันหรือจนกว่าเชื้อราสร้างสปอร์ นับสปอร์ของเชื้อรา ด้วย heamacytometer เตรียม stock ให้ได้ 10^7 สปอร์/มล.

2. การผลิตไคตินเนส

เตรียมอาหารเหลว โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ (Potato Dextrose Broth PDB) และไคติน(Chitin, Flakes, From Shrimp shells ของ Hi-med) 1% นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ใส่สปอร์ของเชื้อรา 10^7 สปอร์/มล. ในอาหารปริมาตร 3 ลิตร ที่ใส่ใน spinner flask ขนาด 3 ลิตร นำไปวางบนเครื่อง hot plate stirrer ตั้งค่าไว้ที่ความเร็ว 180 รอบ/นาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้ใบพัดใน spinner flask หมุนอยู่ตลอดเวลา เป็นระยะเวลา 3 วัน แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ 1000 รอบ/นาที เก็บน้ำใสใตู่เย็น 4 องศาเซลเซียส

3. การทำเอนแคปซูลไคตินเนส

นำเอนไซม์ไคตินเนสที่อยู่ในน้ำใส มาผสมกับสารต่างๆ ในอัตราส่วน เอนไซม์ 1 ลิตร ต่อสาร 12 กรัม โดยสารที่ใช้ผสมได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง maltodextrin เกลือ Aluminium silicate นำเข้าเครื่อง อบแห้งแบบพ่นฝอย (Buchi Mini Spray dryer B-290) ซึ่งน้ำหนักผงเอนไซม์ที่ได้แต่ละกรรมวิธีและ วัด activity ของเอนไซม์ไคตินเนสแต่ละตัวอย่าง โดยใช้ชุดตรวจสอบเอนไซม์ไคตินเนส Chitinase assay kit (Sigma-Aldrich)

4. การทดสอบประสิทธิภาพของโคติเนสกับหนอนกระพี้ผัก

หนอนกระพี้ผักที่ทำการทดสอบได้มาจากสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร นำมาทดสอบประสิทธิภาพของเอนแคปซูเลตโคติเนสโดยเปรียบเทียบกับเอนไซม์โคติเนสจากการทำ freeze dry และวิธีควบคุมที่ใช้น้ำกลั่น ทดสอบกับหนอนกระพี้ผักวัยสองโดยให้หนอนอดอาหารเป็นเวลา 1 วัน แล้วให้กินอาหารโดยผสมเอนแคปซูเลตโคติเนสในอาหารเทียมขนาด 0.5x 0.5x0.5 เซนติเมตร ให้กับหนอนกระพี้ผักกิน ทำ 4 ซ้ำ ใช้หนอน 10 ตัวต่อซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ตามกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้

1. เอนแคปซูเลตโคติเนสจากแป้งข้าวเจ้า
2. เอนแคปซูเลตโคติเนสจากแป้งข้าวโพด
3. เอนแคปซูเลตโคติเนสจากแป้งมันสำปะหลัง
4. เอนแคปซูเลตโคติเนสจาก maltodextrin
5. เอนแคปซูเลตโคติเนสจากเกาสี
6. เอนแคปซูเลตโคติเนสจาก Aluminium Silicate
7. เอนไซม์โคติเนส (จากการทำ freeze dry)
8. วิธีควบคุม (น้ำ)

5. วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยขนาดหนอน น้ำหนักหนอน เปอร์เซนต์การตายของหนอนกระพี้ผักมาวิเคราะห์ทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

-สถานที่ดำเนินการ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร จ.ปทุมธานี

-ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2564 – ธันวาคม 2565

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การผลิตโคติเนสโดยเพิ่มปริมาณใน Spinner Flask บน hot plate stirrer ทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ถูกกวนหมุนวนอยู่ตลอดเวลา (ภาพที่ 1) ของเหลวที่ได้จึงมีเนื้อละเอียดกว่าวิธีเดิมที่ใช้ flask นำไปเข้าเครื่องเขย่า (มัลลิกาและคณะ, 2565) และยังเป็นวิธีที่สะดวกในการเพิ่มปริมาณโคติเนสได้เป็นจำนวนมากเนื่องจากสามารถใช้ spinner flask ที่มีขนาดใหญ่บรรจุอาหารเป็นปริมาณมากได้ถึง 3-5 ลิตร ตามขนาดของ spinner flask ในขณะที่วิธีเดิมต้องใช้ flask เป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 1 การเพิ่มปริมาณเอนไซม์โคติเนสใน spinner flask บน hot plate stirrer

ในการผลิตเอนแคปซูเลตโคติเนสได้ทำเอนแคปซูเลชั่นที่มีส่วนผสมของเอนไซม์โคติเนสกับสารต่างๆ ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง maltodextrin เกาสิโน Aluminium silicate 6 กรัม ในอัตราส่วน เอนไซม์ 1 ลิตร ต่อสาร 12 กรัม ทำไปเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Buchi Mini Spray dryer B-290) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 เครื่องพ่นแห้งแบบฝอยในการทำเอนแคปซูเลตโคติเนส

เอนแคปซูเลตโคติเนสที่ได้จากทุกสารจะเป็นผงละเอียดแต่จะมีสีแตกต่างกันบ้าง โดยเอนแคปซูเลตจากแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังจะมีน้ำตาลอ่อน ส่วนเอนแคปซูเลตโคติเนสที่ได้จาก maltodextrin และเกาลิน มีสีขาวออกเหลือง และเอนแคปซูเลตโคติเนสจาก Aluminium silicate มีสีขาว (ภาพที่ 3)



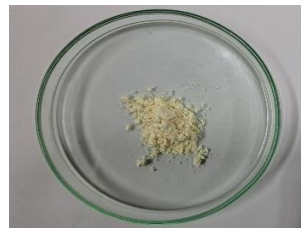
เอนแคปซูเลตโคติเนสจากแป้งข้าวเจ้า



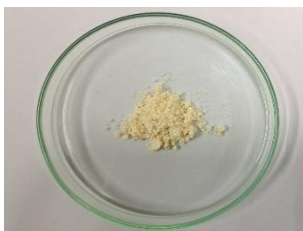
เอนแคปซูเลตโคติเนสจากแป้งข้าวโพด



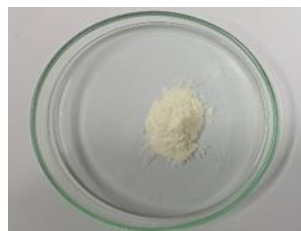
เอนแคปซูเลตโคติเนสจากแป้งมันสำปะหลัง



เอนแคปซูเลตโคติเนสจาก maltodextrin



เอนแคปซูเลตโคติเนสจากเกาลิน



เอนแคปซูเลตโคติเนสจาก Aluminium silicate

ภาพที่ 3 เอนแคปซูเลตโคติเนสจาก แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง maltodextrin เกาลิน Aluminium silicate

เมื่อนำเอนแคปซูเลตโคติเนสที่ได้จากสารต่างๆ ไปชั่งน้ำหนัก พบว่าเอนแคปซูเลตโคติเนสจาก maltodextrin ให้น้ำหนักสูงสุดคือ 27.20 กรัม รองลงมาคือเอนแคปซูเลตโคติเนสจากแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า Aluminium Silcate และแป้งมันสำปะหลัง ให้น้ำหนัก 22.24, 19.86, 17.68 และ 17.04 กรัม ส่วนเกาลิน ให้น้ำหนักต่ำสุด คือ 14.18 กรัม แล้วนำไปวัดค่ากิจกรรมของเอนไซม์โคติเนส พบว่าเอนแคปซูเลตโคติเนสจากแป้งข้าวเจ้าให้ค่า enzyme activity สูงสุดคือ 2.206 unit/ml และ เอนแคปซูเลตโคติเนสจาก maltodextrin ให้ค่าต่ำสุดคือ 0.475 unit/ml

ตารางที่ 1 น้ำหนักแห้งและค่า enzyme activity จากเอนแคปซูเลตไคตินเนสจากแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง maltodextrin เกาสี้น Aluminium silicate

ที่	กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	Enzyme activity (unit/ml)
1	เอนแคปซูเลตไคตินเนสจากแป้งข้าวเจ้า	9.93	2.206
2	เอนแคปซูเลตไคตินเนสจากแป้งข้าวโพด	11.12	0.935
3	เอนแคปซูเลตไคตินเนสจากแป้งมันสำปะหลัง	8.52	1.187
4	เอนแคปซูเลตไคตินเนสจาก maltodextrin	13.60	0.475
5	เอนแคปซูเลตไคตินเนสจากเกาสี้น	7.09	1.115
6	เอนแคปซูเลตไคตินเนสจาก Aluminium Silcate	8.84	0.323

เมื่อนำเอนแคปซูเลตไคตินเนสไปทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนกระทู้ผักวัยสอง พบว่าทุกกรรมวิธีเมื่อวัดขนาดและน้ำหนักหนอนกระทู้ ค่าที่ได้แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมโดยใช้น้ำกลั่น ส่วนเอนแคปซูเลตไคตินเนสที่มีผลมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผัก ทำให้หนอนกระทู้ผักมีขนาดและน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ คือ แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวโพด กรรมวิธีที่ทำให้หนอนกระทู้ผักตายสูงสุดคือ เอนแคปซูเลตจากเกาสี้นและ Aluminium silicate รองลงมาคือไคตินเนสผสมกับ แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง (ตารางที่ 2) ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพของเอนไซม์ไคตินเนสยังคงมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักเหมือนการทดลองก่อนหน้านี้ (มัลลิกาและคณะ, 2565) รวมทั้งรายงานในต่างประเทศของ Binod et al (2007) ที่รายงานไคตินเนสจากเชื้อรา *Trichoderma harzianum* มีผลในการยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของหนอนเจาะสมอฝ้าย (*Helocovera armigera*) และยังมีผลการวิจัยของไคตินเนสจากเชื้อ *Metarhizium anisoplae* มีผลในการยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผัก (*Plutella xylostella*) (Wu et al., 2010)

ตารางที่ 2 ขนาดหนอนและน้ำหนักหนอนกระพู่ฝักวัย 2 หลังจากได้รับเอนไซม์โคติเนส 1 unit/ml เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และเปอร์เซ็นต์การตายหลังสิ้นสุดการทดลอง

ที่	กรรมวิธี	ขนาดหนอน ค่าเฉลี่ย (cm)	น้ำหนักหนอน ค่าเฉลี่ย (กรัม)	% การตาย หนอนกระพู่ฝัก
1	เอนแคปซูลโคติเนสจากแป้งข้าวเจ้า	2.70 bc	0.27 bc	7.5 ab
2	เอนแคปซูลโคติเนสจากแป้งข้าวโพด	2.43 cd	0.20 c	22.5 ab
3	เอนแคปซูลโคติเนสจากแป้ง มันสำปะหลัง	2.40 cd	0.19 c	22.5 ab
4	เอนแคปซูลโคติเนสจาก maltodextrin	2.77 bc	0.33 b	20.0 ab
5	เอนแคปซูลโคติเนสจากเกาลิน	2.76 bc	0.33 b	25.0 b
6	เอนแคปซูลโคติเนสจาก Aluminium Silcate	2.82 b	0.29 bc	25.0 b
7	โคติเนส (freeze dry)	2.63 bcd	0.25 bc	12.5 ab
8	วิธีควบคุม (น้ำ)	3.38 a	0.43 a	0 a

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การทำเอนแคปซูลโคติเนสครั้งนี้โดยใช้เครื่องพ่นฝอย จะสอดคล้องกับการศึกษาการทำเอนแคปซูลชั้นในเชื้อ *Bacillus thuringiensis* โดย Oliverira et al (2021) ในรูปแบบต่างๆ เช่น emulsion extrusion spray drying fluidized bed coacervation electrospinning พบว่า การทำเอนแคปซูลชั้น ในรูปแบบ spray drying จะมีต้นทุนที่ต่ำ ทำได้อย่างรวดเร็ว มีผลผลิตสูง แต่มีข้อเสียคือต้องใช้อุณหภูมิที่สูง อย่างไรก็ตามเมื่อนำเอนแคปซูลโคติเนสไปวัดค่ากิจกรรมเอนไซม์พบว่ายังมีค่าที่สูงและยังมีประสิทธิภาพกับหนอนกระพู่ฝักอยู่ อย่างไรก็ตามก็อาจจะต้องมีการปรับเพิ่มสารบางอย่างเข้าไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น รัตนารักษ์และคณะ (2560) ได้พัฒนา *Bacillus thuringiensis* ในรูปผง โดยใช้แป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวหลักและใส่สารต่างๆ เข้าไปหลายตัว เพื่อกระตุ้นการกินอาหาร สารลดแรงตึงผิว สารช่วยในการคงสภาพ ซึ่งในงานวิจัยต่อไปยังต้องมีการศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง เช่น การปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เพื่อให้ลดต้นทุนในการผลิตหรือพัฒนาวิธีการเพื่อทำให้มีการผลิตได้มากขึ้น การพัฒนาสูตรผสมให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมมากขึ้น แต่ยังมีประสิทธิภาพควบคุมศัตรูพืชเหมือนเดิม การพัฒนากระบวนการผลิตให้ได้ปริมาณมากเพียงพอต่อการนำไปใช้ในแปลงเกษตรกรและสามารถผลิตได้ในเชิงพาณิชย์ เพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตพืชปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการควบคุม

ศัตรูพืชทางชีวภาพในการนำสารชีวภาพที่ผลิตได้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการทำเกษตรปลอดภัย และเกษตรอินทรีย์ และยังเป็นแนวทางในการหาสารทดแทนสารเคมีเกษตรเพื่อลดปัญหาสารพิษตกค้างใน ผลผลิตและสิ่งแวดล้อม ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค รวมทั้งสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ใน ธรรมชาติ เช่นแมลงผสมเกสรและแมลงศัตรูธรรมชาติต่างๆ

สรุปผล

การพัฒนาเอนแคปซูเลตไคตินเนส โดยทำการผลิตเอนไซม์ไคตินเนสจากเชื้อราเมตาไรเซียม โดยเพิ่ม ปริมาณในอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Broth ที่มีส่วนผสมของไคติน 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 3 ลิตร ใส่ ใน Spinner Flask เป็นเวลา 3 วัน นำเอนไซม์ไคตินเนสไปผสมกับสารต่างๆ ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง maltodextrin เกลือ และ Aluminium silicate ในอัตราส่วน ไคตินเนส 1 ลิตร ต่อ สาร 16 กรัม นำเข้าเครื่อง Spray dryer จนได้เอนแคปซูเลตไคตินเนสในรูปผง พบว่า เอนแคปซูเลตไคตินเนสจาก maltodextrin ให้น้ำหนักสูงสุดคือ 27.20 กรัม ส่วนเกลือ ให้น้ำหนักต่ำสุด คือ 14.18 กรัม นำเอนแคปซู เลตไคตินเนสที่ได้ไปวัดค่ากิจกรรมของเอนไซม์ แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนกระทู้ผัก พบว่าหนอนที่ ได้รับเอนแคปซูเลตไคตินเนสจะมีขนาดเล็กกว่าวิธีควบคุม และมีน้ำหนักตัวน้อยกว่า โดยหนอนที่ได้รับเอนแคปซู เลตไคตินเนสจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวโพดจะมีขนาดตัวและน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนเอนแคป ซูเลตไคตินเนสที่มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักตายสูงสุดคือ เกลือ Aluminium silicate รองลงมาคือ แป้ง ข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง การผลิตเอนแคปซูเลตไคตินเนสจากการทดลองครั้งนี้ สามารถเป็นต้นแบบในผลิต เอนไซม์จำนวนมากๆ ได้ภายในระยะเวลาสั้นๆ เพื่อที่สามารถนำไปเป็นต้นแบบเชิงพาณิชย์ และสามารถขยาย ผลทดสอบในแปลงไร่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุน งบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ ว่าที่ ร.ต.ชรินทร์ นาคขำ และคุณทรงพล พรหมเย็น นักวิชาการ เกษตร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตรที่ช่วยในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ทิพย์วดี อรรถธรรม. 2549. ไวรัสของแมลง: นิวคลีโอโดลิฮิโดรไวรัส. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรุงเทพฯ.

มัลลิกา แก้ววิเศษ วรรัตน์ ศรีประพัฒน์ อิศเรศ เทียนทัตและจิรภา ปัญญาศิริ. 2565. ผลของเอนไซม์ไค ตินเนสจากเชื้อราเมตาไรเซียมและบิวาเลียต่อหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*). น.1031-1040 ใน: การประชุมวิทยาศาสตร์ระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

- รัตนภรณ์ ช้างอยู่ จริยา จันทร์ไพแสงและประกาย ราชณวงษ์. 2560. แนวทางการพัฒนา *Bacillus thuringiensis* JC590 ในรูปผงแห้งและประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก, *Spodoptera litura* (F) น. 1031-1040 ใน: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55.
- Binod, P., R.K. Sukamaram, S.V. Shirke, J.C. Rajput and A. Pandey. 2007. Evaluation of fungal culture filtrate containing chitinase as a biocontrol agent against *Helicoverpa armigera*. *Journal of Applied Micrology*. 103:1845-1852.
- Karthik, N., K. Akanksha, P. Binod and A. Pandey. 2014. Production, purification and properties of fungal chitinase. *Indian Journal of Experiment Biology*. 52: 1025-1035.
- Kramer, K. L. and S. Muthikrishnan, 1997. Insect Chitinases: Molecular biology and potential use as pesticides. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 27: 887-900.
- Olivera, J.L., L.F. Fraceto, A. Bravo and R.A. Polanczyk. 2021. Encapsulation Strategies for *Bacillus thuringiensis* : From Now to the Future. *Agricultural and Food Chemistry*. 69 : 4564-4577.
- Rustiguel, C.B., J.A. Jorge and L.H.S. Guimaraes. 2012. Optimization of the Chitinase Production by Different *Metarhizium anisopliae* Strains under Solid-State Fermentation with Silkworm Chrysalis as Substrate Using CCRD. *Advances in Microbiology*. 2:268-276.
- Sahai A. S. and M. S. Manocha. 1993. Chitinases of fungi and plants: their involvement in morphogenesis and host-parasite interaction: *FEMS Microbiology Reviews*. 11: 317-338.
- Vijayakumar N., S. Alagar, N. Madanagopal. 2017. Biocontrol potential of fungal chitinase from high yielding *Trichoderma viride* against *Corcyra cephalonica* (stainton) *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 8(2):447-452.
- Wu, J.H., S. Ali., S.X. Ren. 2010 Evaluation of Chitinase from *Metarhizium anisopliae* as Biopesticide against *Plutella xylostella*. *Pakistan Journal of Zoology*. 42(5): 521-528.

การศึกษาสมบัติด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว
The fuel Properties of Fuel Briquette from Coffee grounds
and Copra meal

ลัดดา ทองชูช่วย^{1*} แววบุญ แยมแสงสังข์²

Ladda Thongchuchuy^{1*} Weawboon Yamsangsung²

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 9/9 หมู่ที่ 9 ถนนแจ้งวัฒนะ ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 9/9 หมู่ที่ 9 ถนนแจ้งวัฒนะ ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

¹ Master of Science (Industrial Technology), Sukhothai Thammathirat Open University, 9/9 Chaengwattana Road, Bangpood, Pakkret, Nonthaburi 11120

Corresponding author E-mail: Thongchuchuy622@gmail.com

² School of Economics, Sukhothai Thammathirat Open University, 9/9 Chaengwattana Road, Bangpood, Pakkret, Nonthaburi 11120

*Corresponding author E-mail: weawboon.yam@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาสมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าว (2) เพื่อศึกษาสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว (3) เพื่อศึกษาต้นทุนในการขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว วิธีดำเนินการวิจัยสามารถอธิบายได้ดังนี้ (1) ศึกษาสมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าว โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์เชิงความร้อน (2) ศึกษาสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสานได้แก่ ค่าความชื้น ปริมาณกำมะถัน และ ค่าความร้อน (3) ศึกษาต้นทุนการผลิตต่อหน่วย โดยพิจารณาจาก ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร ผลการวิจัยพบว่า (1) เมื่อพิจารณาจาก ค่าความชื้น ปริมาณกำมะถัน และ ค่าความร้อน พบว่าทั้งกากกาแฟและกากมะพร้าวเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติทางเคมีที่เหมาะสมใช้ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ (2) การศึกษาสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งให้ค่าความร้อนสูงสุดที่ 5,524 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ในอัตราส่วน 2.5:7.5:2.6:3 โดยมีแป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสาน (3) การศึกษาต้นทุนการผลิตพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของกากกาแฟต้นทุนต่อหน่วยการผลิตจะเพิ่มขึ้นตามลำดับโดยเพิ่มจากเฉลี่ย 4.08 บาท เป็น 6.33 บาทต่อแท่งของเชื้อเพลิงอัดแท่งและการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสานจะมีต้นทุนมากกว่าการใช้แป้งมันสำปะหลังเล็กน้อย

คำสำคัญ : เชื้อเพลิงอัดแท่ง กากมะพร้าว กากกาแฟ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า

Abstract

The purposes of this study are (1) to study the chemical properties of coffee grounds and copra meal, (2) to study the fuel properties of briquette from coffee grounds and copra meal and (3) to study the cost of producing fuel briquette from coffee grounds and copra meal under difference conditions. The research methodology is as follows (1) study properties of coffee grounds and copra meal by using Thermogravimetric Analysis. (2) Study the fuel properties of the fuel briquette when using tapioca starch and rice flour as binder, including moisture content, sulfur content, and heat value. (3) Study the production cost per unit from fixed costs and variable costs. The results of this research are as follow: (1) the moisture content, sulfur content, and heat value of coffee grounds and copra meal were found to have suitable chemical properties as raw materials for making fuel briquettes: (2) the fuel properties of coffee grounds and copra meal briquettes of tapioca starch and rice flour binders had slightly different values of fuel properties: (3) the production cost when increasing the ratio of copra meal made the unit cost of production increased from 4.08 baht/piece to 6.33 baht/piece and using rice flour as the binder costs slightly more than tapioca starch.

Keywords : Fuel briquettes, Copra meal, Coffee grounds, Tapioca starch, Rice flour

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา ในปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพบว่าประเทศไทยมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (Final Energy Consumption) ในปี 2564 เท่ากับ 125,709 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบคิดเป็นอัตราการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 4.7 เมื่อเทียบกับปี 2550 ที่มีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพียง 65,633 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ กระทรวงพลังงาน (2564)

จากสาเหตุดังกล่าวจึงได้มีความพยายามศึกษาวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนรูปแบบต่าง ๆ ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อช่วยประหยัดพลังงาน และลดค่าใช้จ่าย โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งในท้องถิ่นภายในประเทศเพื่อให้สามารถผลิต และใช้พลังงานอย่างยั่งยืน เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่เหมาะสมที่จะเป็นพลังงานทดแทนในประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีศักยภาพทางการผลิตวัตถุดิบสำหรับเชื้อเพลิงชีวมวลสูงมาก ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือกากกาแฟและกากมะพร้าว

ปัจจุบันมีการบริโภคมะพร้าวและกาแฟในปริมาณที่มากขึ้นเมื่อเทียบกับสมัยก่อน มีอุตสาหกรรมผลิตน้ำกะทิ และมีร้านกาแฟบริการอย่างแพร่หลายทำให้มีกากมะพร้าวที่เหลือจากการคั้นน้ำกะทิ และกากกาแฟที่

เหลือจากการชงในปริมาณมาก โดยผลิตผลจากมะพร้าวมีปริมาณ 858,235 ตันต่อปี กาแฟ 25,909 ตันต่อปี สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561) ซึ่งกลายเป็นขยะ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการกำจัดขยะดังกล่าว แต่ขยะดังกล่าวสามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งเพื่อเป็นพลังงานทางเลือก เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือนหรืออาจขยายไปสู่อุตสาหกรรมต่อไป

โดยในงานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว ที่อัตราส่วนต่าง ๆ ขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดเย็น ศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเชื้อเพลิง และศึกษาต้นทุนของการผลิตการตรวจเอกสาร การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย โดยมีรายละเอียดดังนี้

จุฑาภรณ์ ชนะถาวร และ กนกวรรณ ภูมิวนิชกิจ (2562) ทำการศึกษาเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟและกากกาแฟโดยใช้แบ่งเป็นตัวประสาน ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก จากนั้นทำการศึกษาสัดส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟและกากกาแฟ สัดส่วนที่ศึกษาคือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 วิเคราะห์สมบัติของเชื้อเพลิง ผลการทดลองพบว่าแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวเชื่อมประสานที่ร้อยละ 20 กับกากกาแฟในสัดส่วน 100:0 จะมีผลต่อสมบัติของเชื้อเพลิงที่ดีที่สุด เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ผลิตจากกากกาแฟมีสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงสูงสุด คือ มีค่าความร้อน 17.2772 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ส่วนผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมพบว่าเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟต่อกากกาแฟที่อัตราส่วน 25:75 ดีที่สุด ทำให้เชื้อเพลิงมีคุณภาพสูงสุด คือ ค่าความร้อนเท่ากับ 17.1544 เมกะจูลต่อกิโลกรัม

ชมธิดา ชื่นนิยม (2553) ได้ทำการการศึกษาปีก่อนเชื้อเพลิงอัดแท่งจากชังข้าวโพดโดย เปรียบเทียบตัวประสาน 4 ชนิดคือ แป้งมันสำปะหลัง กากน้ำตาล กากของเสียจากโรงงานกระดาษ และน้ำมันเครื่อง ที่อัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ผลการทดลองพบว่า การอัดแท่งเศษชังข้าวโพดที่ อัตราส่วนร้อยละ 50 แป้งมันสำปะหลัง เหมาะสมที่สุดเนื่องจาก มีความแข็งแรงสูง ใช้เวลาในการจุดติดไฟต่ำ เมื่อใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานจะได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีค่าความคงตัวของถ้ำและระยะเวลาในการเผาไหม้สูงสุด ในขณะที่เมื่อใช้กากของเสียจากโรงงานกระดาษเป็นตัวประสาน จะได้เชื้อเพลิงที่ค่าความร้อนสูงสุด

Robert Cubero-Abarca, Roger Moya, Jorre Valaret and Mario Tomazello Filho (2014) ทำการผลิตก้อนเชื้อเพลิง และ เม็ดเชื้อเพลิงโดยใช้กากกาแฟโดยการนำกากกาแฟมาไล่ความชื้นโดยใช้กระบวนการ 3 กระบวนการได้แก่ ลม , แสงอาทิตย์ และ ลมร้อน จากนั้นนำไปอัดขึ้นรูป และนำตัวอย่างไปทดสอบคุณสมบัติ ค่าความร้อน ความชื้น ปริมาณถ้ำ ความทนทาน ค่าคาร์บอนคงที่ และความกร่อนจากการทดลองพบว่า การไล่ความชื้นที่เหมาะสมที่สุดคือ ลมร้อน เพราะใช้เวลาน้อยที่สุด คือ 55 ชั่วโมง ค่าความร้อนของเม็ดเชื้อเพลิงที่ได้คือ 12,501 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และก้อนเชื้อเพลิงคือ 11,591 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งค่าความร้อน ปริมาณถ้ำ และความชื้นของเม็ด และก้อนเชื้อเพลิงไม่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าว
2. เพื่อศึกษาสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว

3. เพื่อศึกษาต้นทุนการขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง อุปกรณ์เครื่องมือทดสอบและ วิธีการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง วัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ กากกาแฟ กากมะพร้าว แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้าและน้ำกลั่น



(ก) กากกาแฟ



(ข) กากมะพร้าว



(ค) แป้งมันสำปะหลัง



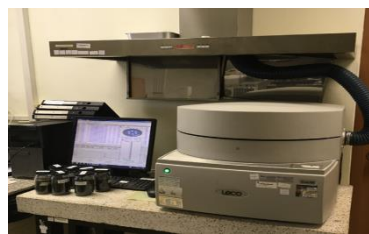
(ง) แป้งข้าวเจ้า

ภาพที่ 1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

อุปกรณ์ เครื่องมือทดสอบ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ เครื่องอัดแท่งแบบเกลียว เครื่องชั่ง เครื่องวิเคราะห์หาค่าความร้อนและเครื่องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน



(ก) เครื่องวิเคราะห์หาค่าความร้อน



(ข) เครื่องวิเคราะห์คุณสมบัติทางความร้อน



(ค) เครื่องอัดแท่งแบบเกลียว

ภาพที่ 2 อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

วิธีการทดลอง

1. การทดสอบสมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าว
2. การขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสานโดยดำเนินการดังนี้
 - 2.1 ขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน

2.1.1 ผสมกากกาแฟ กากมะพร้าว แป้งมันสำปะหลัง และ น้ำ ตามอัตราส่วนดังนี้
0:10:2.6:3, 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3 ผสมให้เข้ากันดี

2.1.2 นำไปอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแบบเกลียวแบบอัดเย็น

2.1.3 ตากแดด 3 วันได้เชื้อเพลิงอัดแท่ง

2.2 ขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสาน

2.2.1 ผสมกากกาแฟ กากมะพร้าว แป้งข้าวเจ้า และ น้ำ ตามอัตราส่วนดังนี้ 0:10:2.6:3,
2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3 ผสมให้เข้ากันดี

2.2.2 นำไปอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแบบเกลียวแบบอัดเย็น

2.2.3 ตากแดด 3 วันได้เชื้อเพลิงอัดแท่ง

3. ทดสอบสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง คือการหาค่าความร้อน การหาค่าปริมาณคาร์บอนคงตัว การหาค่าปริมาณเถ้า การหาค่าปริมาณสารระเหย การหาค่าปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสาน โดยสมบัติกายภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าวสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากงานวิจัยของ ลัดดา ทองชูช่วย และคณะ (2565)



ภาพที่ 3 วิธีการขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การทดสอบค่าความร้อน (Calorific value or Heating value) ตามมาตรฐาน ASTM D5865 ค่าความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อ เชื้อเพลิงอัดแท่งถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์หรือเรียกว่า ความร้อนของการเผาไหม้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ค่าความร้อนสูงและค่าความร้อนต่ำ มีหน่วยเป็นกิโลจูล (kJ) หรือ กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (kcal/kg) โดยวิธีการทดสอบจะทำการ ใส่ตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ค่าความร้อน ลงไปในลูก Bomb แล้วนำลูก Bomb ใส่ไปในเครื่อง Bomb โดยรอบๆลูก Bomb จะมีน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิโดยเครื่องมือควบคุมอุณหภูมิโดยเฉพาะเครื่องก็จะทำงานโดยการจุดติดไฟเพื่อเผาไหม้ตัวอย่างจนสมบูรณ์และให้ความร้อนออกมาเครื่องจะตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและคำนวณออกมาเป็นค่าพลังงานความร้อนออกมาตามสมการ ดังนี้

$$H_g = \frac{tW - e_1 - e_2 - e_3}{m}$$

เมื่อ

- H_g = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง (แคลอรีต่อกรัม)
 t = อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น (องศาเซลเซียส)
 W = ค่าน้ำสมมูลของบอมบ์แคลอริมิเตอร์
 m = มวลของถ่านอัดแท่งที่ใช้ในการทดสอบ (กรัม)
 e₁ = ค่าแก้ความร้อนที่เกิดจากกรดไนตริกในกระบวนการเผาไหม้มีค่าเท่ากับ 23.9
 e₂ = ค่าแก้ความร้อนที่เกิดจากกรดซัลฟูริกที่เกิดในกระบวนการเผาไหม้มีค่าเท่ากับ 13.7 x 1.02 x มวลของสารตัวอย่าง
 e₃ = ค่าแก้ความร้อนที่เกิดจากการลุกไหม้ของขดลวดตัวนำมีค่าเท่ากับ 2.3 x ความยาวของลวดที่ใช้จุดระเบิดในหน่วยเซนติเมตร

4. ศึกษาต้นทุนที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว การคำนวณต้นทุนการผลิตต่อแท่งของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งต้นทุนการผลิตสามารถคำนวณได้จากต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ต้นทุนคงที่ หมายถึง ต้นทุนที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงได้แก่ ต้นทุนราคาเครื่องจักร ต้นทุนค่าแรงงาน

ต้นทุนค่าแรงงานต่อแท่ง = อัตราค่าจ้างต่อวัน/จำนวนแท่งที่ผลิตได้ต่อวัน

ต้นทุนการผลิตของเครื่องจักรต่อปี = ราคาเครื่องจักร/จำนวนปีที่ใช้งาน

ต้นทุนการผลิตของเครื่องจักรต่อวัน = ต้นทุนการผลิตต่อปี/365

ต้นทุนการผลิตของเครื่องจักรเฉลี่ยต่อแท่ง = ต้นทุนการผลิตต่อวัน/จำนวนแท่งที่ผลิตได้ต่อ

วัน

ต้นทุนการผลิตผันแปร หมายถึง ต้นทุนที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต ได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า

ต้นทุนค่าน้ำหรือค่าไฟฟ้าต่อวัน = จำนวนหน่วยของน้ำหรือไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน x ราคาต่อหน่วย

ต้นทุนค่าน้ำหรือไฟฟ้าต่อแท่ง = ต้นทุนค่าน้ำหรือไฟฟ้าต่อวัน/จำนวนแท่งที่ผลิตได้ต่อวัน

ต้นทุนค่าวัตถุดิบต่อแท่ง = จำนวนหน่วยที่ใช้ต่อแท่ง x ราคาวัตถุดิบต่อหน่วย

ต้นทุนการผลิตต่อแท่ง คำนวณโดยนำต้นคงที่มารวมกับต้นทุนการผลิตผันแปร

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยมี 3 ส่วน ได้แก่ ผลการศึกษาสมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าว ผลการทดสอบสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว และ ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.ผลการศึกษาสมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าว จากการทดสอบสมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าวพบว่ากากกาแฟมีค่าความชื้นร้อยละ 9.40 ปริมาณสารระเหยได้ร้อยละ 74.52 ค่าถ่านคงตัวร้อยละ 10.91 ปริมาณเถ้าร้อยละ 1.05 และค่าความร้อน 4,950 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และกากมะพร้าวมีค่าความชื้นร้อยละ 7.95 ปริมาณสารระเหยได้ร้อยละ 84.30 ค่าถ่านคงตัวร้อยละ 6.78 ปริมาณเถ้าร้อยละ 0.89 และค่าความร้อน 5,948 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ผลการทดสอบดังตารางที่ 1

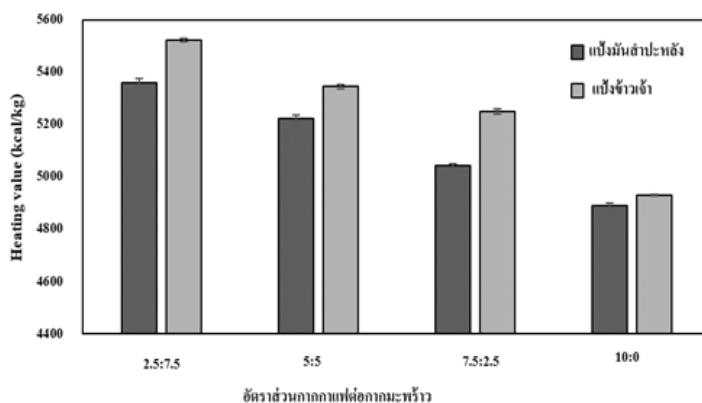
ตารางที่ 1 สมบัติกากกาแฟและกากมะพร้าว

สมบัติ	กากกาแฟ	กากมะพร้าว
ค่าความชื้น (ร้อยละ)	9.40	7.95
ปริมาณสารระเหยได้ (ร้อยละ)	74.52	84.30
ค่าถ่านคงตัว (ร้อยละ)	10.91	6.87
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	1.05	0.89
ค่าความร้อน (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)	4,950	5,948

2. ผลการทดสอบสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว ได้แก่ ค่าความร้อน ค่าคาร์บอนคงตัว ค่าปริมาณเถ้า ค่าสารระเหย และค่าความชื้น ดังตารางที่ 2 กราฟแสดงค่าความร้อน ค่าคาร์บอนคงตัว ความชื้น และการศึกษาต้นทุนในการขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง ดังภาพที่ 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ

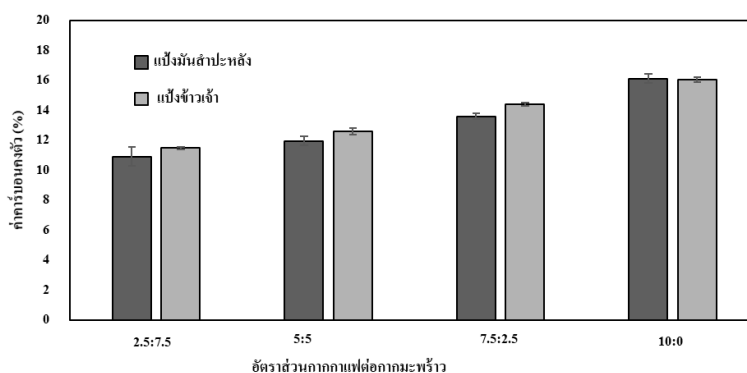
ตารางที่ 2 สมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว

การทดสอบ	แป้งมันสำปะหลัง	แป้งข้าวเจ้า
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	5.42 - 7.00	4.47 - 6.00
ปริมาณสารระเหย (ร้อยละ)	77.33 - 82.53	77.42 - 82.71
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	1.08 - 1.24	1.04 - 1.33
ปริมาณคาร์บอนคงตัว (ร้อยละ)	10.91 - 16.11	11.49 - 16.04
ค่าความร้อน (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)	4,890 - 5,360	4,929 - 5,524



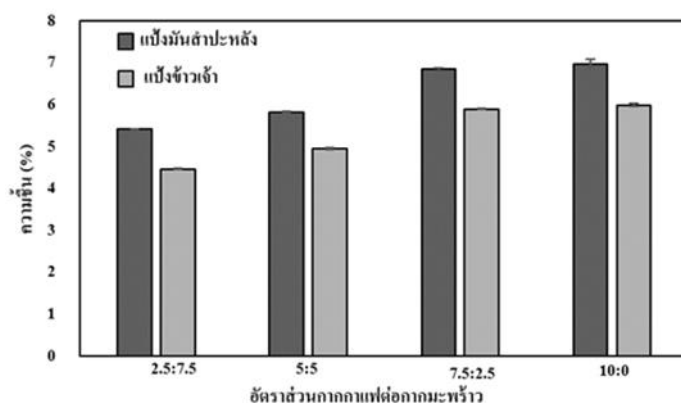
ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งกับอัตราส่วนระหว่างกากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำที่อัตราส่วน 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3

2.1 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว จากภาพที่ 4 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แยมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วนกากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำ 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3 โดยมีค่าความร้อน เท่ากับ 5,360 5,222 5,042 และ 4,890 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แยมันข้าวเจ้าเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วน กากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำ 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3 โดยมีค่าความร้อน เท่ากับ 5,524 5,345 5,251 และ 4,929 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออัตราส่วนของกากกาแฟเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความร้อนมีค่าลดลง



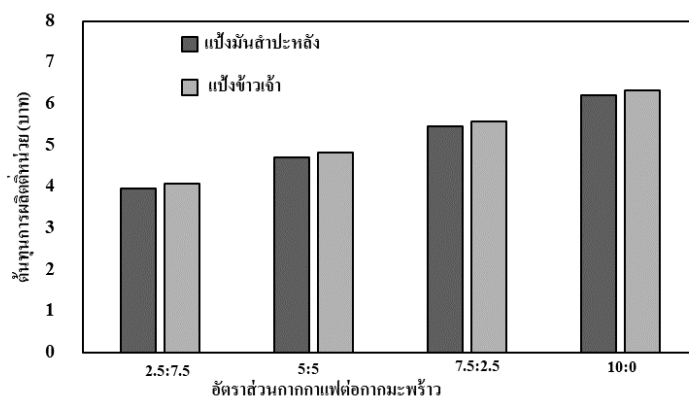
ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนคงตัว ของเชื้อเพลิงอัดแท่งกับอัตราส่วนระหว่างกากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำที่อัตราส่วน 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3

2.2 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว จากภาพที่ 5 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วนกากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำ 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3 โดยมีปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 10.91, 11.95, 13.61 และ 16.11 ตามลำดับ ส่วนเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วน กากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำ 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3 โดยมีปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 11.49, 12.58, 14.40 และ 16.04 ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออัตราส่วนของกากกาแฟเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนคงตัวเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งระหว่างกากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำที่อัตราส่วน 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3

2.3 ความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว จากภาพที่6 เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วนกากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำ 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3 โดยมีความชื้นร้อยละ 5.42, 5.83, 6.85 และ 7.0 ตามลำดับ ส่วนเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วน กากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำ 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3 โดยมีความชื้นร้อยละ 4.47, 4.96, 5.90 และ 6.00 ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออัตราส่วนของกากกาแฟเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความชื้นเพิ่มขึ้นเป็นเช่นนี้เพราะกากกาแฟมีความชื้นมากกว่า กากมะพร้าวเมื่ออัตราส่วนกากกาแฟมากขึ้นทำจึงให้ปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 7 กราฟแสดงต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของเชื้อเพลิงอัดแท่งระหว่างกากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัว
 ประสานต่อน้ำที่อัตราส่วน 2.5:7.5:2.6:3, 5:5:2.6:3, 7.5:2.5:2.6:3 และ 10:0:2.6:3

3. ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว จากการศึกษาพบว่า ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วนต่างๆ ของกากกาแฟต่อกากมะพร้าวโดยใช้แยมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน มีค่าต้นทุนเท่ากับ 3.969, 4.719, 5.469 และ 6.219 บาทตามลำดับ ส่วนเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แยมังข้าวเจ้าเป็นตัวประสานมีค่าต้นทุนเท่ากับ 4.086, 4.836, 5.586 และ 6.336 บาท ตามลำดับ จะเห็นว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 2 ตัวเชื่อมประสานให้ผลการทดลองที่เหมือนกันคือเมื่อปริมาณกากกาแฟเพิ่มขึ้นต้นทุนในการผลิตก็จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากกากกาแฟมีราคาแพงกว่ากากมะพร้าว และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวประสานพบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แยมังข้าวเจ้าเป็นตัวประสานมีต้นทุนแพงกว่าเล็กน้อยเนื่องจากแยมังข้าวเจ้ามีราคาแพงกว่าแยมันสำปะหลังเล็กน้อย

วิจารณ์ผล

วิจารณ์ผลประกอบด้วย 5 ประเด็น ได้แก่ สมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าว สมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว ต้นทุนในการขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว แนวทางที่จะนำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าวไปใช้ประโยชน์ และ ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. สมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าว จากการศึกษาสมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าวพบว่า กากกาแฟมีค่าความร้อน 4,950 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม กากมะพร้าวค่าความร้อน 5,948 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และสมบัติทางความร้อนอื่นๆ ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถนำมาผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

2. สมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว

2.1 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว จากผลการทดลองพบว่า เมื่ออัตราส่วนของกากกาแฟเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความร้อนมีค่าลดลงเนื่องจากกากกาแฟมีความชื้นมากกว่ากากมะพร้าวส่งผลให้ค่าความร้อนลดลงตามอัตราส่วนของกากกาแฟที่เพิ่มขึ้น วิศรุต ยันตติลภ (2560) เมื่อ

เปรียบเทียบระหว่างตัวประสาน 2 ชนิดระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับแป้งข้าวเจ้า พบว่าที่อัตราส่วนต่างๆแป้งข้าวเจ้า จะทำให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่ง มีค่าความร้อนมากกว่า การใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน เนื่องจากแป้งข้าวเจ้ามีความชื้นน้อยกว่า แป้งมันสำปะหลังจึงทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวเชื่อมประสานมีค่าความร้อนมากกว่า สมศักดิ์ ภัคตีวารภรณ์ (2544)

2.2 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออัตราส่วนของกากกาแฟเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนคงตัวเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฑาภรณ์ ชนะถาวร และ กนกวรรณภูมิวิชิขกิจ (2562) เนื่องจากคุณสมบัติของกากกาแฟมีค่าคาร์บอนคงตัวที่มากกว่ากากมะพร้าว ซึ่งค่าคาร์บอนคงตัวที่แสดงถึงความสามารถในการเผาไหม้ได้ของเชื้อเพลิงอัดแท่งซึ่งส่งผลให้เชื้อเพลิงอัดแท่งมีคุณภาพดีขึ้นและระยะเวลาในการมอดดับที่นานขึ้น วิศรุต ยันตติลิก (2560)

2.3 ปริมาณสารระเหยของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออัตราส่วนของกากมะพร้าวน้อยลงทำให้ปริมาณสารระเหยลดลงโดยค่าสารระเหยแสดงถึงปริมาณของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งที่สามารถระเหยเป็นไอหรือควันได้ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจน และ ไฮโดรเจน เป็นส่วนประกอบหากมีปริมาณมากจะทำให้ติดไฟง่าย วิศรุต ยันตติลิก (2560) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวประสาน 2 ชนิดระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับแป้งข้าวเจ้า พบว่าที่อัตราส่วนต่างๆแป้งข้าวเจ้า จะทำให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่ง ที่มีปริมาณสารระเหยมากกว่า การใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน คุณสมบัติปริมาณสารระเหยของเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบไม่เผาต้องมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 70-86 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณสารระเหยของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟต่อกากมะพร้าวโดยใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสานทุกอัตราส่วนมีปริมาณสารระเหยอยู่ในเกณฑ์ของคุณสมบัติเชื้อเพลิงชีวมวลแบบไม่เผา ณัฐนิช บุญเฉลิมรัตน์ (2560)

2.4 ปริมาณเถ้า จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออัตราส่วนของกากกาแฟมากขึ้นทำให้ปริมาณเถ้าลดลงสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐนิช บุญเฉลิมรัตน์ (2560) โดยค่าเถ้าที่มีค่าต่ำส่งผลให้เชื้อเพลิงอัดแท่งมีคุณภาพดี วิศรุต ยันตติลิก (2560) เพราะเถ้าคือส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาป ภายใต้เตาเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย ซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ หรือเป็นส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้นั่นเอง ดังนั้นหากมีปริมาณเถ้ามากจะเป็นปัญหาในการเผาไหม้และเพิ่มความยุ่งยากในการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้น กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2555) คุณสมบัติปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบไม่เผาต้องมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟต่อกากมะพร้าวโดยใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสานทุกอัตราส่วนมีปริมาณเถ้าอยู่ในเกณฑ์ของคุณสมบัติเชื้อเพลิงชีวมวลแบบไม่เผา ณัฐนิช บุญเฉลิมรัตน์ (2560)

2.5 ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวประสาน 2 ชนิดระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับแป้งข้าวเจ้า พบว่าที่อัตราส่วนต่างๆแป้งมันสำปะหลังจะทำให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีความชื้นมากกว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสานเนื่องจากแป้งมันสำปะหลังมีความชื้นมากกว่าแป้งข้าวเจ้าเมื่อนำมาเป็นตัวประสานทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้มีความชื้นมากกว่า สมศักดิ์ ภัคตีวารภรณ์ (2544) คุณสมบัติปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบไม่เผาต้องมีค่าความชื้นน้อยกว่า

ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟต่อกากมะพร้าวโดยใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสานทุกอัตราส่วนมีปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์ของคุณสมบัติเชื้อเพลิงชีวมวลแบบไม่เผา ญัฐนิช บุญเฉลิมรัตน์ (2560)

3. ต้นทุนในการขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว จากผลการทดลองจะเห็นว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 2 ตัวเชื่อมประสานให้ผลการทดลองที่เหมือนกันคือเมื่อปริมาณกากกาแฟเพิ่มขึ้น และปริมาณกากมะพร้าวลดลงเชื้อเพลิงอัดแท่งจะมีต้นทุนการผลิตมากขึ้นทั้งนี้เนื่องจากกากกาแฟมีราคาแพงกว่ากากมะพร้าว การใช้ปริมาณกากกาแฟมากขึ้นจึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเพิ่มขึ้นตาม และหากเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตต่อหน่วยระหว่างตัวเชื่อมประสานทั้ง 2 ชนิด จะพบว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าต้นทุนรวมต่อหน่วยมากกว่าการใช้แป้งมันสำปะหลังเล็กน้อยเนื่องจากราคาของแป้งข้าวเจ้าแพงกว่าราคาของแป้งมันสำปะหลังเล็กน้อยนั่นเอง

4. แนวทางที่จะนำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าวไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าวมีค่าสารระเหยสูงและ มีกลิ่นจำเพาะของกากกาแฟและกากมะพร้าวทำให้เกิดควันและมีกลิ่นเวลาเผาไหม้จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นถ่านหุงต้มในครัวเรือน แต่สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่ต้องการความร้อนในช่วง 5,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

5. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

5.1 ควรศึกษาเพิ่มเติมโดยการนำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ไปเผาให้เป็นถ่านเพื่อเพิ่มอายุการจัดเก็บและเพิ่มค่าความร้อน

5.2 ควรศึกษาการขึ้นรูปแบบอื่นเพื่อสามารถใช้งานที่หลากหลายตามวัตถุประสงค์ เช่น แบบอัดเม็ด

สรุปผล

1. การศึกษาสมบัติของกากกาแฟและกากมะพร้าวพบว่า กากกาแฟมีค่าความร้อน 4,950 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม กากมะพร้าวค่าความร้อน 5,948 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถนำมาผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

2. การศึกษาสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ที่ขึ้นรูปโดยมีแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสาน พบว่าสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเชื้อเพลิงอัดแท่งคืออัตราส่วนกากกาแฟต่อกากมะพร้าวต่อตัวประสานต่อน้ำดังนี้ 7.5:2.5:2.6:3, 5:5:2.6:3 และ 2.5:7.5:2.6:3 ทั้งตัวประสานที่เป็นแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าคือ ค่าความร้อนมากกว่า 5,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 8

3. การศึกษาต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยของเชื้อเพลิงอัดแท่งพบว่าต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานเท่ากับ 3.969 – 6.219 บาทต่อชิ้น ส่วนเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัว

ประสานเท่ากับ 4.086 – 6.336 บาทต่อขึ้น จะเห็นว่าต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นตัวประสานจะมีต้นทุนสูงกว่าเล็กน้อยเนื่องจากแป้งข้าวเจ้ามีราคาสูงกว่าแป้งมันสำปะหลังเล็กน้อย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดีโดยได้รับการช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร.แววบุญ แยมแสงสังข์ และ ผศ. ดร.วรรัตน์ ปัตตประกร ที่คอยให้คำปรึกษาตลอดในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอขอบคุณกรมวิทยาศาสตร์บริการที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลอง และให้บริการทดสอบวัตถุดิบ ขอขอบคุณ ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และ ภาคีชีววนวัตกรรมศาสตร์ คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อให้บริการทดสอบด้านคุณสมบัติของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2555. คู่มือแนวทางและเกณฑ์คุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน. แหล่งข้อมูล: <http://webintra.diw.go.th> สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2564

จุฑาภรณ์ ชนะถาวรณ และ กนกวรรณ ภูมิวิณิชกิจ. 2562. ผลของเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟต่อสมบัติของเชื้อเพลิง ชีวมวลอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

ชาญยุทธ เทพพานิช. 2552. การผลิตและการทดสอบสมบัติของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากมันสำปะหลังและกากตะกอนน้ำทิ้งที่ได้จากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. นครราชสีมา.

ชมธิตา ชื่นนิยม. 2553. การศึกษาการเพิ่มมูลค่าของเศษซังข้าวโพดโดยการทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกุล และ พัชรี ปรีดาสุริยะชัย. 2558. การศึกษากากกาแฟและกากชามาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพมหานคร.

นพพร สุดใจธรรม. 2003. เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร.

ณัฐนิช บุญเฉลิมรัตน์. 2560. การประยุกต์ใช้กากกาแฟและเปลือกมะขามเพื่อเป็นแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพมหานคร.

ลัดดา ทองชูช่วย, วรรัตน์ ปัตตประกร และ แววบุญ แยมแสงสังข์. 2565. การศึกษาสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟและกากมะพร้าว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปีที่ 2 ฉบับที่ 2: 55-65

วิศรุต ยันตะติลก. 2560. การศึกษาเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากมะพร้าวร่วมกับผงถ่านโกก崗. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพมหานคร.

ศุภชัยวิชัยพิชสวนชุมพร. 2563. มะพร้าว:พันธุ์ลูกผสมชุมพร2. แหล่งข้อมูล:
<https://www.doa.go.th/hc/chumphon/?p=651>. สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2564

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. กาแฟ:ร้อยละและปริมาณการขายผลผลิตเป็นรายเดือนรวมทั้ง
ประเทศ รายภาคและรายจังหวัด. แหล่งข้อมูล:
[https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/Coffee%20percent%20sale%2061\(1\).pdf](https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/Coffee%20percent%20sale%2061(1).pdf). สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2564

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. มะพร้าวผลแก่:ร้อยละและปริมาณการขายผลผลิตเป็นรายเดือน
รวมทั้งประเทศ รายภาคและรายจังหวัด. แหล่งข้อมูล:
<https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/Coconut%20percent%20sale%2061.pdf>. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2564

สังเวย เสวกวิหารี, วันดี มาตสสิต และ นิภาพร ปัญญา. 2553. พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือก
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
กรุงเทพมหานคร.

สังเวย เสวกวิหารี. 2555. ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพมหานคร.

สุพิชญา เชิดเกียรติกุล. 2558. ผลกระทบของสภาวะการขึ้นรูปของถ่านชีวภาพจากกากกาแฟ.
วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น. กรุงเทพมหานคร.

สมศักดิ์ ภัทธีวารภรณ์. 2544. การผลิตฟิล์มที่รับประทานได้จากแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง.
วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
กรุงเทพมหานคร.

การศึกษาประสิทธิภาพโรงงานปลูกพืชด้วยแสงเทียม Efficiency Study of Plant Factory with Artificial Lighting

สุวรรณกาญจน์ สุพมาตธา¹ พราวมาส เจริญรักษ์² พิมพรรณ พิมลรัตน์² กิตติยาภรณ์ พิมพ์เอี่ยม¹ จันทิมา เขตการณ์¹
ดาวรุ่ง วัชรินทร์รัตน์^{3*}

Suwonnakan Supamattra¹ Phraomas Charoenrak² Pimpan Pimonrat² Kittiyaporn Phimaiem¹

Chantima Katgarn¹ Dowroong Watcharinrat^{3*}

¹ บริษัท สวนสัมมนา จำกัด (วังรี รีสอร์ท) ตำบลเขาพระ อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก

² สาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

³ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยชินวัตร

¹ Suan Sammana Co., Ltd. (Wang Resort), Khao Phra, Mueang Nakhon Nayok District, Nakhon Nayok.

² Division of Crop Production, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

³ School of Liberal Art, Shinnawatra University.

*Corresponding author E-mail: dowroong.w@siu.ac.th

บทคัดย่อ

ภาคอุตสาหกรรมเกษตรพบกับปัญหาภัยแล้ง การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และยังพบปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จึงจำเป็นต้องมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดความเสี่ยงจากสภาพแวดล้อม การปลูกพืชโดยโรงงานปลูกพืชด้วยแสงเทียมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาข้างต้น เป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมสภาพแวดล้อมทุกอย่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพโรงเรือนปลูกพืชภายใต้แสงเทียมที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย โดยการทดลองปลูก Rocket Salad และ Green Cos Lettuce ภายใต้แสงไฟสีขาวเหลืองที่มีความเข้มแสง 13,297.78 Lux. เปิดไฟ 10 ชม./วัน ความเร็วลมในชั้นปลูกที่ 1.55 m/s อุณหภูมิประมาณ 25 °C ความชื้นประมาณ 63 - 72 % CO₂ ภายในห้องปลูก 876 - 942 ppm พบว่าต้นที่ปลูกบริเวณรอบนอกของชั้นปลูกให้การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักสด ความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่ม น้อยกว่าต้นที่ปลูกบริเวณด้านใน เนื่องจากการได้รับความเข้มแสงที่น้อยกว่า ในส่วนของความเร็วลมในชั้นปลูก อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณ CO₂ ถือว่าเหมาะสมและเพียงพอต่อการเจริญเติบโต โดยภาพรวมโรงเรือนปลูกพืชนี้เหมาะสมต่อการปลูก Rocket Salad และ Green Cos Lettuce และอาจเหมาะสมต่อการปลูกผักสลัดชนิดอื่นๆ ได้

คำสำคัญ : แสงเทียม โรงงานผลิตพืช ผักสลัด สภาพแวดล้อมควบคุม

Abstract

The agro-industry sector faces drought, climate change, and pesticide residues. It is therefore necessary to adopt technology to increase productivity and reduce environmental risks. Growing plants by Plant Factory with Artificial Lighting is an alternative solution to the above problems. It is the use of technology to grow plants in closed greenhouses that control all environments suitable for plant growth. This study aims to study the efficiency of plant factory with artificial lighting suitable for the environment in Thailand. Experimental planting Rocket Salad and Green Cos Lettuce under white-yellow light at light intensity of 13,297.78 Lux, lights on 10 hrs./day, wind speed in the growing layer at 1.55 m/s, temperature about 25 °C, humidity about 63 - 72 %, and CO₂ inside the growing room 876 – 942 ppm. It was discovered that plants positioned at the planting layer's edge produced growth in the form of fresh weight, plant height, and canopy breadth fewer than plants placed in the inner zone, due to obtaining less intense light. Regarding the wind speed in the growing layer, temperature, humidity, CO₂ content was considered suitable and sufficient for growth. Overall, this Plant Factory with Artificial Lighting is suitable for Rocket Salad and Green Cos Lettuce and may be suitable for growing other types of salad vegetables.

Keywords : Artificial lighting, Plant factory, Vegetable salad, Controlled environments.

บทนำ

สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งในบรรยากาศและในดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งสภาพแวดล้อมในบรรยากาศที่สำคัญได้แก่ ปริมาณก๊าซต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) โดยพืชจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้างมวลชีวภาพต่าง ๆ ของพืช ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมีประมาณ 0.03% (โดยปริมาตร) ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างมีประสิทธิภาพในพืชโดยทั่วไป ลมที่มีความเร็วไม่สูงนักจะช่วยหมุนเวียนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้ามาเป็นประโยชน์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ดีขึ้น (อภิพรธ และคณะ, 2541) อุณหภูมิก็เป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อระบบเมแทบอลิซึมและกระบวนการทำงานต่าง ๆ ในพืช อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งพืชต่างสปีชีส์มีความต้องการอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (Ducruet et al., 2007 อ้างถึงใน อโนมา, 2560) อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ใบ และช่วงระยะเวลาการพักตัวที่เห็นได้ชัดเจน ซึ่งอุณหภูมิของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของพืชจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมที่พืชอาศัยอยู่ เช่น อุณหภูมิของรากจะแปรผันตามอุณหภูมิของดิน อุณหภูมิของลำต้นและใบ อาจแตกต่างจากอุณหภูมิของอากาศ

ขึ้นอยู่กับความสามารถในการดูดรังสีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้นหรือความสามารถในการคายน้ำของใบทำให้อุณหภูมิของใบลดลง (สดุดี, 2545 อ้างถึงใน อโนมา, 2560) ถ้าสภาพอากาศมีอุณหภูมิสูงผลทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชถูกยับยั้งและจำกัดการกระจายชนิดของพืชขึ้นอยู่กับความรุนแรง ระยะเวลาและความแปรปรวนของสภาพอากาศ ซึ่งอุณหภูมิสูงมีผลกระทบอย่างมากต่อระยะการพัฒนาการและความสามารถในการทนทานต่ออุณหภูมิสูงของพืช อุณหภูมิสูงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและเป็นอันตรายต่อพืช และถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่าอุณหภูมิวิกฤตจะทำให้โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ได้รับความเสียหายต่อการพัฒนาและการเจริญเติบโตของพืชไม่สามารถฟื้นกลับมาได้ ซึ่งอุณหภูมิสูงทำให้เนื้อเยื่อพืชได้รับความเสียหายประมาณ 50 % อาจทำให้พืชตายได้เนื่องจากเยื่อหุ้มต่างๆ ของเซลล์พืชถูกทำลาย นอกจากนี้อุณหภูมิสูงส่งผลทำให้คลอโรพลาสต์ถูกทำลายและทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชลดต่ำลงและชักนำให้เซลล์พืชตาย (อโนมา, 2560)

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนชื้น ทำให้ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมเกษตรในประเทศพบกับปัญหากล้าแล้ง การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และยังพบปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จึงจำเป็นต้องมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดความเสี่ยงจากสภาพแวดล้อม จากการที่พื้นที่ทางการเกษตรเริ่มขาดแคลน สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงยากต่อการควบคุม และอัตราการเติบโตของประชากรทั่วโลกสูงขึ้น จึงมีความต้องการอาหารและพื้นที่การเพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการปลูกพืชในแนวตั้ง (vertical farming) และการทำโรงงานผลิตพืช (plant factory) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาข้างต้น โรงงานผลิตพืชจึงเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการทำเกษตรที่กำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนพื้นที่การเพาะปลูก และปริมาณผลผลิตที่ไม่ได้คุณภาพ เป็นผลทำให้ตลาดกลุ่มนี้มีแนวโน้มการเติบโตสูงขึ้นเรื่อย ๆ และมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพ ต้นทุนต่ำ ปลอดภัย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โรงงานผลิตพืชเป็นเทคโนโลยีการปลูกพืชในระบบปิดหรือกึ่งปิดที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างสมบูรณ์ เช่น ช่วงคลื่นแสง ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้น แร่ธาตุต่าง ๆ รวมถึงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแหล่งกำเนิดแสงที่นำมาใช้แทนแสงอาทิตย์คือแสงจากหลอดไฟ LED ที่ให้ความร้อนน้อยกว่าและประหยัดไฟมากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, ม.ป.ป.) โดยเทคโนโลยีการปลูกพืชภายใต้แสงไฟ LED ที่เป็นการการเอาแสงไฟเทียมมาใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชในโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมสภาพแวดล้อมทุกอย่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เรียกว่า Plant Factory with Artificial Lighting หรือ โรงงานปลูกพืชด้วยแสงเทียม หรือที่เรียกกันสั้นๆ ว่า PFAL ปัจจุบัน PFAL ได้รับการพัฒนามากขึ้นในญี่ปุ่นและประเทศแถบเอเชีย เช่น ไต้หวัน จีน สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา และประเทศต่าง ๆ ในยุโรป ได้มีการพัฒนาความสามารถในการปรับขนาดและการแนะนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น ระบบอัตโนมัติ ปัญญาประดิษฐ์ และอื่นๆ เพื่อพัฒนา PFAL ให้ดียิ่งขึ้น (Hayashi, 2020)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพโรงเรือนปลูกพืชภายใต้แสงเทียมที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเพาะเมล็ดและการย้ายกล้า

เพาะเมล็ด Rocket Salad และ Green Cos Lettuce 1-2 เมล็ด ลงในถ้วยปลูกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 5.2 ซม. ที่บรรจุวัสดุปลูกเพอร์ไลท์ (Perlite) ผสมเวอไมคูไลท์ (Vermiculite) ในอัตราส่วน 3:1 เพาะลงในสารละลายธาตุอาหารที่ EC 1400-1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และ pH 5.5-6.2 ภายใต้แสงไฟปลูกสีขาวเรียงสลับสีแดง โดยเปิดไฟตั้งแต่เวลา 08:00 น. ถึง 18:00 น. เมื่อก้ามมีอายุ 14 วัน ทำการย้ายปลูกลงในสารละลายธาตุอาหารที่ EC 1750-1830 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และ pH 5.5-6.2 ภายใต้แสงไฟปลูกสีขาวเหลืองที่ความเข้มแสง 13,297.78 Lux. โดยเปิดไฟตั้งแต่เวลา 08:00 น. ถึง 18:00 น.

ข้อมูลด้านห้องปลูก

โรงเรือนขนาด 160 ตร.ม. วางชั้นปลูกพืชจำนวน 7 ชั้น 5 แถว ขนาด 70 x 400 x 300 ซม. (กว้าง x ยาว x สูง) ระยะห่างระหว่างชั้น 50 ซม. ติดตั้งรางปลูกพืชขนาด 10 x 600 ซม. (กว้าง x ยาว) ใน 1 ชั้นปลูกจะติดตั้งรางทั้งหมด 9 ราง แต่ละรางห่างกัน 7 ซม. แต่ละรางจะทำการเจาะหลุมสำหรับใส่ถ้วยปลูกเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. แต่ละหลุมปลูกห่างกัน 20 ซม. โดยใน 1 ชั้น มีจำนวนหลุมปลูกทั้งหมด 270 หลุม ทำการติดตั้งหลอดไฟ LED แสงไฟปลูกสีขาวเหลืองขนาด 2.5 x 120 x 3.5 ซม. (กว้าง x ยาว x สูง) ตามแนวขวางของชั้นปลูก โดยจะติดตั้งหลอดไฟให้สูงห่างจากรางปลูก 24 ซม. ในแต่ละหลอดติดตั้งห่างกัน 15 ซม. ทำการติดตั้งพัดลมไว้ใต้หลอดไฟที่ปรับความเร็วลมในชั้นปลูกที่ 1.55 m/s พัดลมจะทำการดูดอากาศเข้าจากหน้าชั้นปลูกและพัดออกไปทางท้ายชั้นปลูก ในแต่ละแถวปลูกจะติดตั้งถังบรรจุสารละลายธาตุอาหารไว้ใต้ชั้นปลูก โดยใน 1 แถว จะใช้สารละลายธาตุอาหารปริมาตร 325 ลิตร ภายในห้องปลูกมีการปรับอุณหภูมิไว้ประมาณ 25 °C ความชื้นประมาณ 63 - 72 % ทำการเติม CO₂ ภายในห้องปลูกให้อยู่ในช่วง 876 - 942 ppm

การบันทึกผลการทดลอง

เมื่อต้น Rocket Salad และ Green Cos Lettuce มีอายุ 30 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพืชชนิดละ 15 ต้น โดยทำการสุ่มแบบกระจายตำแหน่งทั่วทั้งชั้นปลูก ทำการบันทึกความสูงต้น ความยาวใบ และน้ำหนักสดของทั้งต้นพืชรวมถ้วยปลูก

ตำแหน่งถ้วยปลูก	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
รางที่ 1																														
รางที่ 2																														
รางที่ 3																														
รางที่ 4																														
รางที่ 5																														
รางที่ 6																														
รางที่ 7																														
รางที่ 8																														
รางที่ 9																														

ภาพที่ 1 ผังการปลูกพืชในแต่ละชั้น

ระยะเวลาและสถานที่ทำการทดลอง

มิถุนายน - สิงหาคม 2565 ณ บริษัท สวนสัมมนา จำกัด (วังรี รีสอร์ท) เลขที่ 143, 143/1-26 หมู่ 12 ตำบลเขาพระ อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก รหัสไปรษณีย์ 26000

ผลการวิจัย

จากผลการเก็บข้อมูล Rocket Salad พบว่าต้นที่ปลูกในรางที่ 1, 2, 8 และรางที่ 9 ให้การเจริญเติบโตที่น้อยกว่าบริเวณต้นที่ปลูกในรางที่ 3, 4, 5, 6, และรางที่ 7 ที่อยู่ด้านในชั้นปลูก โดยเฉพาะการปลูก Rocket Salad ในรางปลูกที่ 6 ให้การเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนักสด ด้านความสูง และด้านความกว้างทรงพุ่มที่มากที่สุด คาดการณ์ว่าเกิดจากการได้รับแสงไม่เพียงพอ เนื่องจากรางปลูกที่ 1, 2, 8 และรางที่ 9 ตรงกับหัวและท้ายของความยาวหลอดไฟพอดีอาจทำให้ได้แสงไม่เพียงพอ

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของ Rocket Salad ที่อายุ 30 วัน

ตำแหน่ง รางปลูก	ตำแหน่ง ถ้วยปลูก	ต้นที่	น้ำหนักสด (ก.)	ความสูง (ซม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)
2	4	1	36	22	16
3	1	2	30	23	19
4	8	3	47	23	17
5	14	4	51	26	27
4	10	5	45	23	23
3	27	6	35	25	26
5	22	7	46	23	25
6	7	8	50	25	27
8	3	9	36	27	25
5	15	10	49	27	19
6	16	11	40	23	26
7	28	12	47	24	20
6	23	13	62	35	29
8	29	14	34	19	19
5	25	15	46	26	28

จากผลการเก็บข้อมูล Green Cos Lettuce พบว่าต้นที่ปลูกในรางที่ 6 หลุมปลูกที่ 24 และรางที่ 8 หลุมปลูกที่ 15 ให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูงต้นสูงที่สุด ต้นที่ปลูกในรางที่ 6 หลุมปลูกที่ 24 และรางที่ 5 หลุมปลูกที่ 29 ให้การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักต้นสูงที่สุด รางที่ 3 หลุมปลูกที่ 2 ให้การเจริญเติบโตทางด้านความกว้างทรงพุ่มสูงที่สุด

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของ Green Cos Lettuce ที่อายุ 30 วัน

ตำแหน่ง รางปลูก	ตำแหน่ง ถ้วยปลูก	ต้นที่	น้ำหนักสด (ก.)	ความสูง (ซม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)
2	5	1	68	19	21
3	2	2	70	18	23
4	9	3	60	17	21
5	7	4	67	17	20
3	13	5	62	16	20
2	18	6	56	18	21
4	24	7	67	17	19
5	29	8	75	16	20
7	4	9	57	16	20
6	7	10	70	16	19
8	15	11	57	20	20
6	19	12	67	18	17
6	24	13	76	20	20
7	28	14	61	17	19
8	22	15	58	17	19



ภาพที่ 2 โรงงานปลูกพืชด้วยแสงเทียม

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาพบว่าโรงเรือนปลูกพืชภายใต้แสงไฟสีขาวเหลืองที่มีความเข้มแสง 13,297.78 Lux. เปิดไฟ 10 ชม./วัน ภายใต้ความเร็วลมในชั้นปลูกที่ 1.55 m/s ที่ดูดอากาศเข้าจากหน้าชั้นปลูกและพัดออกไปทางท้ายชั้นปลูก อุณหภูมิประมาณ 25 °C ความชื้นประมาณ 63 - 72 % CO₂ ภายในห้องปลูก 876 - 942 ppm เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ ต้น Rocket Salad และ Green Cos Lettuce ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ahmed et al. (2020) ได้ศึกษาและพัฒนาเพื่อปรับปรุงการไหลเวียนของอากาศใน plant factory โดยการติดตั้งระบบพัดลมแบบ multi-fan ในชั้นปลูก โดยติดตั้งพัดลมไว้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของชั้นเพาะปลูกพืชเพื่อสร้างกระแสลมจากทิศทางแนวอนสองทิศทางที่ตรงข้ามกัน โดยความเร็วลมหน้าพัดลมอยู่ที่ 1.6 m/s พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้การติดตั้งพัดลมทั้งแบบด้านหน้าและด้านหลังของชั้นเพาะปลูกดูดลมเข้ามาภายใน หรือ ด้านหน้าเป็นพัดลมดูดลมเข้าและด้านหลังเป็นพัดลมที่ดูดอากาศออกจากชั้นปลูก หรือ ทั้งด้านหน้าและด้านหลังเป็นดูดอากาศออกจากชั้นปลูก ไม่พบอาการใบไหม้ที่ปลายใบของผักกาดหอมเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกผักกาดหอมโดยไม่ติดตั้งพัดลมที่พบอาการใบไหม้เกิดขึ้น ในการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองปลูกภายใต้แสงสีขาวเหลืองเพียงแสงเดียว จึงอาจยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ว่าแสงใดเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้น Rocket Salad และ Green Cos Lettuce มากกว่ากัน โดย Shimizu et al. (2011) ศึกษาผลของแสงที่ได้จากคุณภาพแสงต่างๆ ที่ได้จากการรวมกันของ LED สีน้ำเงิน เขียว แดง ต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การเจริญเติบโตและลักษณะรูปร่างของผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L “Greenwave”.) เปรียบเทียบกับการปลูกภายใต้หลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยให้แสง 16 ชม./วัน ภายใต้อุณหภูมิ 18-25 °C พบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของผักกาดหอมมีค่ามากกว่าในแสงสีแดงสีเขียวและแสงผสมที่มี LED สีแดงและสีน้ำเงิน ความยาวลำต้นเพิ่มขึ้นในการปลูกภายใต้แสงสีแดงและสีน้ำเงินแบบสีเขียว และลดลงในแสงผสม นอกจากนี้ยังพบว่าหากปลูกผักกาดหอม

ภายใต้สีแดงแบบสีแดงและแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ส่งผลให้น้ำหนักสดเพิ่มขึ้น Veremeichik et al. (2023) ศึกษาแสงที่ส่งผลต่อสารสำคัญ เช่น ฟลาโวนอยด์ ในพืช *Eruca sativa* (arugula) พบว่าแหล่งกำเนิดแสงเทียมที่มีความเข้มสูง 1,000 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (ยกเว้น warm white) ส่งผลให้ผลผลิตฟลาโวนอยด์เพิ่มขึ้นเกือบ 20 เท่า แหล่งกำเนิดสีแดงเมื่อเปรียบเทียบกับแสงสีขาวมีผลต่อการเพิ่มแอนโทไซยานินไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบแสงสีแดงผสมน้ำเงิน เพิ่มปริมาณแอนโทไซยานินและผลผลิตของพืช *E. sativa* มากกว่าสิบเท่าเมื่อเทียบกับแสงสีขาว

สรุปผล

โรงเรือนปลูกพืชภายใต้แสงไฟสีขาวเหลืองที่มีความเข้มแสง 13,297.78 Lux. เปิดไฟ 10 ชม./วัน ภายใต้ความเร็วลมในชั้นปลูกที่ 1.55 m/s ที่ดูดอากาศเข้าจากหน้าชั้นปลูกและพัดออกไปทางท้ายชั้นปลูก อุณหภูมิประมาณ 25 °C ความชื้นประมาณ 63 - 72 % CO₂ ภายในห้องปลูก 876 - 942 ppm พบว่าการปลูกในรางที่ 1, 2, 8 และรางที่ 9 ให้การเจริญเติบโตที่น้อยกว่าบริเวณต้นที่ปลูกในรางที่ 3, 4, 5, 6, และรางที่ 7 ที่อยู่ด้านในชั้นปลูก อาจแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนทิศทางในการติดตั้งหลอดไฟเพื่อให้แสงกระจายไปยังรางที่ 1, 2, 8 และ 9 ให้มากขึ้น ทั้งนี้ระยะห่างและตำแหน่งในการติดตั้งหลอดไฟต้องขึ้นกับความเข้มแสงที่ตกกระทบลงบริเวณต้นพืชว่าเพียงพอต่อการเจริญเติบโตหรือไม่ หรือการปรับให้ความเข้มแสงที่ตกกระทบในรางที่ 1, 2, 8 และ 9 ให้เท่ากับ ความเข้มแสงที่ตกกระทบในรางที่ 3, 4, 5, 6, และ 7 เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นที่ปลูกรอบนอกและเพื่อเพิ่มผลผลิต ในส่วนของความเร็วลมในชั้นปลูก อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณ CO₂ ถือว่าเหมาะสมและเพียงพอต่อการเจริญเติบโต โดยภาพรวมโรงเรือนปลูกพืชนี้เหมาะสมต่อการปลูก Rocket Salad และ Green Cos Lettuce และอาจเหมาะสมต่อการปลูกผักสลัดชนิดอื่นๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. ม.ป.ป.. สถานภาพตลาดอุตสาหกรรม Plant Factory และทิศทางการวิจัยที่เกี่ยวข้อง. แหล่งข้อมูล: <https://www.nectec.or.th/sectionFileDownload/15016>.
ค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566.
- สดุดี วรรณพัฒน์. 2547. การปรับตัวของพืช. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- โอนมา ดงแสนสุข. 2560. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชต่อสภาพแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อภิพรรณ พุกภักดี, เอ็จ สโรบล, จินดารัฐ วีระวุฒิ, พร รุ่งแจ้ง, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, อัมพร สุวรรณเมฆ, อิศรา สุขสถาน, และ จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2541. หลักการผลิตพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

- Ahmed, H.A., Yu-xin, T., and Qi-chang, Y. (2020). Lettuce plant growth and tipburn occurrence as affected by airflow using a multi-fan system in a plant factory with artificial light. *Journal of Thermal Biology*, 88: 1-12.
- Ducruet, J.M., Peeva, V., and Havaux, M. 2007. Chlorophyll thermofluorescence and thermoluminescence as complementary tools for the study of temperature stress in plants. *Photosynthesis Research*, 93 : 159-171.
- Hayashi, E. 2020. Selected PFALs in Japan. *Plant Factory (Second Edition), An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production*. 437-454.
- Shimizu, H., Saito, Y., Nakashima, H., Miyasaka, J., and Ohdoi, K. 2011. Light Environment Optimization for Lettuce Growth in Plant Factory. *IFAC Proceedings Volumes*, 44 (1): 605-609.
- Veremeichik, G.N., Grigorochuk, V.P., Makhazen, D.S., Subbotin, E.P., Kholin, A.S., Subbotina, N.I., Bulgakov, D.V., Kulchin, Y.N., Bulgakov, V.P. 2023. High production of flavonols and anthocyanins in *Eruca sativa* (Mill) Thell plants at high artificial LED light intensities. *Food Chemistry*, 408: 135216.

ผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตสเด็กซ์ทรินต่อคุณภาพถั่วเหลืองผง

ด้วยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย

Effect of Temperature and Maltodextrins on Soybean Power Quality with Spray Drying Method

ปัทมพร วาสนาเจริญ^{1*} สุพรรณณี เป็งคำ¹ โสพิศ ใจपालะ¹

Pattamaporn Vassanacharoen^{1*} Supanee Paengkham¹ Sopit Jaipala¹

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

การวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตสเด็กซ์ทรินต่อคุณภาพถั่วเหลืองผงเพื่อหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการแปรรูปถั่วเหลืองด้วยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การศึกษาอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เหมาะสม วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ สารละลายน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนระหว่างเมล็ดถั่วเหลือง (กิโลกรัม) กับน้ำ (ลิตร) 1:3 และ 1:5 อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 160 180 และ 200 องศาเซลเซียส พบว่า ได้กรรมวิธีที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบในขั้นตอนที่ 2 จำนวน 2 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 น้ำนมถั่วเหลืองอัตราส่วนเมล็ดต่อน้ำ 1:3 อุณหภูมิขาเข้า 180 องศาเซลเซียส และกรรมวิธีที่ 2 น้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนเมล็ดต่อน้ำ 1:5 อุณหภูมิขาเข้า 200 องศาเซลเซียส และ 2) ศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่เหมาะสม วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 12 กรรมวิธี คือ น้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนเมล็ดต่อน้ำ 1:3 อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 180 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณมอลโตเด็กซ์ทริน 0 5 10 15 20 และ 25 กรัม และน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนเมล็ดต่อน้ำ 1:5 อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 180 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณมอลโตเด็กซ์ทริน 0 5 10 15 20 และ 25 กรัม พบว่า การแปรรูปถั่วเหลืองผงโดยใช้น้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนระหว่างเมล็ดถั่วเหลือง (กิโลกรัม) กับน้ำ (ลิตร) ที่ 1:3 อุณหภูมิขาเข้า 180 องศาเซลเซียส ปริมาณมอลโตเด็กซ์ทริน 10 กรัม เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุด โดยให้ปริมาณผงถั่วเหลืองในปริมาณสูงกว่า 100 กรัม/ลิตร และมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และ น้ำตาลรวม สูงกว่าค่าเฉลี่ย

คำสำคัญ : ถั่วเหลืองผง การอบแห้งแบบพ่นฝอย มอลโตสเด็กซ์ทริน ถั่วเหลือง

Abstract

This study was to investigate the effect of temperature and maltodextrin content on the quality of soybean powder. To determine the appropriate process for processing soybean powder by spray drying method. The experiment consisted of 2 parts as follows: First, study on the appropriate inlet temperature, the experimental design in CRD with 4 replications of 6 treatments: soybean milk solution at the ratio between soybeans (kg) and water (liters) 1:3 and 1:5, which were treated with the inlet temperature of 160, 180 and 200 °C. The result showed that 2 treatments were suitable for testing in part 2, 1) soybean milk solution with seed-to-water ratio of 1:3, inlet temperature 180 °C, and 2) soybean milk solution with seed-to-water ratio of 1:5, inlet temperature 200 °C. And second, to study the appropriate amount of maltodextrin. The experimental design in CRD with 4 replications of 12 treatments: soybean milk solution with seed-to-water ratio of 1:3, inlet temperature 180 °C with maltodextrin content of 0, 5, 10, 15, 20, and 25 g and soybean milk solution with seed-to-water ratio of 1:5, inlet temperature 200 °C with maltodextrin content of 0, 5, 10, 15, 20 and 25 g. It was found that soybean milk solution with seed-to-water ratio of 1:3, inlet temperature of 180 °C with maltodextrin content of 10 g is the most suitable method for soybean powder processing. The content of soybean powder was higher than 100 g/l and the protein, fat and total sugar content were higher than average.

Keywords : soybean powder, spray drying, maltodextrin, soybean

บทนำ

น้ำนมถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากถั่วเหลืองที่ให้คุณค่าทางโภชนาการที่สูง มีปริมาณโปรตีนที่สูงใกล้เคียงกับน้ำนมสัตว์แต่มีปริมาณไขมันน้อยกว่า ได้รับความนิยมนจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคเพื่อสุขภาพ น้ำนมถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปอยู่ในรูปของเหลวบรรจุในภาชนะขวดพลาสติกหรือขวดแก้วที่มีการฆ่าเชื้อแล้วซึ่งมีน้ำหนักและปริมาณมากไม่สะดวกและเพิ่มค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เมื่อเปิดรับประทานแล้วต้องบริโภคให้หมดและต้องแช่ในตู้เย็นเพื่อป้องกันการบูด เสีย ที่เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ วิธีการยืดอายุผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการผลิตและจำหน่าย ซึ่งวิธีการแปรรูปน้ำนมถั่วเหลืองให้อยู่ในสภาพผงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถจะยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพคงเดิมหรือใกล้เคียงกับสภาพสดมาก (มาฤดี และคณะ, 2556) เมื่อนำมาใช้ในการผลิตเป็นผงถั่วเหลืองทำให้ไม่มีกลิ่นฉุน ถั่ว สะดวกต่อการนำไปบริโภค สามารถขยละลายคืนรูปได้สะดวก มีความสะดวกและลดต้นทุนในการขนส่ง การทำให้แห้งแบบพ่นฝอย (spray drying) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงถั่วเหลืองที่ได้ให้กลิ่น รสชาติ สีส และไม่มีกากผง ดีกว่าวิธีการบดละเอียด (Micro-milling) (ถิรนนท์ และคณะ, 2546) วิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นวิธีการ

อบแห้งโดยใช้หลักการทำให้ของเหลวกลายเป็นละอองเมื่อของเหลวสัมผัสกับกระแสลมร้อนภายในห้องอบแห้งทำให้น้ำในของเหลวระเหยออกไปอย่างรวดเร็วผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้มีลักษณะเป็นผงแห้งมีความชื้นต่ำตกลงสู่ภาชนะรองรับด้านล่างบางส่วนที่รวมอยู่กับลมร้อนจะถูกแยกออกด้วยระบบแยก ในการทำแห้งแบบพ่นฝอย การควบคุมปัจจัยของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าและปริมาณสารช่วยทำให้แห้งที่ระดับที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพผงที่ได้และประสิทธิภาพในการทำแห้ง โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการศึกษาผลของอัตราความเข้มข้นของสารละลาย อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณสารมอลโตเด็คซ์ตรินในการทำแห้ง ต่อคุณภาพทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผงถั่วเหลือง เพื่อให้คงคุณค่าทางโภชนาการไว้ได้อย่างครบถ้วน สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองผงสำหรับใช้เป็นส่วนประกอบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายรูปแบบ เช่น เครื่องดื่มทดแทนน้ำเต้าหู้สด ส่วนผสมในเครื่องดื่มและอาหารทดแทนนม แห้งโปรตีนจากพืชในกลุ่มผู้ไม่บริโภคผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์ทดแทนแป้งอเนกประสงค์หรือแป้งสาลี เป็นต้น เป็นการเพิ่มมูลค่าและทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค สะดวกต่อการพกพานำไปใช้ประโยชน์และกระจายผลิตภัณฑ์ไปสู่ผู้บริโภคที่อยู่ในสถานที่ต่าง ๆ ได้ง่าย ตลอดจนสามารถพัฒนาต่อไปเป็นธุรกิจชุมชนและระดับประเทศได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปถั่วเหลืองผง

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ อุณหภูมิขาเข้า จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ อุณหภูมิ 160 180 และ 200 องศาเซลเซียส ในน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนระหว่างเมล็ดถั่วเหลือง (กิโลกรัม) กับน้ำ (ลิตร) 1:3 และ 1:5 นำน้ำนมถั่วเหลืองตัวอย่างละ 350 มิลลิตร มาทำให้แห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตามกรรมวิธี ทำการคัดเลือกอุณหภูมิขาเข้าที่เหมาะสมในน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตรา 1:3 และ 1:5 อย่างละ 1 ระดับอุณหภูมิ สำหรับการทดสอบในขั้นตอนที่ 2

การบันทึกผล

1. ปริมาณโปรตีนในผงถั่วเหลืองและสารละลายน้ำนมถั่วเหลือง
2. ปริมาณไขมันในผงถั่วเหลืองและสารละลายน้ำนมถั่วเหลือง
3. ความชื้นของผงถั่วเหลือง
4. น้ำหนักแห้งของผงถั่วเหลืองที่ความชื้นร้อยละ 5
5. สีของผงถั่วเหลือง

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปถั่วเหลืองผง

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 12 กรรมวิธี คือ น้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 1:3 ที่มีปริมาณมอลโตเด็คซ์ตริน 0 5 10 15 20 และ 25 กรัม และน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 1:5 ที่มีปริมาณมอลโตเด็คซ์ตริน 0 5 10 15 20 และ 25 กรัม นำตัวอย่างน้ำนมถั่วเหลืองที่ผสมสารมอลโตเด็คซ์ตรินตามปริมาณที่กำหนดไว้ในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 350 มิลลิตรกวนให้ละลายในอ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนละลายเป็น

เนื้อเดียวกัน จากนั้นนำน้ำนมถั่วเหลืองที่ผสมมอลโตเด็กซ์ทรินมาทำให้แห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยตามระดับกรรมวิธีที่ทำการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 1

การบันทึกผล

1. ปริมาณโปรตีนในผงถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลือง
2. ปริมาณไขมันในผงถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลือง
3. ปริมาณน้ำตาลรวม (Total sugar) ในผงถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลือง
4. ค่าของแข็งในน้ำนมถั่วเหลือง
5. ความชื้นของผงถั่วเหลือง
6. น้ำหนักแห้งของผงถั่วเหลืองที่ความชื้นร้อยละ 5
7. สีของผงถั่วเหลือง

ผลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปถั่วเหลืองผง

จากการศึกษาอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปถั่วเหลืองผง โดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ใช้อุณหภูมิ 160 และ 180 องศาเซลเซียส อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำนมถั่วเหลืองที่ 1:3 และ 1:5 กำหนดอุณหภูมิขาออกที่ 80 องศาเซลเซียส อัตราการป้อนช่วง 14-17 มิลลิตรต่อนาที พบว่า ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการแปรรูปถั่วเหลืองผงแตกต่างกันในแต่ละความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิลมร้อนขาเข้ามีผลต่อ ความชื้นผง น้ำหนักแห้งผงที่ความชื้นร้อยละ 5 และ ปริมาณผลผลิต ผงถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่สูงขึ้นมีผลต่อการลดลงของความชื้นของผงในอัตราแปรผันตาม ที่อุณหภูมิสูงทำให้การระเหยน้ำเกิดขึ้นได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ความชื้นผงที่ได้ ต่ำกว่าที่อุณหภูมิต่ำในทั้งสองความเข้มข้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.4-5.6 % และ 6.3-7.5 % ที่ความเข้มข้น 1:3 และ 1:5 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

น้ำนมถั่วเหลืองความเข้มข้น 1:3 ให้น้ำปริมาณหนักแห้งผงที่ความชื้นร้อยละ 5 และผลผลิตผงถั่วเหลืองสูงกว่าน้ำนมถั่วเหลืองอัตรา 1:5 ทุกระดับอุณหภูมิ ซึ่งสัมพันธ์กับค่าปริมาณของแข็งในสารละลาย โดยน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตรา 1:3 มีค่าของแข็งในสารละลายเท่ากับร้อยละ 12 มากกว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตรา 1:5 ที่เท่ากับร้อยละ 8 ในกรรมวิธีความเข้มข้น 1:3 อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส มีปริมาณหนักแห้งผงที่ความชื้นร้อยละ 5 และ ผงถั่วเหลืองสูงสุดเท่ากับ 24.25 กรัม/350 มิลลิลิตร และ 69.28 กรัม/1 ลิตร รองลงมาได้แก่ อัตรา 1:3 อุณหภูมิ 160 และ 200 องศาเซลเซียส เท่ากับ 22.40 กรัม/350 มิลลิลิตร 63.99 และ 21.99 กรัม/350 มิลลิลิตร และ 62.56 กรัม/1 ลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

คุณค่าทางโภชนาการของผงถั่วเหลือง พบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลให้ปริมาณโปรตีนและไขมันในผงถั่วเหลืองลดลง ปริมาณโปรตีนในผงถั่วเหลืองมีค่าสูงกว่าโปรตีนในน้ำนมถั่วเหลือง 10 เท่า ปริมาณโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 47.25 กรัม/100 กรัม โดยกรรมวิธีน้ำนมถั่วเหลืองความเข้มข้น 1:3 อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

มีปริมาณโปรตีนสูงสุดเท่ากับ 48.51 กรัม/100 กรัม กรรมวิธีนํ้านมถั่วเหลืองความเข้มข้น 1:5 อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส มีปริมาณโปรตีนต่ำสุดเท่ากับ 47.2 กรัม/100 กรัม ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ตารางที่ 1)

ปริมาณไขมันในผงถั่วเหลืองมีค่าสูงกว่าไขมันในนํ้านมถั่วเหลือง 12 เท่า ปริมาณไขมันเฉลี่ยเท่ากับ 21.02 กรัม/100 กรัม กรรมวิธีนํ้านมถั่วเหลืองความเข้มข้น 1:3 อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส มีปริมาณไขมันสูงสุด เท่ากับ 21.66 กรัม/100 กรัม กรรมวิธีนํ้านมถั่วเหลืองความเข้มข้น 1:5 อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส มีปริมาณไขมันต่ำสุดเท่ากับ 20.01 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ตารางที่ 1)

สีของผงถั่วเหลืองที่ได้มีสีขาว-เหลือง รหัสสี WHITE NN155ความเข้มสีระดับ A-B และไม่แตกต่างจากสีของนํ้านมถั่วเหลือง (ตารางที่ 1 และ 2)

จากการศึกษาอุณหภูมิผลร้อนชาเข้าที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปถั่วเหลืองผง ได้กรรมวิธีที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบในขั้นตอนที่ 2 จำนวน 2 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 นํ้านมถั่วเหลืองอัตราส่วนเมล็ดต่อนํ้า 1:3 อุณหภูมิขาเข้า 180 องศาเซลเซียส และกรรมวิธีที่ 2 นํ้านมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนเมล็ดต่อนํ้า 1:5 อุณหภูมิขาเข้า 200 องศาเซลเซียส โดยทั้ง 2 กรรมวิธีมีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงสุดที่แต่ละอัตราส่วนความเข้มข้นของสารละลาย

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปถั่วเหลืองผง

จากการศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปถั่วเหลืองผงโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้กรรมวิธีที่คัดเลือกจากการทดสอบในขั้นตอนที่ 1 กำหนดอุณหภูมิขาออกที่ 80 องศาเซลเซียส อัตราการป้อนช่วง 14-17 มิลลิตรต่อนาที พบว่า

อุณหภูมิขาเข้าและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินมีผลต่อปริมาณความชื้น น้ำหนักผงที่ความชื้นร้อยละ 5 และน้ำหนักผงถั่วเหลือง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิขาเข้าและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน พบว่า ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ความชื้นของผงถั่วเหลืองที่ได้เพิ่มขึ้น โดยความชื้นผงที่ได้สูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่เติมมอลโตเด็กซ์ตริน นํ้านมถั่วเหลืองที่ความเข้มข้น 1:5 มีปริมาณความชื้นผงสูงกว่าที่ความเข้มข้น 1:3 เมื่อเปรียบเทียบในกรรมวิธีที่เติมมอลโตเด็กซ์ตริน กรรมวิธีอัตราส่วน 1:3 อุณหภูมิขาเข้า 180 องศาเซลเซียส มอลโตเด็กซ์ตริน 10 กรัม และ มอลโตเด็กซ์ตริน 15 กรัม มีความชื้นผงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 4.88 และ 4.90 (ตารางที่ 3)

การเพิ่มของปริมาณปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินมีผลให้นํ้าหนักผงที่ความชื้นร้อยละ 5 และน้ำหนักผงถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นตามอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในอัตราแปรผันตาม เมื่อเปรียบเทียบที่ระดับความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตรินระดับเดียวกัน พบว่า กรรมวิธีความเข้มข้น 1:3 มีปริมาณผงที่ความชื้นร้อยละ 5 และน้ำหนักผงถั่วเหลืองสูงกว่าที่กรรมวิธีความเข้มข้น 1:5 เนื่องจากที่นํ้านมถั่วเหลืองที่ความเข้มข้น 1:3 มีปริมาณของแข็งในสารละลายสูงกว่าที่ความเข้มข้น 1:5 ในกรรมวิธีความเข้มข้น 1:3 ทุกระดับของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ปริมาณผงถั่วเหลืองที่ความชื้นร้อยละ 5 และน้ำหนักผงถั่วเหลืองที่ได้สูงกว่าค่าเฉลี่ยที่ 35.40 กรัม/350 มิลลิตร และ 101.13 กรัม/ลิตร ตามลำดับ แต่ในกรรมวิธีความเข้มข้น 1:5 ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินต่ำกว่า 15 กรัม

ทำให้ปริมาณผงถั่วเหลืองที่ความชื้นร้อยละ 5 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (35.40 กรัม/350 มิลลิลิตร) และในทุกระดับของปริมาณมอลโตสเด็กซ์ทรินน้ำหนักผงถั่วเหลืองที่ได้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (101.13 กรัม/ลิตร) (ตารางที่ 3 และ 4)

คุณค่าทางโภชนาการของผงถั่วเหลือง พบว่า ปริมาณมอลโตสเด็กซ์ทรินและอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลให้ปริมาณโปรตีนและไขมันในผงถั่วเหลืองลดลง การเติมมอลโตสเด็กซ์ทรินมากกว่า 15 กรัม ในน้ำนมถั่วเหลืองความเข้มข้น 1:3 และมากกว่า 10 กรัม ในน้ำนมถั่วเหลืองความเข้มข้น 1:5 ทำให้ปริมาณโปรตีนในผงถั่วเหลืองต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (36.47 กรัม/100 กรัม) ในส่วนของปริมาณไขมันในผงถั่วเหลืองพบว่ามีแนวโน้มเดียวการลดลงในทิศทางเดียวกันกับปริมาณโปรตีน โดยที่ความเข้มข้น 1:3 และการเติมมอลโตสเด็กซ์ทรินมากกว่า 20 กรัม และที่ความเข้มข้น 1:5 การเติมมอลโตสเด็กซ์ทรินมากกว่า 10 กรัม ทำให้ปริมาณไขมันในผงถั่วเหลืองต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (14.25 กรัม/100 กรัม) แต่กลับพบว่าปริมาณมอลโตสเด็กซ์ทรินและอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลให้ปริมาณน้ำตาลรวมสูงขึ้นในทุกกรรมวิธีเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่เติมมอลโตสเด็กซ์ทริน ปริมาณน้ำตาลรวมในผงถั่วเหลืองแปรผันตามปริมาณมอลโตสเด็กซ์ทริน การเติมมอลโตสเด็กซ์ทรินมากกว่า 10 กรัม ในน้ำนมถั่วเหลืองความเข้มข้น 1:3 และ 1:5 ทำให้ปริมาณน้ำตาลรวมในผงถั่วเหลืองใกล้เคียงและสูงกว่าค่าเฉลี่ย (17.49 กรัม/100 กรัม) (ตารางที่ 5)

สีของผงถั่วเหลืองที่ได้มีสีขาว-เหลือง รหัสสี WHITE NN155 ความเข้มสีระดับ B-D ไม่แตกต่างจากสีของน้ำนมถั่วเหลือง ยกเว้นในกรรมวิธีความเข้มข้น 1:3 อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส มอลโตสเด็กซ์ทริน 10 กรัม มีสีเหลือง-ขาว รหัสสี Yellow-White 158 ความเข้มสีระดับ C และกรรมวิธีความเข้มข้น 1:5 อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มอลโตสเด็กซ์ทริน 5 กรัม มีสีส้ม-ขาวรหัสสี Orange-White 159 ความเข้มสีระดับ D (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 1 ความชื้น น้ำหนักแห้งที่ความชื้นร้อยละ 5 สี และคุณค่าทางโภชนาการของผงถั่วเหลืองหลังการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 160 180 และ 200 องศาเซลเซียส ในน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนเมล็ด (กิโลกรัม) ต่อ น้ำ (ลิตร) 1:3 และ 1:5

กรรมวิธี	ความชื้น (%)	น้ำหนักผง	น้ำหนักผง	สี	โปรตีน	ไขมัน
		ต่อ 350 มล. (กรัม/ 350 มล.)	ต่อ 1 ลิตร (กรัม/ 1 ลิตร)		(กรัม/ 100กรัม)	(กรัม/100 กรัม)
อัตราส่วน 1:3 + 160 °C	5.59cd	22.40a	64.0	WHITE NN155 A	47.96	21.66
อัตราส่วน 1:3 + 180 °C	5.43d	24.25a	69.3	WHITE NN155 A-B	48.51	21.06
อัตราส่วน 1:3 + 200 °C	5.49d	21.99a	62.8	WHITE NN155 A	44.77	20.90
อัตราส่วน 1:5 + 160 °C	7.52a	15.29b	43.7	WHITE NN155 A	47.26	21.10
อัตราส่วน 1:5 + 180 °C	6.79b	15.43b	44.1	WHITE NN155 A	47.20	20.01
อัตราส่วน 1:5 + 200 °C	6.24bc	15.49b	44.3	WHITE NN155 B	47.81	21.39
เฉลี่ย	6.18	18.49	54.7	WHITE NN155 A-B	47.25	21.02
F-Test	**	**	**	ns		

ตารางที่ 2 โปรตีน ไขมัน และสี ของน้ำมันถั่วเหลืองที่อัตราส่วนเมล็ด (กิโลกรัม) ต่อน้ำ (ลิตร) 1:3 และ 1:5

กรรมวิธี	โปรตีน	ไขมัน	สี
	(กรัม/100 กรัม)	(กรัม/100 กรัม)	
น้ำมันถั่วเหลือง อัตรา 1:3	5.33	1.33	WHITE NN155 A-B
น้ำมันถั่วเหลือง อัตรา 1:5	4.19	1.44	WHITE NN155 A-B
เฉลี่ย	4.76	1.39	WHITE NN155 A-B

ตารางที่ 3 ความชื้น น้ำหนักแห้งที่ความชื้นร้อยละ 5 และสีของผงถั่วเหลืองหลังการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ในน้ำมันถั่วเหลืองที่อัตราส่วนเมล็ด (กิโลกรัม) ต่อน้ำ (ลิตร) 1:3 และ 1:5 ที่มีปริมาณสารมอลโตสเด็คตริน 0 5 10 15 20 และ 25 กรัม

กรรมวิธี	ความชื้น	น้ำหนักผง ต่อ 350 มล	น้ำหนักผง ต่อ 1 ลิตร	สี
	(%)	(กรัม/350 มล.)	(กรัม/1 ลิตร)	
อัตราส่วน 1:3+180°C +0 กรัม	4.36a	36.03e	102.94e	WHITE NN155 B
อัตราส่วน 1:3+180°C +5 กรัม	5.15d	35.83e	102.36e	WHITE NN155 D
อัตราส่วน 1:3+180°C +10 กรัม	4.88c	38.55c	110.15c	WHITE NN155 D
อัตราส่วน 1:3+180°C +15 กรัม	4.9b	38.49c	109.98c	Yellow-White 158 C
อัตราส่วน 1:3+180°C +20 กรัม	5.42f	41.38b	118.22b	WHITE NN155 D
อัตราส่วน 1:3+180°C +25 กรัม	5.33ef	46.51a	132.89a	WHITE NN155 B
อัตราส่วน 1:5+200°C +0 กรัม	4.96c	25.88j	73.92j	WHITE NN155 D
อัตราส่วน 1:5+200°C +5 กรัม	5.31e	27.13i	77.52i	Orange White 159 D
อัตราส่วน 1:5+200°C +10 กรัม	5.08d	29.74h	84.96h	WHITE NN155 D
อัตราส่วน 1:5+200°C +15 กรัม	5.67g	32.96g	94.17g	WHITE NN155 B
อัตราส่วน 1:5+200°C +20 กรัม	5.0d	37.96d	108.46d	WHITE NN155 B
อัตราส่วน 1:5+200°C +25 กรัม	5.35ef	34.29f	97.97f	WHITE NN155 B
เฉลี่ย	5.12	35.40	101.13	WHITE NN155 A-B
F-Test	**	**	**	

ตารางที่ 4 โปรตีน ไขมัน น้ำตาลรวม และค่าของแข็งในสารละลาย ของน้ำมันถั่วเหลืองที่อัตราส่วนเมล็ด (กิโลกรัม) ต่อน้ำ (ลิตร) 1:3 และ 1:5

กรรมวิธี	โปรตีน	ไขมัน	น้ำตาลรวม	ค่าของแข็งใน สารละลาย
	(กรัม/100 กรัม)	(กรัม/100 กรัม)	(กรัม/100 กรัม)	(%)
น้ำมันถั่วเหลือง อัตรา 1:3+180°C	6.84	1.33	1.08	12.0
น้ำมันถั่วเหลือง อัตรา 1:5+200°C	4.72	1.44	0.29	8.2
เฉลี่ย	5.78	1.39	0.69	10.1

ตารางที่ 5 โพรตีน ไขมัน และน้ำตาลรวม ของผงถั่วเหลืองหลังการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย
 ในน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนเมล็ด (กิโลกรัม) ต่อน้ำ (ลิตร) 1:3 และ 1:5 ที่ปริมาณสารมอลโตสเด็กซ์
 ตริน 0 5 10 15 20 และ 25 กรัม

กรรมวิธี	โปรตีน	ไขมัน	น้ำตาลรวม
	(กรัม/100 กรัม)	(กรัม/100 กรัม)	(กรัม/100 กรัม)
อัตราส่วน 1:3+180°C +0 กรัม	47.82	18.49	7.64
อัตราส่วน 1:3+180°C +5 กรัม	41.74	17.95	11.39
อัตราส่วน 1:3+180°C +10 กรัม	39.69	16.97	19.78
อัตราส่วน 1:3+180°C +15 กรัม	35.5	17.38	17.37
อัตราส่วน 1:3+180°C +20 กรัม	31.35	14.07	20.8
อัตราส่วน 1:3+180°C +25 กรัม	29.03	9.53	24.54
อัตราส่วน 1:5+200°C +0 กรัม	46.62	14.07	7.81
อัตราส่วน 1:5+200°C +5 กรัม	41.52	13.7	13.74
อัตราส่วน 1:5+200°C +10 กรัม	35.01	14.38	17.68
อัตราส่วน 1:5+200°C +15 กรัม	33.27	13.89	21.85
อัตราส่วน 1:5+200°C +20 กรัม	29.69	11.25	21.22
อัตราส่วน 1:5+200°C +25 กรัม	26.4	9.28	26.11
เฉลี่ย	36.47	14.25	17.49

วิจารณ์ผล

ในการทำแห้งแบบพ่นฝอยถั่วเหลืองผง อุณหภูมิและปริมาณมอลโตสเด็กซ์ตรินที่ใช้มีผลต่อคุณภาพและปริมาณผงถั่วเหลืองที่ได้ โดยที่อุณหภูมิร้อนขาเข้าและปริมาณมอลโตสเด็กซ์ตรินที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณผงถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นตาม โดยสอดคล้องกับ Wong et al. (2017) พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิร้อนขาเข้ามีผลให้การถ่ายเทความร้อนและมวลที่ดีขึ้นและปริมาณมอลโตสเด็กซ์ตรินในส่วนผสมมีความเข้มข้นสูงขึ้น มีผลให้ปริมาณ solid recovery เพิ่มขึ้นช่วยลดการสูญเสียของผงที่ตกค้างจากการเกาะติดผนังในห้องทำแห้ง (drying chamber) ได้ ทำให้ปริมาณผงเพิ่มขึ้น แต่ที่อุณหภูมิร้อนขาเข้าที่สูงเกินค่าอุณหภูมิสถานะคล้ายแก้วของผลิตภัณฑ์ผง (glass transition temperature, T_g) และปริมาณมอลโตสเด็กซ์ตรินที่สูงเกิน มีผลให้ solid recovery ลดลง เกิดการสูญเสียของผงที่ตกค้างมากขึ้น เนื่องมาจากส่วนผสมมีความเหนียวมากเกินไปเกิดเป็นคราบเหนียวแห้งและแข็งเกาะในห้องอบแห้ง (Fazaeli et al., 2012; Tonon et al., 2008; Chong and Wong, 2015;)

ด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ปริมาณมอลโตสเด็กซ์ตรินและอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลให้ปริมาณโปรตีนและไขมันในผงถั่วเหลืองลดลง เนื่องจากว่าในการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่มีการเติมมอลโตสเด็กซ์ตริน ในขั้นตอนการละลายมอลโตสเด็กซ์ตรินนั้นต้องใช้ความร้อนช่วยในการละลายโดยการแช่ภาชนะบรรจุ น้ำนมถั่วเหลืองในอ่างควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 60-70 องศาเซลเซียส ประกอบกับกรรมวิธีที่มีปริมาณสารมอลโตสเด็กซ์ตรินที่มากต้องใช้เวลาในการละลายที่นานขึ้น ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพและสลายตัวของโปรตีนและไขมันในผงถั่วเหลือง ซึ่ง

สอดคล้องกับ Fennema (1976) รายงานว่าความร้อนที่ใช้ในกระบวนการทำให้แห้งในผลิตภัณฑ์อาหารมีผลต่อการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ โดยโปรตีนเริ่มเสียสภาพเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 50 องศาเซลเซียส และโปรตีนบางชนิดมีการจับตัวเป็นก้อนลิม

สรุปผล

การแปรรูปถั่วเหลืองผงด้วยวิธีการอบแห้งแบบแบบพ่นฝอย พบว่า อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าและปริมาณมอลโตสเด็กซ์ตรินมีผลต่อปริมาณและคุณภาพทางโภชนาการของผงถั่วเหลือง การใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าและปริมาณมอลโตสเด็กซ์ตรินที่สูงทำให้ผงที่ได้ โปรตีน และไขมันของผลิตภัณฑ์ลดลง การแปรรูปถั่วเหลืองผงโดยใช้น้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนระหว่างเมล็ดถั่วเหลือง (กิโลกรัม) กับน้ำ (ลิตร) ที่ 1:3 อุณหภูมิขาเข้า 180 องศาเซลเซียส ปริมาณมอลโตสเด็กซ์ตริน 10 กรัม เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุด โดยให้ปริมาณผงถั่วเหลืองในปริมาณสูงกว่า 100 กรัม/ลิตร และมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และ น้ำตาลรวม สูงกว่าค่าเฉลี่ย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตรและสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนบุคลากรและงบประมาณในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ถิรนนท์ คุณานพรัตน์ มณฑิรา นพรัตน์ สุวิช ศิริวัฒนาโยธิน และวลัยพร ศรีชุมพวง. 2546. การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคโนโลยีและทางเศรษฐศาสตร์ในการพัฒนากระบวนการผลิตนมถั่วเหลืองผงสำเร็จรูป. อาหาร: 33 (4) 299-307.
- มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ กรุณา วงษ์กระจ่าง นิสากร มีจั่น สยมพร ใจดี และสุวิสาส กาญจนพิมล. 2556. การผลิตเครื่องดื่มผงจากถั่วเหลืองและงาดำที่ผ่านการเพาะงอก. น. 545-550. ใน: ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6 1-4 เมษายน 2556. หัวหินแกรนด์ แอนด์พลาซ่า, ประจวบคีรีขันธ์.
- Chong, S. Y., and Wong, C. W. 2015. Production of Spray-Dried Sapodilla (M anilkara zapota) Powder from Enzyme- Aided Liquefied Puree. **Journal of Food Processing and Preservation**, 39(6), 2604-2611.
- Fazaeli, M., Emam-Djomeh, Z., Ashtari, A. K., and Omid, M. 2012. Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder. **Food and bioproducts processing**, 90(4), 667-675.
- Fennema, O. R. 1976. Principles of Food Science Part 1: **Food Chemistry**, Marcel Dekker Inc., New York, pp 347-461, 539-575.

- Tonon, R. V., Brabet, C., and Hubinger, M. D. 2008. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced by spray drying. **Journal of Food Engineering**, 88(3), 411-418.
- Wong, C. W., Teoh, C. Y., and Putri, C. E. 2017. Effect of enzymatic processing, inlet temperature, and maltodextrin concentration on the rheological and physicochemical properties of spray-dried banana (*Musa acuminata*) powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, 42(2).

การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั่นเม็ดสูตรผสม(HO)เพื่อเพิ่มผลผลิตและสารสำคัญของโหระพา
(*Ocimum basilicum* Linn.)

Development of Chemical and Granular Organic Fertilizer with
Hormone Mixed Formula (HO) for Productivity and Active Principle of
Ocimum basilicum Linn. (Sweet basil)

รณรงค์ คนชม^{1*} ภูมิศักดิ์ อินทนนท์¹ ขวลิต รักษาภิรมณ์¹

Ronnarong Konchom^{1*} Pumisak Intanon¹ Chawarit Rucksarikorn¹

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000

¹Department Agriculture, Faculty of Agriculture Natural Resource and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000

*Corresponding author E-mail : ronna3488@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั่นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่ส่งผลต่อคุณภาพผลผลิตของโหระพา และอิทธิพลของปุ๋ยต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน วางแผนการทดลองแบบ RCBD 6 กรรมวิธี โดยนำต้นกล้าโหระพาปลูกในแปลง แล้วใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี พบว่าหลังการทดลองกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั่นเม็ดสูตรผสม HO (กรรมวิธีที่ 4, 5 และ 6) ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุ (OM) และปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินให้ดีขึ้น ลดความหนาแน่นของดิน ความพรุนของดินเพิ่มขึ้น เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ และกลุ่มปุ๋ย HO มีธาตุอาหารรอง-เสริม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของโหระพาพบว่าในด้านความสูง ขนาดลำต้น และจำนวนกิ่ง ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) มีการเจริญเติบโตสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยขนาดทรงพุ่มในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แสดงผลสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ด้านผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ได้ผลผลิตสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ ผลการวิเคราะห์สารสำคัญยูจินอล และเมทิลยูจินอล พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดเหนือกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนกำไรสุทธิพบว่ากรรมวิธีที่ 2(204,040) และกรรมวิธีที่ 6(181,953) ให้ผลกำไรสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในด้านปุ๋ยที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผลผลิตคุณภาพปลอดภัยเป็นที่ต้องการของตลาด จึงควรใช้ปุ๋ย (HO-3) ในการผลิตโหระพาเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงดินให้สมบูรณ์ได้อย่างยั่งยืนอีกด้วย

คำสำคัญ : ปุ๋ยฮอร์โมนปั่นเม็ดสูตรผสม (HO) โหระพา ยูจินอล เมทิลยูจินอล

Abstract

The purpose of this research was to be development of mixed formulation hormone fertilizer (HO) for productivity and active principle of *Ocimum basilicum* Linn. Experiment was set up in RCBD with 6 treatments. The soil analysis after the experiment showed that 3 formulas of the HO group (HO-1, HO-2 and HO-3) had significantly improved the macronutrient, secondary and micronutrients content above other treatments. Not only organic matter (OM) and improved soil pH. Reduce soil density, Increase the porosity of the soil, Increase the ability to hold water and found that in the HO fertilizer group experiment significantly increased compared to other plots.

The influence of fertilizers on vegetative, yield and yield components of Sweet basil research found that in terms of the influence of fertilizers on growth. The yield and yield composition of sweet basil found that In terms of height, stem size, and number of branches, it was found that T6 (HO-3) and T2 (15-15-15) had the highest growth statistically significantly different from other treatments. The bush found that T2(15-15-15) showed a statistically significant difference with the other treatments. Yield (Kg./Rai) found that T2 (15-15-15), T6 (HO-3) had the highest yields with statistically significant differences from other treatments. % crude extract was found that the HO fertilizer group showed a statistically significant difference with the other treatments. The results of the analysis of the active substances Eugenol and Methyl eugenol showed T6 (HO-3) shows the highest effect over other treatments. As for the net profit of sweet basil production, it was found that the treatment that showed the highest results were T2 (204,040), T6 (181,943), Baht/Rai,

The results of the study, it was concluded that HO fertilizers, especially T6(HO-3), could improve soil structure. Improves soil conditions and increases micronutrients. and nutrients to the soil along with fertilizing therefore affecting the growth product and substance in *Ocimum basilicum* Linn. As for sweet basil, using T2 (15-15-15) fertilizer is the most profitable. However, when considering environmentally friendly fertilizers, yield quality is safe and the production is already in demand in both domestic and international markets. Therefore, fertilizers (HO-3) should be used in the production of sweet basil plants.

Keywords: Chemical and Granular Organic Fertilizer with Hormone Mixed Formula (HO), sweet basil, Eugenol, Methyl Eugenol

บทนำ

โหระพา (*Ocimum basilicum* Linn.) เป็นพืชผักสวนครัวเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ซึ่งในอดีตปลูกเพื่อบริโภคภายในประเทศเท่านั้น แต่ปัจจุบันมีการส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ และพบว่ามีปัญหาการตกค้างของสารเคมีเกินค่ามาตรฐานในโหระพาทั้งบริโภคในประเทศและการส่งออก จึงเป็นปัญหาสำคัญของการผลิตพืชสมุนไพรและผักสวนครัวที่มีคุณภาพ โดยรัฐบาลมีเป้าหมายสำคัญที่สอดคล้องกับแผนแม่บทยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580) ว่าด้วยการส่งเสริมสนับสนุนการผลิตสินค้าเกษตรที่มีความปลอดภัย โดยให้เกษตรกรมีการวางแผนการพัฒนาการผลิตให้มีคุณภาพปลอดภัย ตั้งแต่ระดับฟาร์มเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ซึ่งการใช้ปุ๋ย HO ในระดับฟาร์มเป็นนวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่ผลิตจากวัสดุแบบผสมผสานที่ให้ธาตุอาหารที่จำเป็น 16 ชนิด ผสมกับอินทรีย์วัตถุ สารปรับปรุงบำรุงดิน จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (EM) ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ สารสกัดสมุนไพรเป็นต้น โดยพบว่าปุ๋ย HO สามารถทำให้พืชมีการเจริญเติบโต ทนทานต่อโรคแมลง ทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยเคมี (Raksarikorn et al., 2012; Jubkaew and Intanon, 2012; Intanon, 2013a; Intanon, 2013b) แต่ยังไม่มีการทดสอบในโหระพา ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ย HO เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพผลผลิตโหระพา รวมถึงต้นทุน และผลกำไรที่เกิดขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

เตรียมปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) โดยนำน้ำสกัดสมุนไพร ฮอร์โมนน้ำ และปุ๋ยน้ำชีวภาพมาผสมกันในสัดส่วนโดยปริมาตร 3:2:1 เรียกว่าน้ำประสาน แล้วนำน้ำประสานไปผลิตปุ๋ย HO 3 สูตร คือ HO-1, HO-2 และ HO-3 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 วัตถุประสงค์และส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง

Formula	Components of HO fertilizer (by weight kg.)						Total (kg)
	A	B	C	D	E	F	
HO-1	30	20	30	5	5	10	100
HO-2	35	15	25	5	10	10	100
HO-3	40	10	20	5	10	15	100

Remark A = chemical fertilizer (major nutrients 80% ; secondary nutrients 15% ; micro nutrients 5%), B = effective microorganism (EM), C = soil conditioners, D = extracted bio-stimulant, E = organic plant growth regulator, F = liquid bio-fertilizer Source : (Ragsarikorn, 2555; Chumman ,2559)

การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 6 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ จำนวน 96 แปลง ขนาดแปลง 1.2 x 4 เมตร หรือ 4.8 ตารางเมตร ระยะปลูก 30 x 50 เซนติเมตร โดยการใส่ปุ๋ยในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเพาะกล้าแล้วย้ายปลูก ทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ จังหวัดแพร่ ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี ดังนี้กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control), กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์,

กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ปุ๋ยทุกกรรมวิธีใส่ครั้งละ 290 กรัมต่อแปลง โดยใส่ 2 ครั้ง

การเพาะกล้า ทำการเพาะเมล็ดในวัสดุ ที่มีส่วนผสมคือ ดินร่วน ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1 : 1 : 1 แล้วนำมาใส่ถาดหลุม หยอดเมล็ด 3-5 เมล็ดต่อหลุม ปิดด้วยกระดาษเพาะ รดน้ำให้ชุ่ม

การย้ายกล้า หลังจากต้นกล้าอายุ 30 วัน ย้ายต้นกล้าลงแปลงปลูกขนาดแปลงย่อย 1.2 x 4 เมตร หรือ 4.8 ตารางเมตร ระยะปลูก 30 x 50 เซนติเมตร

การปฏิบัติดูแล เมื่อต้นพืชมีอายุ 20-25 วันหลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 (โดยการโรยรอบโคนต้นและพรวนดินกลบ ปริมาณปุ๋ย 290 กรัมต่อแปลง เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุได้ 70-80 วัน หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 1 เสร็จ ทำการตัดแต่งกิ่ง และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่อต้นพืชอายุ 90-100 วัน หลังจากนั้นเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 120-130 วัน

การบันทึกข้อมูล 1. รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยา ของศูนย์วิจัยข้าวแพร่ จังหวัดแพร่ 2. วิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง ได้แก่ WC (%), Db (g/cm^3), %E, pH, OM, ธาตุอาหารหลัก-รอง-เสริม เป็นต้น 3. วิเคราะห์ปุ๋ย HO และปุ๋ยเคมี ได้แก่ pH EC, ธาตุอาหารหลัก-รอง-เสริม เป็นต้น 4. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทุก ๆ 10 วัน โดยสุ่ม 4 ต้น/แปลง/ซ้ำ 5. การบันทึกข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต 6. การบันทึกต้นทุนและผลกำไรแบบสังเขป

การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance : ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

สภาพอากาศ ระหว่างเดือน กันยายน 2563 – กันยายน 2564 ในช่วงทำการทดลองมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.46 และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.06 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 9.98 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 52.02% ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของโหระพา โดยในบางช่วงเวลาเพิ่มการให้น้ำ เพื่อชดเชยสภาพการขาดน้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง พบว่าเป็นดินชุดแมริม (Mr) ดินชั้นบนมีหน้าดินตื้น ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีธาตุอาหารหลัก (N-P-K) อยู่ในปริมาณที่ต่ำ ดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย pH 5.5 - 6.5 มีอินทรีย์วัตถุต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นภายหลังการทดลองโดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ส่วนธาตุอาหารรอง-เสริมเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดภายหลังการทดลองโดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังการทดลองได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น เป็น pH 6.9 ปริมาณ OM พบว่าสูงขึ้นจาก 1.11% เป็น 1.18% ตามลำดับ และค่า EC ก่อนการทดลอง 0.56 ms/cm หลังการทดลองเพิ่มขึ้นเป็น 0.75 ms/cm ความหนาแน่นดิน (Db) พบว่าลดลง โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) จึงทำให้ WC(%) และความพรุนของดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) จากดินก่อนการทดลอง 39.49% เป็น 62.27% ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนและหลังการทดลอง

Treatment			Soil properties		Soil properties after					
			before	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Major nutrients	N	%	0.07	0.05 ^c	0.07 ^{ab}	0.06 ^{bc}	0.07 ^{ab}	0.08 ^a	0.09 ^a	
	P	%	14	10.0 ^e	50.0 ^b	30.0 ^d	44.0 ^c	48.0 ^b	53.0 ^a	
	K	%	92	67.0 ^c	91.0 ^{ab}	75.0 ^b	84.0 ^b	86.0 ^b	98.0 ^a	
Secondary nutrients	Ca	mg/kg	517	299.0 ^d	427.0 ^c	627.0 ^b	671.0 ^{ab}	678.0 ^{ab}	705.5 ^a	
	Mg	mg/kg	91	72.5 ^c	75.3 ^c	112.0 ^b	133.0 ^a	135.0 ^a	141.0 ^a	
	S	mg/kg	6.29	0.54 ^b	0.69 ^b	0.75 ^b	6.81 ^a	6.83 ^a	7.14 ^a	
Micro nutrients	Fe	mg/kg	94.06	52.2 ^e	64.7 ^d	83.9 ^c	95.4 ^b	97.2 ^{ab}	99.5 ^a	
	Mn	mg/kg	50.66	40.6 ^d	47.6 ^{cd}	55.6 ^c	78.9 ^b	89.7 ^a	98.1 ^a	
	Zn	mg/kg	1.20	0.89 ^e	1.02 ^d	0.89 ^e	1.21 ^c	1.29 ^b	1.46 ^a	
	Cu	mg/kg	1.05	0.99 ^d	1.01 ^{cd}	0.99 ^d	1.11 ^c	1.23 ^b	1.37 ^a	
	B	mg/kg	0.13	0.06 ^c	0.07 ^{bc}	0.18 ^{ab}	0.20 ^a	0.18 ^{ab}	0.20 ^a	
Organic Matter (OM) %			1.11	1.09 ^b	1.07 ^b	1.14 ^a	1.15 ^a	1.17 ^a	1.18 ^a	
(pH) soil : water = 1:2			5.6	5.6 ^c	5.5 ^c	6.6 ^b	6.8 ^a	6.8 ^a	6.9 ^a	
EC. At 25°C			0.56	0.53 ^{de}	0.51 ^e	0.60 ^{cd}	0.66 ^{bc}	0.71 ^{ab}	0.75 ^a	
Water content (WC)%			6.84	18.19	18.85	18.84	18.91	19.15	19.68	
Bulk Density (Db) g/cm ³			1.86	1.67 ^b	1.72 ^{ab}	1.71 ^{ab}	1.72 ^{ab}	1.72 ^{ab}	1.74 ^a	
Porosity (E)%			39.49	60.23	60.97	61.29	61.83	61.53	62.27	

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1, HO-2 และ HO-3 ระดับธาตุ N-P-K พบว่าธาตุอาหารหลักสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) (13.5-0.2-0.4%) กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) (7.9-0.2-0.3%) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) (7.4-0.2-0.3%) ตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมพบว่าปุ๋ยกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีค่าสูงสุดในทุกรายการ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยฮอโรโมนปั้นเม็ด (HO) สูตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง

Nutrient/Treatment		HO-1	HO-2	HO-3
Major nutrients	Total N (%)	7.4	7.9	13.5
	Total P (%)	0.2	0.2	0.2
	Total K (%)	0.3	0.3	0.4
Secondary nutrients	Ca (%)	8.0	8.5	10.3
	Mg (%)	2.1	2.4	2.9
	S (%)	8.7	10.1	10.4
Micro nutrients	Fe (mg/kg)	2.14	2.35	2.48
	Mn (mg/kg)	197.00	211.00	211.00
	Zn (mg/kg)	91.00	157.00	171.00
	Cu (mg/kg)	19.00	21.00	25.00
	Cl (mg/kg)	1.95	2.11	2.54
OM (%)		0.87	1.13	1.27
pH (1:1)		6.82	6.74	6.65
EC (1:10 ds/cm)		30.25	32.12	36.17
C/N ratio		0.22	0.21	0.21

การวิเคราะห์การเจริญเติบโต ความสูง ขนาดลำต้น จำนวนกิ่ง พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) มีความสูง 65.14 และ 64.94 เซนติเมตร ขนาดลำต้นวัดได้ 7.75 และ 8.56 มิลลิเมตร จำนวนกิ่ง 18.91 และ 18.53 กิ่ง ทั้ง 2 กรรมวิธีมีการเจริญเติบโตสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ด้านขนาดทรงพุ่มพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) มีการเจริญเติบโตสูงสุด 75.59 เซนติเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตทางลำต้นของโหระพา

Treatment	No.of high/tree (cm.)	No.of stem/tree (mm.)	No.of branch/tree (branch)	No.of canopy/tree (cm.)
T1	57.09 ^d	5.88 ^d	15.29 ^b	45.85 ^d
T2	64.94 ^a	8.56 ^a	18.53 ^a	75.59 ^a
T3	60.06 ^c	6.61 ^{cd}	15.72 ^b	60.66 ^c
T4	63.14 ^b	7.10 ^{bc}	18.16 ^a	65.44 ^b
T5	62.47 ^b	7.32 ^{bc}	18.26 ^a	62.00 ^{bc}
T6	65.14 ^a	7.75 ^{ab}	18.91 ^a	65.88 ^b
F-test	1.694*	0.955*	1.297*	4.647*
% CV	1.81	8.81	4.92	4.93

*Significant at 95% confident interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% (p<0.05) by DMRT

การวิเคราะห์ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต น้ำหนักลำต้นสด รากสด และลำต้นแห้ง พบว่าทุกกรรมวิธีแสดงค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักใบสด ใบแห้ง รากแห้งต่อต้น น้ำหนักใบสด และใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว พบว่ากรรมวิธีที่แสดงค่าสูงสุดได้แก่กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) โดยมีน้ำหนักใบสด 124.92 และ 117.28 กรัม ใบแห้ง 21.61 และ 20.25 กรัม รากแห้ง 11.80 และ 17.18 กรัม น้ำหนักใบสด 398.24 และ 334.18 กรัม และน้ำหนักใบแห้ง 46.40 และ 42.99 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ เมื่อพิจารณาน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ครั้งที่ 1 พบว่ากรรมวิธีที่แสดงค่าสูงสุดได้แก่กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 995.58 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 835.46 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ครั้งที่ 2 น้ำหนักใบสด และใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว พบว่ากรรมวิธีที่แสดงค่าสูงสุดได้แก่กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) น้ำหนักใบสด 1,369.8 และ 1,255.7 กรัม และน้ำหนักใบแห้ง 215.96 และ 209.75 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 3,424.5 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 3,139.2 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6-7)

ตารางที่ 6 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของโหระพา เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1

Treatment	Weight/tree						Weigh/harvest area	
	Fresh			Dry			Fresh	Dry
	Stem(g)	Leaves(g)	Root(g)	Stem(g)	Leaves(g)	Root(g)	leaves (g)	leaves (g)
T1	77.29	74.26 ^c	21.02	14.12	15.46 ^b	10.09 ^b	187.42 ^c	24.17 ^b
T2	108.44	124.92 ^a	34.23	18.89	21.61 ^a	11.80 ^{ab}	398.24 ^a	46.40 ^a
T3	86.33	81.39 ^c	24.71	17.74	15.64 ^{ab}	11.01 ^{ab}	234.65 ^{bc}	25.22 ^b
T4	91.65	102.49 ^{abc}	21.65	16.74	18.69 ^{ab}	14.20 ^{ab}	265.86 ^{bc}	34.72 ^{ab}
T5	98.58	107.26 ^{ab}	31.15	18.53	20.25 ^{ab}	14.24 ^{ab}	275.16 ^{abc}	33.42 ^{ab}
T6	105.21	117.28 ^a	28.78	19.59	20.61 ^{ab}	17.18 ^a	334.18 ^{ab}	42.99 ^a
F-test	32.53 ^{ns}	30.03*	14.89 ^{ns}	6.38 ^{ns}	6.06*	6.42*	124.91*	14.11*
% CV	22.82	19.68	36.70	24.05	21.51	32.53	29.33	27.15

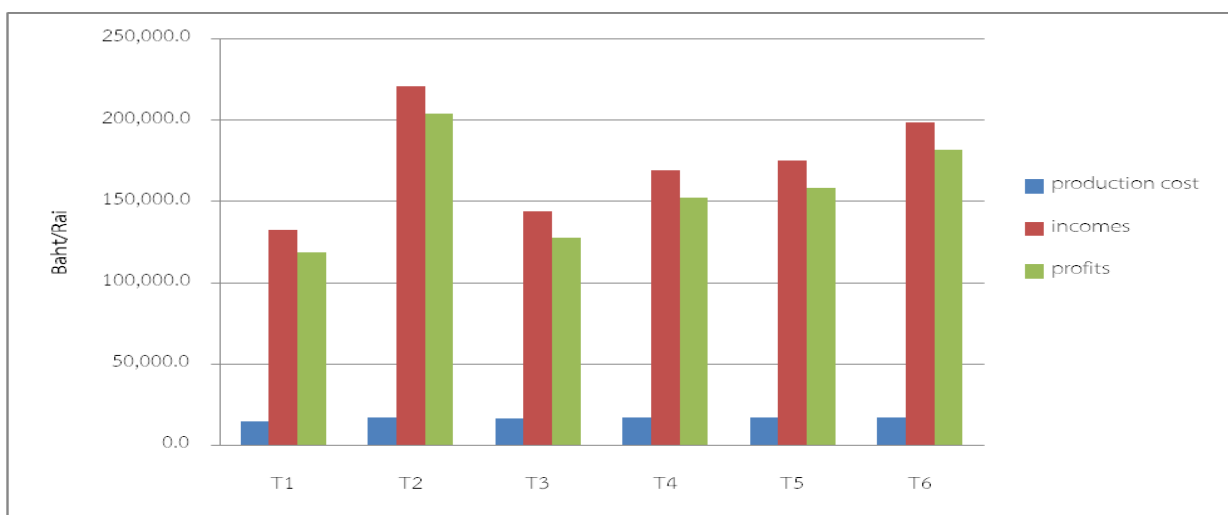
*Significant at 95% confident interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% (p<0.05) by DMRT

ตารางที่ 7 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของโหระพา เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

treatment	Weigh/harvest area		Yield/rai No.1 (kg)	Yield/rai No.2 (kg)	Total Yield/rai. (kg)
	Fresh leaves	Dry leaves			
	(g)	(g)			
T1	835.0 ^d	138.97 ^b	564.56 ^c	2,087.5 ^d	2,652.06 ^d
T2	1,369.8 ^a	215.96 ^a	995.58 ^a	3,424.5 ^a	4,420.08 ^a
T3	918.4 ^{cd}	152.65 ^b	586.62 ^{bc}	2,296.1 ^{cd}	2,882.62 ^{cd}
T4	1,086.0 ^{bcd}	196.92 ^a	664.64 ^{bc}	2,715.1 ^{bcd}	3,379.74 ^{bc}
T5	1,125.9 ^{abc}	189.71 ^a	687.90 ^{bc}	2,814.6 ^{abc}	3,502.50 ^{bc}
T6	1,255.7 ^{ab}	209.75 ^a	835.46 ^{ab}	3,139.2 ^{ab}	3,974.66 ^{ab}
F-test	256.00*	36.02*	257.46*	640.00*	646.52*
% CV	15.46	12.99	23.65	15.46	12.37

*Significant at 95% confident interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% (p<0.05) by DMRT

ผลการบันทึก ต้นทุน รายได้และผลกำไรโดยสังเขป ต้นทุนสูงสุดได้แก่กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี15-15-15)(17,000), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3)(16,780), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2)(16,700), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1)(16,650), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์)(16,350.0) และกรรมวิธีที่ 1 (control)(14,200.0) บาทต่อไร่ แต่พบว่ากรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุดได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15)(204,040), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3)(181,953), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2)(158,425), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1)(152,337), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์)(127,781) และกรรมวิธีที่ 1 (control)(118,403) บาทต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ต้นทุน รายได้ และผลกำไรของผลผลิตโหระพา

วิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลองพบว่าดินชุดแมริม (Mr) ดินชั้นบนมีหน้าดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย มีอินทรีย์วัตถุต่ำ ซึ่งแสดงว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีธาตุอาหารหลักอยู่ในปริมาณที่ต่ำ ทำให้พืชขาดสารอาหารที่จำเป็น แต่ภายหลังการทดลองธาตุอาหารหลัก รอง และเสริม เพิ่มขึ้นในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) อย่างเด่นชัดมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลจากองค์ประกอบของปุ๋ย HO ที่มีสารปรับปรุงดินสามารถปรับ pH ของดินให้เหมาะสม (Intanon, 2013a) พบว่าในปุ๋ย HO มีสารปรับปรุงดินพวก Ca เป็นองค์ประกอบ จึงแสดงปฏิกิริยาออกมาปรับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เหมาะสม ส่วนระดับ OM ในดินพบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการใส่ปุ๋ย HO เพราะปุ๋ย HO มีอินทรีย์วัตถุ (OM) เป็นองค์ประกอบด้วยเช่นกัน จึงทำให้มีระดับ OM ที่สูงขึ้น จึงทำให้ค่า EC แสดงผลในการทำงานเดียวกัน ส่วนสมบัติทางกายภาพของดินได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นทั้งการอุ้มน้ำ (WC%) ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Db) ลดลง และค่าความพรุนของดิน (E%) เพิ่มขึ้นตามลำดับ เพราะปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมนั้นประกอบด้วยพวกปูน วัสดุปรับปรุงดินอยู่จำนวนมาก ปุ๋ยหมักจุลินทรีย์ น้ำหมักชีวภาพ (EM) จึงช่วยในการปรับสภาพความเป็นกรดของดินให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Zhang et al. (2012) ที่ระบุว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สามารถปรับปรุงสภาพโครงสร้างดินให้ดีขึ้นทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น มีความเหมาะสมต่อการดูดธาตุอาหารของพืช แสดงให้เห็นว่าปุ๋ย HO สามารถปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินได้อีกด้วย

อิทธิพลของปุ๋ยแต่ละชนิดที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงต้น จำนวนกิ่ง พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนขนาดลำต้น และขนาดทรงพุ่มพบว่ากรรมวิธีที่แสดงค่าสูงสุดได้แก่กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) อย่างไรก็ตามปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมยังคงมีระดับธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองอยู่ในสภาพสมดุลและเป็นปุ๋ยละลายช้า การใช้เป็นธาตุอาหารของพืชอายุสั้น เช่น โหระพา จึงมีประสิทธิภาพสูง สอดคล้องกับ Sharma, A. et al.(2017) ได้ศึกษาการให้ธาตุไนโตรเจน มีส่วนเกี่ยวข้องกับการยืด และขยายตัวของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ของพืช เช่นเดียวกับการเจริญเติบโตทางด้านความสูง P.Sanjeeva Rao, P. et al. (1998) ศึกษาพบว่าไนโตรเจนมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับการแบ่งเซลล์ การยืด และการขยายตัวของเซลล์พืชนอกจากธาตุอาหารหลัก N-P-K แล้วยังมีธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เช่น Fe Cu และ Zn ที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืช จึงทำให้ความสูงต้น ขนาดลำต้น และจำนวนกิ่ง ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนขนาดทรงพุ่มพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แสดงผลสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ การใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักครบจึงทำให้ความสูงต้น และขนาดทรงพุ่มขยายเพิ่มขึ้นตามลำดับ (Hussein, M. M. et al., 2011) อย่างไรก็ตามขนาดทรงพุ่มมีส่วนสำคัญในการเพิ่มพื้นที่ปกคลุมจำนวนกิ่ง และจำนวนใบของพืช ขนาดทรงพุ่มจึงมีสัมพันธ์กับจำนวนกิ่ง และจำนวนของใบของพืชโดยตรง

การศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตพบว่าในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ให้ผลผลิตสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกลุ่มปุ๋ย HO ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับกลุ่มปุ๋ยเคมี ผลมาจากองค์ประกอบต่างๆ ของปุ๋ย HO ที่มีอยู่อย่างครบถ้วนส่งผลต่อการสะสมธาตุอาหารและวัตถุแห้งภายในต้นพืช

สอดคล้องกับรายงานของ Ahmad, I. I. et al., 2011 ให้ผลเช่นเดียวกันกับการปุ๋ยที่มีสารสกัดอินทรีย์ช่วยกระตุ้น PGR อย่างมีนัยสำคัญโดยถ่ายทอดสารอาหารไปยังส่วนต่างๆ ของต้นและสะสมน้ำหนักรากได้ดีขึ้น ซึ่งปริมาณ EC และ C/N ratios ที่มีในปุ๋ยช่วยเพิ่มเมตาโบลิซึมในการดูดซึมธาตุอาหารและการสังเคราะห์แสงของพืชอีกด้วย (Shadanpour, F. et al., 2011 ; Chuinon, C., & Intanon, P., 2011) นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำหนักรากสดในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่น้ำหนักรากแห้งในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงค่าสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งการมีรากที่ใหญ่ช่วยให้พืชดูดสารอาหารได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Canellas, L. P. et al. (2002) ที่ใช้สารสกัด humic acids จาก OM ช่วยกระตุ้น H⁺-ATPase ในพลาสมาเมมเบรน กระตุ้นออกซิเจนในรากทำให้รากข้าวโพดยาวขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ต้นทุนการผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15)(17,000), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3)(16,780), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2)(16,700), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1)(16,650), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์)(16,350) และกรรมวิธีที่ 1 (control)(14,200) บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่กรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15)(204,040) รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3)(181,953)บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในด้านปุ๋ยที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผลผลิตมีคุณภาพปลอดภัยเป็นที่ต้องการของตลาด จึงควรใช้ปุ๋ย (HO-3) ในการผลิตโทรหาเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพปลอดภัย อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงดินให้อุดมสมบูรณ์อย่างยั่งยืน

สรุปผล

1. ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนและหลังการทดลอง สรุปได้ว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร (HO-1, HO-2 และ HO-3) ทำให้ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม สูงอย่างเด่นชัด
2. อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO-1, HO-2 และ HO-3) ช่วยปรับสมบัติด้านเคมีอื่น ๆ ของดินให้ดีขึ้นด้วย ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุ OM ค่าการนำไฟฟ้า EC สามารถปรับความเป็นกรด-ด่าง pH ของดินให้ดีขึ้นตามลำดับ และส่งผลทางอ้อมในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้เพิ่มมากขึ้น ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น
3. อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลต่อน้ำหนักรากผลผลิตต่อไร่สูงไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ส่วนเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ, ปริมาณสารยูจินอล และเมทิลยูจินอล พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ
4. ด้านต้นทุนและกำไร พบว่าในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้กำไร 204,040 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 (control) 1.76 เท่า และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ได้กำไร 181,943 บาทต่อไร่ ในลำดับรองลงมา ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 (control) 1.57 เท่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Ahmad, I. I., ASIF, M., AMJAD, A., & Ahmad, S. (2011). Fertilization enhances growth, yield and xanthophyll contents of marigold. *Turk. J. Agric. For*, 35, 641-648.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Okorokova-Façanha, A. L., & Façanha, A. R. (2002). Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant physiology*, 130(4), 1951-1957.
- Chuinon, C., & Intanon, P. (2011). Development of high quality bio-fertilizer for rice production. *Naresuan University Journal*, 19(2), 8-18.
- Hussein, M. M., Sakr, R. A., Badr, L. A., & Mashat, K. M. A. L. (2011). Effect of some fertilizers on botanical and chemical characteristics of pot marigold plant (*Calendula officinalis* L.). *J. Hortic Sci. Ornament Plants*, 3, 220-231.
- Intanon, P. 2012. Agricultural Development and Promotion Project. A case study of extension of Palm oil plantation in Sukhothai Province. Final report. Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment. Naresuan University. 132 pp.
- Intanon, P. (2013a). The Influence of Different Types of Fertilizer on Productivity and Quality of Maize in the Area of Kwaew Noi Dam, Phitsanulok Province, Thailand. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 4. International Society of Environmental and Rural Development. Tokyo. 192 pp
- Intanon, P. (2013b). Comparison of Fertilizer Management to Increase Yield and Quality of Rice. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 4. International Society of Environmental and Rural Development. Tokyo. 192 pp
- Jubkaew, S. and Intanon, P. 2012. Effect of granular organic fertilizer mixed with plant hormone on growth and yield of rice. *Khon kaen agriculture Journal. Special edition Vol. 4* : 265-274.
- Raksarikorn, C., Phasee, P. and Intanon, P. 2012. Effect of chemical fertilizer and chemical and granular organic fertilizer with hormone mixed formula on growth of rubber tree. *Naresuan University Journal* 20(3) : 18-28.

- P.Sanjeeva Rao, P., Saraswathyamma, C. K., & Sethuraj, M. R. (1998). Studies on the relationship between yield and meteorological parameters of para rubber tree (*Hevea brasiliensis*). *Agric. For. Meteorol*, 90, 235-245.
- Shadanpour, F., Torkashvand, A. M., & Majd, K. H. (2011). The effect of cow manure vermicompost as the planting medium on the growth of Marigold. *Annals of biological research*, 2(6), 109-115.
- Sharma, G., Sahu, N. P., & Shukla, N. (2017). Effect of bio-organic and inorganic nutrient sources on growth and flower production of African marigold. *Horticulturae*, 3(11), 43-51. doi: 10.3390/horticulturae3010011
- Zhang, F., Cui, Z., Chen, X., Ju, X., Shen, J., Chen, Q., ..., & Jiang, R. (2012). Chapter one - Integrated nutrient management for food security and environmental quality in China. *Advances in Agronomy*, 116, 1-40.

การส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร

Extension of Agricultural Consumers on Agricultural Certified Logos

มาริษา อู่ขลิบ^{1*}, จินดา ขลิบทอง² และ เฉลิมศักดิ์ ตุ่มหิรัญ²

Marisa Aukhlip^{1*}, Jinda Khlibtong² and ChalernsakToomhirun²

¹หลักสูตรเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (ส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

²สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

¹Degree of Master of Agriculture (Agricultural Extension and Development), School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Pak Kret, Nonthaburi 11120

² School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Pak Kret, Nonthaburi 11120

*Corresponding author E-mail: keaw_nong@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคสินค้าเกษตร 2) ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร 3) ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และระดับความต้องการความรู้เกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร 4) รูปแบบการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร

ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ ผู้บริโภคสินค้าเกษตรตามข้อมูลบน Facebook จากสมาชิกกลุ่ม “สินค้าเกษตรออนไลน์” ไม่ทราบจำนวนประชากร กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของคอกแรน ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.07 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 196 ราย ใช้วิธีการสุ่มแบบลูกโซ่ เก็บข้อมูลโดยการส่งแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การจัดอันดับ และการหาความสัมพันธ์

ผลการศึกษาพบว่า 1) ผู้บริโภคสินค้าเกษตร ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 34 ปี อายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 20-29 ปี มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ประกอบอาชีพ ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ มีรายได้ต่อเดือนเฉลี่ย 23,875.89 บาท จำนวนสมาชิกในครอบครัวเฉลี่ย 4 คน ฐานะผู้รับประทาน (ไม่ได้ประกอบอาหารเอง) และสถานที่ซื้อสินค้าเกษตรที่ผู้บริโภคสินค้าเกษตรส่วนใหญ่เลือกซื้อสินค้าเกษตรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานจากโมเดิร์นเทรด 2) ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตร ประกอบด้วย การผ่านการรับรองมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมทางการตลาด และบรรจุภัณฑ์ ทุกปัจจัยมีส่วนในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในระดับมาก เพศและระดับการศึกษาไม่มีผลต่อปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร 3) ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องหมาย/สัญลักษณ์การรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร อยู่ในระบับน้อยถึงระดับปานกลาง และมีความต้องการความรู้ในทุกกลุ่มสินค้าเกษตร ทั้งด้านพืช ด้านประมง และด้านปศุสัตว์ ความสัมพันธ์ความต้องการความรู้กับระดับการศึกษาและอาชีพที่แตกต่างกันของผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความต้องการความรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) 4) ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความต้องการการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรผ่านสื่อประเภท สื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Line, YouTube รูปแบบการส่งเสริมเกี่ยวกับการรับรอง

มาตรฐานสินค้าเกษตร โดยนักส่งเสริมให้ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานที่ผู้บริโภคสินค้าเกษตรให้ความสนใจในรูปแบบสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Line, YouTube รวมไปถึงการประชาสัมพันธ์ให้เพิ่มมากขึ้น เช่น การประชาสัมพันธ์กับ influencer เช่น Facebook, Instagram, Twitter ทั้งในส่วนของหน่วยงานและสินค้าเกษตรในแต่ละชนิด การจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ผ่านสถานที่จำหน่ายที่ผู้บริโภคมักมีการเลือกซื้อทั้งที่สถานที่จำหน่ายและในช่องทางออนไลน์ให้เพิ่มมากขึ้น รวมถึงมีการใช้สัญลักษณ์เดียวกันของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เพื่อให้ผู้บริโภคสินค้าเกษตรสามารถจดจำได้ง่าย

คำสำคัญ : ผู้บริโภคสินค้าเกษตร มาตรฐานสินค้าเกษตร การส่งเสริมความรู้

Abstract

The objectives of this research were to study 1) general data of agricultural product consumers 2) factors relating to the decision in purchasing agricultural products of agricultural product consumers 3) the relationship between knowledge and level of knowledge needs regarding agricultural product certification of agricultural product consumers 4) extension models regarding agricultural certification logos of agricultural product consumers.

The population in this study was agricultural product consumers according to the data on Facebook from members of "Online agricultural product" group with unknown population. The sample size of 196 people was determined by using Cochran formula with the error value of 0.08 and snowball sampling method. Data were collected by sending electronic questionnaires and were analyzed by using frequency, percentage, minimum value, maximum value, mean, standard deviation, ranking, and correlation.

The results of the research revealed that 1) most of the agricultural product consumers were mostly female, with the average age of 34 years old, mostly within 20-29 age range. Their level of education was bachelor degree. They were civil servant/state enterprise employee, has an average monthly income of 23,875.89 Baht, had the average member in the household of 4 people, and were consumers (did not cook themselves). Most of them chose to purchase agricultural products with certified standards from modern trade distribution locations. 2) Factors relating to the decision in purchasing agricultural products included certified standards, product, pricing, distribution channel, marketing promotion, and packaging. Every factor was part of the decision to purchase agricultural products showed no difference with the high level of significance. Also, gender and educational level did not influence the factors that the consumers purchasing the agricultural products. 3) Agricultural consumers had knowledge about

symbol/logo of agricultural product standard certification at the low to moderate level and wanted to receive the knowledge in every group of agricultural products in plants, fishery, and livestock. The educational level and occupation were not significantly different on the knowledge required ($p < 0.05$). 4) The agricultural consumers needed the extension about agricultural certification logos through media type of online social media such as Facebook, Line, YouTube. The forms of perception extension about agricultural product standard certification by having extension officers giving about standards which the agricultural product consumers paid attention to in the form of online social media such as Facebook, Line, YouTube along with the increase of promotion like collaborative promotion with influencer on Facebook, Instagram, and Twitter in both agencies and agricultural products in each category. Promotional media creation through distribution location where consumers could choose to purchase more in both location and online along with the use of the same logo in ministry of agriculture and cooperatives for agricultural product consumers for more memorable purpose.

Keywords : Agricultural product consumer, agricultural product standard, knowledge extension

บทนำ

ตามที่รัฐบาลกำหนด การรณรงค์ความปลอดภัยด้านอาหารเพื่อให้อาหารที่ผลิตและบริโภคในประเทศไทยมีความปลอดภัยและได้มาตรฐาน ทัดเทียมสากล ประกอบกับการมุ่งเน้นที่จะทำให้ประเทศไทยเป็นครัวของโลก เป็นผู้นำด้านการเกษตรในการผลิตอาหาร ป้อนสู่ตลาดโลก ผลิตจากไร่นาของเกษตรกรซึ่งเป็นจุดเริ่มแรกเป็นห่วงโซ่อาหารจึงต้องมีความปลอดภัยก่อนการส่งมอบให้แก่ผู้บริโภค เมื่อนำไปจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคโดยตรงหรือเพื่อส่งออกต่างประเทศประกอบกับแผนปฏิบัติการของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดกลยุทธ์หลักระดับชาติให้มีการส่งเสริมการผลิตและแปรรูปสินค้าเกษตรปลอดภัยเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรโดยเน้นสินค้าเกษตรปลอดภัยและมาตรฐาน อีกทั้งในปี 2547 รัฐบาลได้ประกาศให้เป็นปีแห่งอาหารปลอดภัย (Food Safety Year) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงได้มีการกำหนดเครื่องหมายรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร เพื่อเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงถึงคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้าเกษตร หรืออาหารนั้น ๆ ใช้รับรองกับสินค้าพืช ประมง และปศุสัตว์ และยังเป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อสินค้าที่ได้มาตรฐานและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับทั้งภายในและต่างประเทศ

ในปี 2563 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้มีแผนการถ่ายโอนภารกิจด้านการตรวจสอบและรับรองของ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ไปยังภาคเอกชน คาดว่า เกษตรกรที่อยู่ในระบบการรับรองตามมาตรฐานสินค้าเกษตรมีแนวโน้มที่จะออกจากระบบ หากต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและรับรองเอง แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจในสินค้าเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเพิ่มมากขึ้น ในกลุ่มคนรักสุขภาพ

รวมถึงก่อนการเลือกสินค้าเกษตร จะมีการสังเกตผลิตภัณฑ์หรือสถานที่จำหน่าย ที่มีสัญลักษณ์การได้รับการรับรองต่างๆ เพื่อให้มั่นใจได้ว่า สินค้าเกษตรที่เลือกซื้อนั้นมีคุณภาพและปลอดภัย ในการนี้หากมีการดำเนินการถ่ายโอนภารกิจการตรวจสอบรับรองแปลง/ฟาร์ม ทำให้เกษตรกรบางรายต้องจ่ายค่าตรวจสอบรับรองเอง อาจทำให้สินค้าเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานในท้องตลาดมีจำนวนน้อยลงได้ และแสดงสัญลักษณ์การรับรองต่างๆ น้อยลงตามไปด้วย เนื่องจากการขายสินค้าเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานในปัจจุบันยังคงพบเห็นได้เฉพาะกลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่มที่สนใจเท่านั้น ผู้บริโภคบางกลุ่มจึงยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานต่าง ๆ

จากการศึกษาพฤติกรรมการซื้ออาหารปลอดภัยของผู้บริโภคในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่าส่วนใหญ่นิยมซื้ออาหารปลอดภัยประเภทผัก และยินดีซื้ออาหารปลอดภัยในราคาที่สูงกว่าอาหารปกติร้อยละ 5 (บุษกร คำโฮม, ศุภกัญญา จันทรุกขา และ เจียรระโน ไชกาล เจริญ. 2564 : 137-149) อีกทั้งสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ได้มีการสำรวจพฤติกรรมด้านสุขภาพของประชากร พ.ศ. 2564 โดยสอบถามผู้ที่เคยพบเห็นฉลาก “ทางเลือกสุขภาพ” พบว่ามีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารจากประชากรอายุ 15 ปีขึ้นไป ร้อยละ 63.9 และส่วนใหญ่เคยเห็นฉลากโภชนาการ ทั้งในแบบเต็ม แบบย่อ และแบบจีดีเอ และมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหาร (สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2564) การที่ผู้บริโภคมีความรู้เพิ่มขึ้นทำให้เห็นความสำคัญต่อการบริโภคอาหารส่งผลต่อสุขภาพ

ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าทางด้านการเกษตรที่ดูแลในส่วนต้นน้ำเป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตอาหารจึงควรมีการศึกษาความรู้และระดับความต้องการความรู้เกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตร โดยตรารับรองสินค้าเกษตรที่ศึกษา เป็นตรารับรองสินค้าเกษตรที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร เช่น ผักสด กุ้ง ปลา เนื้อหมู เนื้อไก่ ข้าวเจ้า และตรารับรองสถานที่จำหน่ายสินค้าเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ทั้งในส่วนของพืชผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ เพื่อให้สามารถนำมาปรับใช้เป็นรูปแบบในการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตร ทำให้เกิดความสนใจและเลือกซื้อสินค้าเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรเกิดแรงจูงใจที่จะผลิตสินค้าเกษตรและขอการรับรองมาตรฐานขึ้นสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้บริโภคทั้งในประเทศ และสามารถขยายพัฒนาไปสู่การส่งออกต่างประเทศได้ เป็นการสร้างโอกาสทางการค้าและความสามารถเข้าถึงตลาดอาหารปลอดภัยทั่วโลก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคสินค้าเกษตร 2) ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร 3) ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และระดับความต้องการความรู้เกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร และ 4) รูปแบบการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย ประชากรที่ใช้ในครั้งนี้ได้แก่ ผู้บริโภคสินค้าเกษตรตามข้อมูลบน Facebook จากสมาชิกในกลุ่ม “สินค้าเกษตรออนไลน์” กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของคอกเรน ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.07 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 196 ราย โดยใช้วิธีการสุ่มแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) เก็บข้อมูลโดยการส่งแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การจัดอันดับและการหาความสัมพันธ์ โดยใช้เกณฑ์คะแนนน้ำหนักเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการแปลผล ดังนี้ 1.00-1.80 = น้อยที่สุด 1.81-2.60 = น้อย 2.61-3.40 = ปานกลาง 3.41-4.20 = มาก 4.21-5.00 = มากที่สุด และวิเคราะห์หากกลยุทธ์การส่งเสริมการรับรู้เกี่ยวกับมาตรฐานสินค้าเกษตรโดยการนำข้อมูลจากผลการวิจัยมาสังเคราะห์

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคสินค้าเกษตร พบว่า ผู้บริโภคสินค้าเกษตรเป็นเพศหญิงร้อยละ 66.8 เป็นเพศชายร้อยละ 32.7 และเพศอื่นๆ ร้อยละ 0.5 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 20-29 ปี อายุเฉลี่ย 34 ปี มีอายุน้อยที่สุด 20 ปี และอายุมากที่สุด 65 ปี ผู้บริโภคสินค้าเกษตรร้อยละ 61.7 มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ประกอบอาชีพ ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 42.9 มีรายได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 15,001-30,000 บาท รายได้ต่อเดือนเฉลี่ย 23,875.89 บาท รายได้ต่อเดือนเฉลี่ยต่ำสุด 3,000 บาท สูงสุด 100,000 บาท มีจำนวนสมาชิกในครอบครัว จำนวน 3-4 คน ผู้บริโภคสินค้าเกษตรส่วนใหญ่ตอบในฐานะผู้รับประทาน (ไม่ได้ประกอบอาหารเอง) มากที่สุดร้อยละ 69.9 และมีการเลือกซื้อสินค้าเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากโมเดิร์นเทรด มากที่สุด ร้อยละ 36.9 และซื้อจากตลาดสดที่ระดับใกล้เคียงกันร้อยละ 36.4

2. ข้อมูลในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร พบว่า ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตรได้แก่ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (แบรนด์) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมทางการตลาด (ลด แลก แจก แถม) ปัจจัยด้านการผ่านการรับรองมาตรฐานสินค้า และปัจจัยด้านบรรจุภัณฑ์ ทุกปัจจัยมีระดับความสำคัญไม่แตกต่างกันซึ่งอยู่ในระดับมาก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตร

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ	ระดับความเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ					ค่าเฉลี่ย	SD.	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ราคา	2	10	47	61	73	4.00	0.963	มาก
	(1.0)	(5.2)	(24.4)	(31.6)	(37.8)			n = 193
ผลิตภัณฑ์ (แบรนด์)	6	22	40	62	63	3.80	1.111	มาก
	(3.1)	(11.4)	(20.7)	(32.1)	(32.6)			n = 193

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ปัจจัยที่มีผลต่อการ ตัดสินใจเลือกซื้อ	ระดับความเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ					ค่าเฉลี่ย	SD.	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ช่องทางการจัดจำหน่าย	7 (3.6)	18 (9.2)	57 (29.1)	59 (30.2)	54 (27.7)	3.69	1.083	มาก n = 195
การส่งเสริมทาง การตลาด	10 (5.1)	28 (14.4)	45 (23.0)	58 (29.7)	54 (27.7)	3.61	1.181	มาก n = 195
ผ่านการรับรอง มาตรฐาน	14 (7.4)	20 (10.6)	53 (28.0)	44 (23.3)	58 (30.7)	3.59	1.233	มาก n = 189
บรรจุภัณฑ์	14 (7.2)	26 (13.4)	54 (27.8)	53 (27.3)	47 (24.2)	3.48	1.201	มาก n = 194

ข้อมูลความสัมพันธ์ของเพศที่มีผลในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร ประกอบด้วย ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมทางการตลาด (ลด แลก แจก แถม) ปัจจัยด้านการผ่านการรับรองมาตรฐานสินค้า และปัจจัยด้านบรรจุภัณฑ์ เพศไม่มีผลต่อปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ของเพศที่มีผลในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตร

ปัจจัย	เพศ		t-Value	Sig.	ผลการวิเคราะห์
	ชาย	หญิง			
ผ่านการรับรองมาตรฐาน n = 188	3.81	3.50	1.608	0.109	ไม่แตกต่าง
ผลิตภัณฑ์ (แบรนด์) n = 192	3.81	3.80	0.065	0.949	ไม่แตกต่าง
ราคา n = 192	4.16	3.91	1.657	0.099	ไม่แตกต่าง
ช่องทางการจัดจำหน่าย n = 194	3.75	3.67	0.446	0.656	ไม่แตกต่าง
การส่งเสริมทางการตลาด n = 194	3.48	3.66	-0.980	0.328	ไม่แตกต่าง
บรรจุภัณฑ์ n = 193	3.51	3.46	0.251	0.802	ไม่แตกต่าง

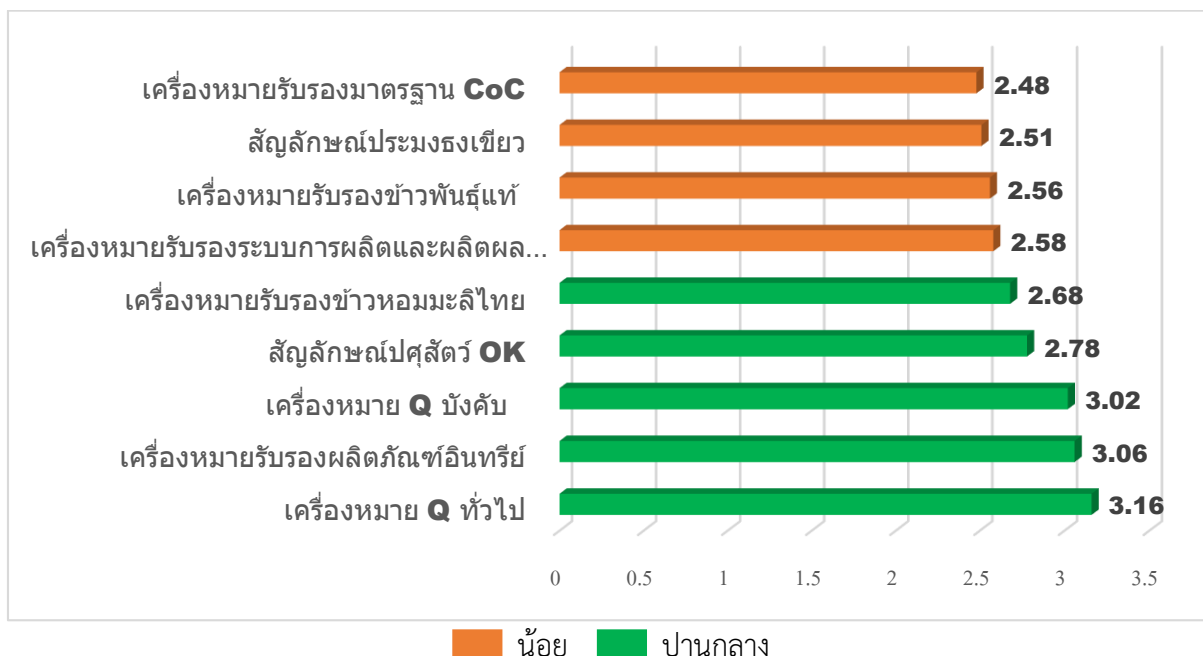
ข้อมูลความสัมพันธ์ของระดับการศึกษาที่มีผลในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยที่มีผลในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร ประกอบด้วย ปัจจัยด้านการผ่านการรับรองมาตรฐานสินค้า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางการจัด

จำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมทางการตลาด (ลด แลก แจก แถม) และปัจจัยด้านบรรจุภัณฑ์ ระดับการศึกษา ไม่มีผลต่อปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของระดับการศึกษาที่มีผลในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตร

ปัจจัย	แหล่งความแปรปรวน	ss	df	ms	f	P
ผ่านการรับรอง	ระหว่างกลุ่ม	5.148	2	2.574	1.351	.261
	ภายในกลุ่ม	367.602	193	1.905		
	รวม	372.750	195			
ผลิตภัณฑ์	ระหว่างกลุ่ม	10.422	2	5.211	3.735	.026
	ภายในกลุ่ม	269.307	193	1.395		
	รวม	279.730	195			
ราคา	ระหว่างกลุ่ม	1.334	2	.667	.575	.564
	ภายในกลุ่ม	223.931	193	1.160		
	รวม	225.265	195			
ช่องทางการจัดจำหน่าย	ระหว่างกลุ่ม	1.334	2	1.443	1.161	.315
	ภายในกลุ่ม	223.931	193	1.234		
	รวม	225.265	195			
การส่งเสริมทางการตลาด	ระหว่างกลุ่ม	2.865	2	.062	.043	.958
	ภายในกลุ่ม	238.237	193	1.468		
	รวม	241.102	195			
บรรจุภัณฑ์	ระหว่างกลุ่ม	.125	2	1.393	.897	.409
	ภายในกลุ่ม	283.401	193	1.552		
	รวม	283.526	195			

3. ความรู้และระดับความต้องการความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานสินค้าเกษตร พบว่า ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องหมาย/สัญลักษณ์ ได้แก่ เครื่องหมาย Q ทั่วไป เครื่องหมายรับรองผลิตภัณฑ์อินทรีย์ เครื่องหมาย Q บังคับ สัญลักษณ์ปศุสัตว์ OK และเครื่องหมายรับรองข้าวหอมมะลิไทย อยู่ในระดับปานกลาง มีความรู้เกี่ยวกับ เครื่องหมายรับรองระบบการผลิตและผลิตผลสัตว์น้ำตามมาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ GAP เครื่องหมายรับรองข้าวพันธุ์แท้ สัญลักษณ์ ประมงธงเขียว และเครื่องหมายรับรองมาตรฐาน CoC อยู่ในระดับน้อย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระดับความรู้เครื่องหมาย/สัญลักษณ์รับรองมาตรฐานของผู้บริโภคสินค้าเกษตร

ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความต้องการความรู้เกี่ยวกับ เครื่องหมาย Q ทั่วไป เครื่องหมายรับรองผลิตภัณฑ์อินทรีย์ เครื่องหมาย Q บังคับ สัญลักษณ์ไปศัสต์ว์ OK เครื่องหมายรับรองข้าวหอมมะลิไทย เครื่องหมายรับรองข้าวพันธุ์แท้ และสัญลักษณ์ประมงธงเขียว และ อยู่ในระดับมาก ส่วนเครื่องหมายรับรองระบบการผลิตและผลิตผลสัตว์น้ำตามมาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ GAP และเครื่องหมายรับรองมาตรฐาน CoC ผู้บริโภคมีความต้องการความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ระดับความต้องการความรู้เครื่องหมาย/สัญลักษณ์รับรองมาตรฐานของผู้บริโภคสินค้าเกษตร

ข้อมูลความสัมพันธ์ความต้องการความรู้กับระดับการศึกษาของผู้บริโภคสินค้าเกษตร พบว่า ระดับการศึกษาที่แตกต่างกันของผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความต้องการความรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ 0.05 กล่าวคือผู้บริโภคนินค้ำเกษตรกรทุกระดับการศึกษา ไม่มีความสัมพันธ์กับความต้องการความรู้
ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ความต้องการความรู้กับระดับการศึกษาของผู้บริโภคนินค้ำเกษตรกร

		SS	df	MS	F	Sig.
ข้าวพันธุ์แท้	ระหว่างกลุ่ม	9.454	2	4.727	2.779	.065
	ภายในกลุ่ม	328.322	193	1.701		
	รวม	337.776	195			
ข้าวหอมมะลิ	ระหว่างกลุ่ม	8.130	2	4.065	2.492	.085
	ภายในกลุ่ม	314.829	193	1.631		
	รวม	322.959	195			
ประมงธงเขียว	ระหว่างกลุ่ม	11.129	2	5.564	3.282	.040
	ภายในกลุ่ม	327.259	193	1.696		
	รวม	338.388	195			
ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	ระหว่างกลุ่ม	18.788	2	9.394	5.373	.005
	ภายในกลุ่ม	337.457	193	1.748		
	รวม	356.245	195			
COC	ระหว่างกลุ่ม	23.279	2	11.640	6.608	.002
	ภายในกลุ่ม	339.960	193	1.761		
	รวม	363.240	195			

ข้อมูลความสัมพันธ์ความต้องการความรู้กับอาชีพของผู้บริโภคนินค้ำเกษตรกร พบว่า อาชีพที่แตกต่างกัน
ของผู้บริโภคนินค้ำเกษตรกรมีความต้องการความรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ
ผู้บริโภคนินค้ำเกษตรกรทุกอาชีพ ไม่มีความสัมพันธ์กับความต้องการความรู้ ดังตารางที่ 5

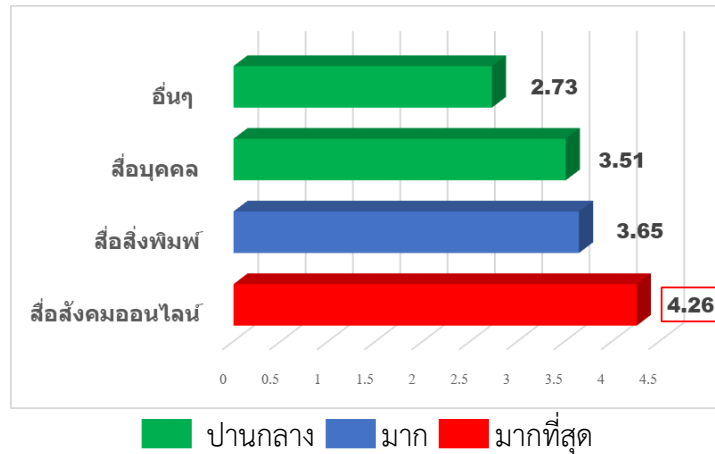
ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ความต้องการความรู้กับอาชีพของผู้บริโภคนินค้ำเกษตรกร

		SS	df	MS	F	Sig.
ควิทั่วไป	ระหว่างกลุ่ม	7.660	4	1.915	1.269	.284
	ภายในกลุ่ม	288.192	191	1.509		
	รวม	295.852	195			
ควิบังคับ	ระหว่างกลุ่ม	3.413	4	.853	.552	.698
	ภายในกลุ่ม	295.460	191	1.547		
	รวม	298.872	195			

ตารางที่ 5 (ต่อ)

		SS	df	MS	F	Sig.
อินทรี	ระหว่างกลุ่ม	8.237	4	2.059	1.303	.270
	ภายในกลุ่ม	301.901	191	1.581		
	รวม	310.138	195			
ข้าวพันธุ์แท้	ระหว่างกลุ่ม	12.896	4	3.224	1.895	.113
	ภายในกลุ่ม	324.880	191	1.701		
	รวม	337.776	195			
ข้ามหอมมะลิ	ระหว่างกลุ่ม	12.500	4	3.125	1.923	.108
	ภายในกลุ่ม	310.459	191	1.625		
	รวม	322.959	195			
ประมงธงเขียว	ระหว่างกลุ่ม	16.876	4	4.219	2.506	.044
	ภายในกลุ่ม	321.512	191	1.683		
	รวม	338.388	195			
ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	ระหว่างกลุ่ม	20.251	4	5.063	2.878	.024
	ภายในกลุ่ม	335.994	191	1.759		
	รวม	356.245	195			
COC	ระหว่างกลุ่ม	23.306	4	5.826	3.274	.013
	ภายในกลุ่ม	339.934	191	1.780		
	รวม	363.240	195			

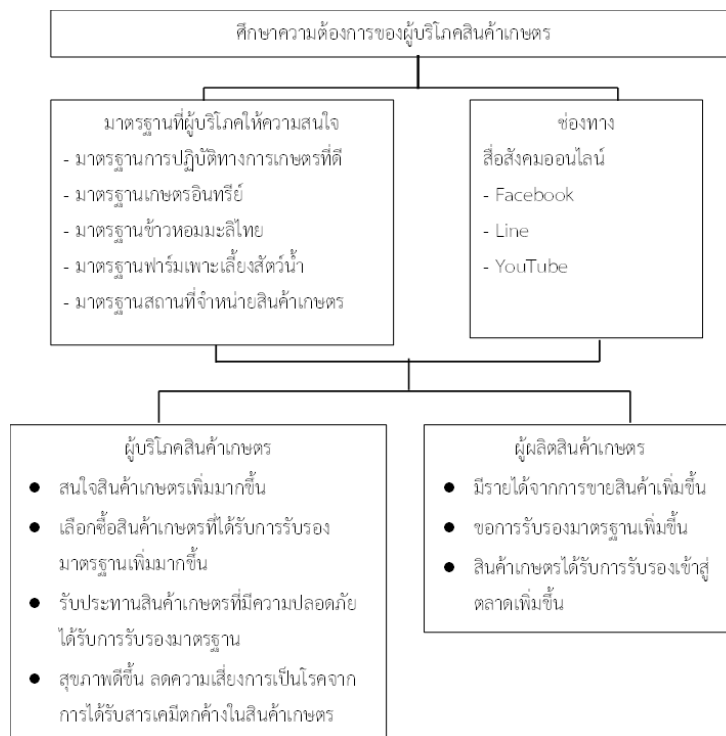
4. ข้อมูลความต้องการการส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับการรองมาตรฐานสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตรผ่านสื่อต่าง ๆ พบว่าผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความต้องการการส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับการรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Line, YouTube อยู่ในระดับมากที่สุด ผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร แผ่นพับ ไปสเตอร์ สิ่งพิมพ์เพื่อบรรจุภัณฑ์ สิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมาก ผ่านสื่อบุคคล เช่น เจ้าหน้าที่ส่งเสริม นักวิชาการ เพื่อน ประชาชนชาวบ้าน และผ่านสื่ออื่น ๆ เช่น สื่อโทรทัศน์ สื่อนิทรรศการ อยู่ในระดับปานกลาง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความต้องการการส่งเสริมของผู้บริโภคสินค้าเกษตรผ่านสื่อต่างๆ

5. รูปแบบการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร

จากผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคสินค้าเกษตร ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตร ข้อมูลความรู้และระดับความต้องการความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานสินค้าเกษตร และข้อมูลความต้องการการส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับการรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรผ่านสื่อต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร พบว่า ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความสนใจในมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย มาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และมาตรฐานสถานที่จำหน่ายสินค้าเกษตร โดยผ่านช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook Line YouTube และนำไปสร้างรูปแบบการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตร ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 รูปแบบการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร

วิจารณ์ผล

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคสินค้าเกษตร

ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคสินค้าเกษตร กลุ่มตัวอย่าง 196 ราย จากกลุ่มผู้บริโภคสินค้าเกษตรตามข้อมูลบน Facebook สมาชิกกลุ่ม “สินค้าเกษตรออนไลน์” ส่งต่อกัน พบว่า ผู้บริโภคสินค้าเกษตร เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายเป็น 2 เท่า มีอายุเฉลี่ย 34 ปี พบว่าอายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 20-29 ปี แสดงให้เห็นว่าปัจจุบันผู้บริโภคบนข้อมูล Facebook ส่วนใหญ่ อยู่ในช่วงวัยกลางคน ซึ่งสอดคล้องกับบริติช วังคิงและคณะ (2560) ศึกษาวิจัยเรื่อง พฤติผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผักสดออนไลน์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผักสดออนไลน์ จากการศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผักสดออนไลน์ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงที่มีอายุ 20-29 ปี มีอาชีพพนักงาน/นักศึกษา ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดที่ใช้ในการตัดสินใจซื้อผักสดออนไลน์ ในภาพรวม พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยด้านเหตุผลในการตัดสินใจเลือกซื้อผักสดออนไลน์ รองลงมา ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผักสดออนไลน์ ปัจจัยด้านราคาที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผักสดออนไลน์ และผู้บริโภคเกือบครึ่งจบการศึกษาในระดับปริญญาตรี

2. ข้อมูลปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเกษตร

พบว่า ปัจจัยที่สอบถามผู้บริโภคสินค้าเกษตร ได้แก่ ผ่านการรับรองมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมทางการตลาด และบรรจุภัณฑ์ ทุกประเด็นมีความสำคัญเท่ากัน ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งทุกประเด็นมีส่วนสำคัญอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับพินิตา กิตตินานนท์ (2559) ได้มีการศึกษาอิสระ เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเจ้าหอมนิลในอำเภอเชียงใหม่ พบว่าด้านปัจจัยส่วนผสมทางการตลาดจากการวิเคราะห์ปัจจัยพบว่า ประกอบด้วย 5 ปัจจัย ได้แก่ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านบรรจุภัณฑ์ และสถานที่การจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านคุณภาพและความปลอดภัย ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ และการประชาสัมพันธ์ ปัจจัยด้านสารอาหารและความสะดวกโดยปัจจัยด้านราคามีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อข้าวเพื่อสุขภาพมากที่สุด โดยค่า % of Variance ที่มีค่า 17.03 ซึ่งสูงกว่าทุกปัจจัย

3. ความรู้และระดับความต้องการความรู้เกี่ยวกับตรารับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร

3.1 ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร พบว่า ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องหมาย/สัญลักษณ์ การรับรองมาตรฐาน อยู่ในระดับน้อยถึงระดับปานกลาง จากการจัดระดับความรู้ของผู้บริโภคสินค้าเกษตรทั้งหมด

3.2 ระดับความต้องการความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานสินค้าเกษตรของผู้บริโภคสินค้าเกษตร พบว่า ส่วนใหญ่ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีระดับความต้องการความรู้เกี่ยวกับ เครื่องหมาย Q ทั่วไป เครื่องหมาย Q บังคับ เครื่องหมายรับรองผลิตภัณฑ์อินทรีย์ เครื่องหมายรับรองข้าวพันธุ์แท้ เครื่องหมายรับรองข้าวหอมมะลิไทย สัญลักษณ์ประมงธงเขียว และสัญลักษณ์ปศุสัตว์ OK ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผู้บริโภคมีความสนใจเกี่ยวกับมาตรฐานสินค้าเกษตรในระดับมากจากความสนใจ 7 รายการจาก 9 รายการ และครอบคลุมทุกกลุ่มสินค้าเกษตร ทั้งด้านพืช ด้านประมงและด้านปศุสัตว์

4. ความต้องการการส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับตรารับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรผ่านสื่อต่างๆ

พบว่า ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความต้องการการส่งเสริมผ่านสื่อประเภท สื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Line, YouTube ในระดับมากที่สุด มีความต้องการผ่านสื่อบุคคล เช่น เจ้าหน้าที่ส่งเสริม นักวิชาการ เพื่อน ปราชญ์ชาวบ้าน และสื่ออื่นๆ เช่น สื่อโทรทัศน์ สื่อนิทรรศการ อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งอยู่ในระดับน้อยที่สุดจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผู้บริโภคสินค้าเกษตรส่วนใหญ่ในปัจจุบันมีการเข้าถึงสื่อประเภทสื่อสังคมออนไลน์มากขึ้น รวมถึงสื่อสังคมออนไลน์ยังมีความสำคัญในการสร้างความรู้ให้แก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร ในเรื่องการรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรเพิ่มมากขึ้น และจะเห็นได้ว่า รูปแบบการส่งเสริมความรู้ประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ ยังคงมีความสำคัญอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีผลกระทบของสื่อกับงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร ของณรงค์ สมพงษ์ (2563) ว่าทฤษฎีนี้เป็นทฤษฎีที่ค่อนข้าง มีสถานะเป็นทฤษฎีกระแสหลักในยุคของสื่อมวลชนแบบเดิม เช่น หนังสือพิมพ์ ภาพยนตร์ วิทยุ โทรทัศน์ เป็นทฤษฎีการสื่อสารที่รองรับอยู่เบื้องหลังแนวคิดและแนวทางปฏิบัติของงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรอย่างมากที่สุด

5. รูปแบบการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร

จากการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคสินค้าเกษตรกลุ่มตัวอย่าง ต่อรูปแบบการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตร พบว่า ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความต้องการความรู้ในเรื่องเครื่องหมาย Q ทั่วไป เครื่องหมาย Q บังคับ เครื่องหมายรับรองผลิตภัณฑ์อินทรีย์ เครื่องหมายรับรองข้าวพันธุ์แท้ เครื่องหมายรับรองข้าวหอมมะลิไทย สัญลักษณ์ประมงเชิงเขียว และสัญลักษณ์ปศุสัตว์ OK ซึ่งครอบคลุมทุกกลุ่มสินค้าเกษตร ทั้งด้านพืช ด้านประมง และด้านปศุสัตว์ ตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย มาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มาตรฐานสถานที่จำหน่ายสินค้าเกษตร และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ และผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความต้องการการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองมาตรฐานผ่านสื่อประเภทสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Line, YouTube รวมไปถึงการประชาสัมพันธ์ให้เพิ่มมากขึ้น เช่น การประชาสัมพันธ์กับ influencer เช่น Facebook, Instagram, Twitter ทั้งในส่วนหน่วยงานและสินค้าเกษตรในแต่ละชนิด การจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ผ่านสถานที่จำหน่ายที่ผู้บริโภคมีการเลือกซื้อทั้งที่สถานที่จำหน่ายและในช่องทางออนไลน์ให้เพิ่มมากขึ้น รวมถึงมีการใช้สัญลักษณ์เดียวกันของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เพื่อให้ผู้บริโภคสินค้าเกษตรสามารถจดจำได้ง่าย

สรุปผล

จากการศึกษาการส่งเสริมเกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรแก่ผู้บริโภคสินค้าเกษตร พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการความรู้เกี่ยวกับตรารับรองสินค้าเกษตรครอบคลุมทุกกลุ่มสินค้าเกษตรทั้งด้านพืช ด้านประมง และด้านปศุสัตว์ โดยช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Line, YouTube ควรมีการจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ตามความต้องการของผู้บริโภคสินค้าเกษตรในเรื่องมาตรฐานต่างๆ ผ่านช่องทางสื่อสังคมออนไลน์เช่น Facebook, Line, YouTube ให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ผู้บริโภคสินค้าเกษตรมีความรู้เพิ่มมากขึ้น และเกิดการเลือกซื้อสินค้าเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ สมพงษ์ คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่านในสาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช รวมถึงผู้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสัมภาษณ์ และขอบคุณเพื่อนร่วมงานที่ให้โอกาสในการศึกษาและกำลังใจ เพื่อนนักศึกษาและรุ่นพี่สาขาวิชาที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา บุรพาจารย์ ผู้มีพระคุณทุกท่าน และขอบคุณสมาชิกในครอบครัวที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจอยู่เสมอ ทำให้ผู้วิจัยมีความมุ่งมั่นและมีแรงผลักดันในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. (2563). *หลักเกณฑ์และเงื่อนไข การรับรองระบบการผลิตและผลิตผลสัตว์น้ำตามมาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ GAP และ CoC*. กรุงเทพฯ : กรมประมง
- กรมปศุสัตว์. (2563). *คู่มือโครงการปศุสัตว์ OK* สืบค้นจาก <http://www.dld.go.th>
- เกรียง กิจบำรุงรัตน์. (2565). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคทางสังคมออนไลน์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 41(1), 18-28.
- ชนนิกันต์ จงไกรจักร. (2561). *ส่วนประสมทางการตลาด คุณค่าตราสินค้า และทัศนคติที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ*.
- เชิดพงษ์ ชีระจิตต์. (2563). การใช้การสื่อสารเพื่อการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการบริหารและการสื่อสารเพื่อการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร (หน่วยที่ 10)*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ณรงค์ สมพงษ์. (2563). แนวคิด ทฤษฎี หลักการสื่อสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศกับการบริหารการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร. ใน *การบริหารและการสื่อสารเพื่อการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร (หน่วยที่ 9)*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ณิชนนันท์ ใจคำ และ ปรีดา ศรีนฤวรรณ. (2559). *ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา ริมปิงซูเปอร์มาร์เก็ตในจังหวัดเชียงใหม่*. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 202-209.
- บุษกร คำโฮม, ศุภกัญญา จันทรุกขา และ เจียรระโน ไชกาล เจริญ. (2564) *พฤติกรรมการซื้ออาหารปลอดภัยของผู้บริโภคในจังหวัดอุบลราชธานี. วารสารการจัดการและการพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*, 8 (1), 137-149.

- ปัญญาพัฒน์ เตชะศิริเชษฐ์. (2563). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ ตามแนวคิดการบริโภคอย่างยั่งยืนของคนวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร (ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิตวิทยาลัยการจัดการ) มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พนิดา กิตตินานนท์. (2559). การยอมรับของผู้บริโภคต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเจ้าหอมนิลในอำเภอเชียงใหม่ (บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรมเกษตร) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551. (2551, 22 กุมภาพันธ์). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 125 ตอนที่ 37 ก. หน้า 1
- พัชรินทร์ ชินกลาง, และวัชรพจน์ ทรัพย์สงวนบุญ. (2562). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผักสดผ่านร้านค้าปลีกแบบดั้งเดิมในเขตบางบอน กรุงเทพมหานคร. วารสารบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ ราชมงคล ล้านนา. 7, 1 (มกราคม-มิถุนายน): 36-47
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2561). โครงการวิจัยเชิงสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิทธิผู้บริโภคตามที่สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครอง (สคบ.) เผยแพร่ประชาสัมพันธ์และความเชื่อมั่นของผู้บริโภคต่อการดำเนินงานสำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค. สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค สำนักงานนายกรัฐมนตรี, กรุงเทพมหานคร.
- รัตติยา วงศ์มิ่งและคณะ. (2560). พฤติผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผักสดออนไลน์. วารสารนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. 2, 2 (มกราคม – ธันวาคม) : 105-114
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2551). ความหมายมาตรฐานสินค้าเกษตร สืบค้นจาก <https://www.acfs.go.th>
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2561). คู่มือการใช้และแสดงเครื่องหมายรับรองมาตรฐานภายใต้พระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551 พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (ม.ป.ป). สินค้าปลอดภัยมันใจเครื่องหมาย Q. (แผ่นพับ)
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. (2564). การสำรวจพฤติกรรมด้านสุขภาพของประชากร พ.ศ. 2564 กรุงเทพฯ : กองสถิติสังคม สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

การส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกรในอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว Extension of *Andrographis paniculata* Production of Farmers in Khlung Hat District, Sa Kaeo Province

นรินทร์รา ไตรยราชชื่อผู้เขียน^{1*} นารีรัตน์ สีระสาร¹ และ ปริชาติ ดิษฐกิจ¹

Narinthira Traiyarat^{1*} Nareerut Seerasarn¹ and Parichat Dittakit¹

¹ วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

¹ Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120.

*Corresponding author E-mail: Nareerut.see@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) สภาพสังคม และสภาพเศรษฐกิจ 2) สภาพการผลิตฟ้าทะลายโจร 3) ความต้องการในการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจร 4) ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกร ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย คือ เกษตรกรผู้ปลูกฟ้าทะลายโจร อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรเป็นเกษตรกรกับกรมส่งเสริมการเกษตร ปี 2564 โดยเก็บจากประชากรทั้งหมดจำนวน 160 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการจัดอันดับ ผลการวิจัยพบว่า 1) เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 47.51 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสบการณ์ในการปลูกฟ้าทะลายโจร เฉลี่ย 6.3 ปี จำนวนแรงงาน เฉลี่ย 1.94 คน ส่วนใหญ่ใช้ทุนตนเอง 2) เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์พื้นเมือง พื้นที่ที่ใช้ปลูกเฉพาะฟ้าทะลายโจร 0.65 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกที่ราบเรียบแบบแปลงเดี่ยวโดยการเพาะเมล็ดย้ายกล้า มีการกำจัดวัชพืช มีการเก็บเกี่ยวอายุเฉลี่ย 91.91 วัน มีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 3.29 ครั้งต่อปี ผลผลิตฟ้าทะลายโจรเฉลี่ย 2,135.63 กิโลกรัมต่อไร่ มีราคาขายผลผลิตฟ้าทะลายโจรเฉลี่ย 17.94 ต่อกิโลกรัม 3) ความต้องการในการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกร ระดับปานกลาง ในประเด็นความรู้ในการใช้สารชีวภัณฑ์ และการวางแผนการผลิตฟ้าทะลายโจรล่วงหน้า และ 4) ปัญหาในส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจร ระดับปานกลาง ในประเด็นขาดการวางแผนการผลิตฟ้าทะลายโจรล่วงหน้า ข้อเสนอแนะในการผลิตฟ้าทะลายโจร ควรเพิ่มการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้เกี่ยวกับการผลิตฟ้าทะลายโจร

คำสำคัญ : การส่งเสริม ความต้องการ ฟ้าทะลายโจร

Abstract

The objectives of this research were to study 1) social and economic conditions, 2) the conditions of *Andrographis paniculata* production, 3) extension needs of *Andrographis paniculata* production, and 4) problem and suggestions of extension of *Andrographis paniculata*

production of farmers. The population consisted of 252 *Andrographis paniculata* farmers in Khlong Hat District, Sa Kaeo Province who registered with the Department of Agricultural Extension in the production year of 2021 by collecting from all population of 160 people. Structured interviews were used for data collection. Statistics used were frequency, percentage, mean, minimum, maximum, standard deviation and ranking. The results indicated the following: (1) Most of the farmers were male with average of age 47.51 years, graduated from high school, experience in planting *Andrographis paniculata* average 6.3 years, average number of workers 1.94 people, most of them use their own funds. 2) Most farmers grow indigenous species, area used for planting only 0.65 rai of *Andrographis paniculata*, single plot flat farmland by sowing seeds, weed removal. The average age was harvested 91.91 days. There was an average of 3.29 harvests per year. The average yield of *Andrographis paniculata* was 2,135.63 kg per rai. The average selling price of *Andrographis paniculata* was 17.94 per kilogram. 3) Extension of *Andrographis paniculata* production of farmers at moderate on issue knowledge of the use of biologics and planning for the production of *Andrographis paniculata* production in advance. And 4) Problems of extension of *Andrographis paniculata* production at moderate level on issue lack of production planning in advance. Suggestions for the production of *Andrographis paniculata* production so would be increase the establishment of a learning center on the production of *Andrographis paniculata* production.

Keywords : Extension, Needs, *Andrographis paniculata* production

บทนำ

พืชสมุนไพรในประเทศไทย สมุนไพรมากกว่า 20,000 ชนิด เนื่องจากสภาพภูมิประเทศที่หลากหลาย ซึ่งประมาณ 1,800 ชนิด ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการบริโภคเพื่อสุขภาพ รวมถึงการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม ทั้งอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูป อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พัฒนาายาสมุนไพร และอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปสมุนไพรต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสารสกัดสมุนไพร เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและสปา (ชินตร์นันท์ สุริยวิทยาเวช, 2562) โดยสมุนไพรส่วนใหญ่ได้จาก (1) สมุนไพรที่ได้จากการปลูก โดยปลูกกระจายอยู่ทั่วประเทศ นิยมปลูกผสมผสาน (2) สมุนไพรที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ เก็บจากป่า ขาดการจัดการที่ดิน การปลูกทดแทน ทำให้สมุนไพรในธรรมชาติลดปริมาณลง เกิดการขาดแคลนและอาจสูญพันธุ์ (3) สมุนไพรที่ได้จากการนำเข้าไป ในปัจจุบันมีการนำเข้าไปในปริมาณที่ค่อนข้างสูง (กระทรวงสาธารณสุข และองค์การภาครัฐ – เอกชน, 2559)

สมุนไพรเป็นที่ยอมรับในประเทศเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง และรัฐบาลไทยได้กำหนดแผนแม่บทแห่งชาติ ด้วยการพัฒนาสมุนไพร ฉบับที่ 1 พ.ศ.2560-2564 โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการพัฒนาสมุนไพรไทยให้ยั่งยืน ได้มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับของสากล เพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์สมุนไพร และขับเคลื่อนให้เป็นพืชเศรษฐกิจตัวใหม่ (กระทรวงสาธารณสุข และองค์การภาครัฐ – เอกชน, 2559) จากสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้สร้างโอกาสให้กับสมุนไพรไทยอย่างฟ้าทะลายโจร *Andrographis paniculate* ซึ่งเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพในการผลิตและการนำไปใช้สูง และฟ้าทะลายโจรได้ขึ้นทะเบียนในบัญชียาหลักแห่งชาติด้านสมุนไพร (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2564 ลงวันที่ 4 มิถุนายน 2564 ฟ้าทะลายโจรมี 3 กลไก ที่ช่วยในการบรรเทาอาการ และเกี่ยวข้องกับการในการรักษาโรคโควิด-19 คือ (1) การยับยั้งการเพิ่มจำนวนของไวรัส แต่ไม่มีฤทธิ์ในการกำจัดไวรัสหรือป้องกันการเข้าเซลล์ (2) ลดการอักเสบ ซึ่งมีผลในการลดไข้ ลดอาการหวัด ไอ เจ็บคอ (3) ปรับภูมิคุ้มกัน โดยการรับประทานยาที่มีสาร *Andrographolide* ในปริมาณที่เหมาะสม คือ 180 มิลลิกรัมต่อวัน เป็นเวลา 5 วัน (บัญชียาหลักแห่งชาติด้านสมุนไพร, ฉบับที่ 2, 2564)

ในพื้นที่อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว ที่เป็นแหล่งผลิตสมุนไพรที่สำคัญของจังหวัดสระแก้ว มีการปลูกสมุนไพรอย่างแพร่หลาย และมีรูปแบบการผลิตแบบตลาดนำการผลิต มีการแปรรูปสมุนไพรสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสมุนไพร ในสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ฟ้าทะลายโจรเป็นที่ต้องการของตลาด ดังนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่จึงคำนึงถึงการเพิ่มผลผลิต และราคาที่จะได้

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกรในอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว ในประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น สภาพสังคมและเศรษฐกิจ การผลิต รวมถึงปัญหาและข้อเสนอแนะในการผลิตฟ้าทะลายโจรซึ่งผลของงานวิจัยนี้ นำไปใช้ในการพัฒนาการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกรสู่การพัฒนาคุณภาพ นำไปสู่ศักยภาพในการผลิต การพึ่งตนเอง และส่งผลให้ชุมชนความเข้มแข็งต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ทำการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกฟ้าทะลายโจร อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว ทั้งหมดจำนวน 160 คน โดยเก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมด ดำเนินการรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม 2564-สิงหาคม 2565 และใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการวิจัยและผู้วิจัยมีการสัมภาษณ์โดยตรง สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการเรียงลำดับ

สำหรับค่าความเที่ยงที่แนะนำโดยทั่วไปนั้น ค่าความเที่ยงของเครื่องมือวัดควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.80 ดังนั้น แบบสอบถามที่จะใช้ในการวิจัยในครั้งนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาที่อยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าค่าที่เหมาะสม จึงสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างได้ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และการจัดอันดับ โดยนำคะแนนรวมมาหา ค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์เฉลี่ย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบ สัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วยคำถาม ปลายปิด และปลายเปิด แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติการแจกแจงความถี่ร้อยละค่าต่ำสุดค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 2 สภาพการผลิตฟ้าทะเลายใจของเกษตรกร วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ความต้องการในการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะเลายใจของเกษตรกร วิเคราะห์ ข้อมูลโดยสถิติการแจกแจงความถี่ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยให้เลือกระดับความต้องการ ข้อละ 1 ระดับ ซึ่งกำหนดให้มีความต้องการ 5 ระดับ ได้แก่

มีความต้องการมากที่สุด	เท่ากับ 5 คะแนน
มีความต้องการมาก	เท่ากับ 4 คะแนน
มีความต้องการปานกลาง	เท่ากับ 3 คะแนน
มีความต้องการน้อย	เท่ากับ 2 คะแนน
มีความต้องการน้อยที่สุด	เท่ากับ 1 คะแนน

ตอนที่ 4 วิเคราะห์ปัญหา ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะเลายใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดย สถิติการแจกแจงความถี่ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยให้เลือกระดับความต้องการ ข้อละ 1 ระดับ ซึ่งกำหนดให้มีความต้องการ 5 ระดับ ได้แก่

มีความต้องการมากที่สุด	เท่ากับ 5 คะแนน
มีความต้องการมาก	เท่ากับ 4 คะแนน
มีความต้องการปานกลาง	เท่ากับ 3 คะแนน
มีความต้องการน้อย	เท่ากับ 2 คะแนน
มีความต้องการน้อยที่สุด	เท่ากับ 1 คะแนน

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล

1. ข้อมูลสภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกฟ้าทะเลายใจ อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว เป็นกลุ่มประชากร จำนวน 160 คน ร้อยละ 51.2 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 47.51 ปี ซึ่งสอดคล้องกับพจนานุกรม (2562) ที่ศึกษาแนวทางการส่งเสริมการปลูกพืชสมุนไพรของเกษตรกรในจังหวัดกระบี่ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 66.7 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่เป็นเพศหญิงมีความสนใจการปลูกสมุนไพร ซึ่งเป็นกิจกรรมที่สามารถปฏิบัติได้ง่ายและไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานหนัก และเพศชายส่วนใหญ่มักจะมีอาชีพรับจ้างหรือทำไร่ซึ่งใช้แรงงานมากกว่า และเกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ในวัยกลางคน ซึ่งเกษตรกรในช่วงวัยดังกล่าวอาจมีความสนใจในด้านสุขภาพ จึงหันมา

ปลูกสมุนไพรรักษาโรคลำไส้อักเสบ เพื่อใช้ในการดูแลสุขภาพและจำหน่าย ร้อยละ 37.5 มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่า ปวช. แตกต่างกับ สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2563) ที่ศึกษาการศึกษาศึกษาคุณภาพการผลิตและการตลาดสมุนไพรรักษาโรคลำไส้อักเสบ ในพื้นที่โครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ กรณีศึกษา: ขมิ้นชันและไพล พบว่าส่วนใหญ่จบการศึกษาใน ระดับประถมศึกษา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปัจจุบันเกษตรกรได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งจัดไม่น้อยกว่าสิบสองปีก่อนระดับอุดมศึกษา ประสบการณ์ในการปลูกสมุนไพรรักษาโรคลำไส้อักเสบเฉลี่ย 7.66 ปี สอดคล้องกับพรนภา ชนะสุวรรณ (2562) พบว่า เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกสมุนไพรรักษาโรคลำไส้อักเสบเฉลี่ย 7.53 ปี ประสบการณ์ในการปลูกพริกชี้ฟ้า พบว่าเกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกพริกชี้ฟ้าเฉลี่ย 6.3 ปี ซึ่งแตกต่างกับธนโชติเศวตโชติธนากร และคณะ (2565) ที่ศึกษา การศึกษาวิธีการทำไรพริกชี้ฟ้าเชิงธุรกิจของเกษตรกร อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าเกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกพริกชี้ฟ้าเฉลี่ยมาไม่น้อยกว่า 3-5 ปี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพริกชี้ฟ้าไม่นิยมปลูกเชิงธุรกิจ เกษตรกรจึงไม่ได้ให้ความสำคัญในการปลูกจึงทำให้มีประสบการณ์ในการปลูกไม่มาก และอาจส่งเสริมให้ปลูกบริโภคภายในครัวเรือน (Table 1)

Table 1 General information of *Andrographis paniculata* farmers in in Khlong Hat District, Sa Kaeo Province (n=160)

Items	Frequency	Percentage
1. Gender		
- Female	82	51.2
- Male	78	48.8
2. Age (years old)		
≤30	18	11.3
31 - 40	30	18.9
41 - 50	46	28.9
51 - 60	42	26.4
≥ 61	24	15.2
Min = 22 Max = 77 \bar{x} = 47.51 SD = 12.452		
3. Education level		
Below primary school	10	6.3
Primary school	26	16.3
Secondary school	50	31.3

High school	60	37.5
Diploma	9	5.6
Master degree	5	3.1
4. experience in planting herbs (years)		
≤ 5	83	51.9
6 - 10	47	29.4
11 - 15	14	8.8
16 - 20	10	6.3
≥ 21	6	3.7
Min = 10 Max = 26 $\bar{x} = 7.66$ SD = 5.835		
5. experience in planting <i>Andrographis paniculata</i> (years)		
≤2	25	15.6
3 - 4	30	18.8
5 - 6	31	19.4
7 - 8	17	10.6
≥ 9	57	35.7
Min = 1 Max = 26 $\bar{x} = 6.3$ SD = 5.281		

2. ข้อมูลสภาพการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรร้อยละ 52.5 ใช้ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งสอดคล้องกับสำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2549) ที่ศึกษาเศรษฐกิจสมุนไพรไทย ปี 2548/49 กรณีศึกษา : ว่านหางจระเข้ ฟ้าทะลายโจร ตะไคร้หอม และไพล พบว่าพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นพันธุ์พื้นเมือง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกษตรกรสามารถหาเมล็ดพันธุ์ได้ง่ายในท้องถิ่น เก็บเมล็ดพันธุ์ไว้สำหรับปลูกในฤดูกาลผลิตต่อไป และสภาพพื้นที่เหมาะสมกับการปลูกฟ้าทะลายโจรพันธุ์พื้นเมือง ร้อยละ 73.10 ไม่ได้รับมาตรฐานการผลิตฟ้าทะลายโจร มีพื้นที่ทำการเกษตรรวมทั้งหมด ที่ไม่ใช่สมุนไพรเฉลี่ย 17.49 ไร่ มีพื้นที่เพาะปลูกพืชสมุนไพรเฉลี่ย 2.07 ไร่ พื้นที่ที่ใช้ปลูกเฉพาะฟ้าทะลายโจรเฉลี่ย 0.65 ไร่ พรนภา ชนะสุวรรณ (2562) พบว่า มีพื้นที่ปลูกพืชสมุนไพรเฉลี่ย 1.07 ไร่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไม่ได้ส่งเสริมให้ปลูกเป็นพืชเดี่ยวเชิงการค้า จึงมีพื้นที่การปลูกพืชสมุนไพรไม่มากนัก เกษตรกรทั้งหมดพื้นที่เพาะปลูกที่ราบเรียบ ร้อยละ 56.9 มีลักษณะการปลูกแบบแปลงเดี่ยว ร้อยละ 70.6 พื้นที่มีลักษณะดินเป็นดินร่วน ร้อยละ 66.9 แหล่ง

น้ำในการเพาะปลูกคือน้ำฝน ร้อยละ 59.9 มีการไถตะ ร้อยละ 56.9 มีการยกร่องปลูกหรือยกแปลง แล ร้อยละ 53.0 มีวิธีการปลูกแบบเพาะเมล็ดย้ายกล้าปลูก เนื่องจากวิธีการนี้ทำให้ได้ต้นฟ้าทะลายโจรที่ออกดอกใกล้เคียงกันทั่วทั้งแปลง สะดวกในการดูแลรักษา ร้อยละ 37.7 มีการกำจัดวัชพืช มีการเก็บเกี่ยวอายุเฉลี่ย 91.91 วัน มีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 3.29 ครั้งต่อปี ผลผลิตฟ้าทะลายโจรเฉลี่ย 2135.63 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแตกต่างกับสุภาพรณ์ สาขาศาสตร์ และคณะ (2558) ที่ศึกษา วิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีศักยภาพ พบว่าฟ้าทะลายโจรให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 2,987-3,163 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเกษตรกรแต่ละคนมีกระบวนการผลิตฟ้าทะลายโจรที่แตกต่างกัน จึงทำให้ได้ปริมาณผลผลิตไม่เท่ากัน มีราคาขายผลผลิตฟ้าทะลายโจรเฉลี่ย 17.94 บาทต่อกิโลกรัม ร้อยละ 43.7 เก็บเกี่ยวเพื่อขายผลผลิตสด ร้อยละ 64.4 ขายให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ร้อยละ 61.3 ไม่ขายผลผลิตแบบแห้งและแบบผง ร้อยละ 78.8 มีการรวมกลุ่มกันขายผลผลิต ซึ่งสอดคล้องสำนักงานเกษตรอำเภอคลองหาด (2565) พบว่าเกษตรกรมีการรวมกลุ่มในการจัดตั้งวิสาหกิจชุมชน กลุ่มส่งเสริมอาชีพเกษตรกรกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร และแปลงใหญ่ ที่เกี่ยวกับการผลิตและการจำหน่ายสมุนไพร เพื่อกลุ่มสามารถกำหนดราคาเองได้ หรือมีอำนาจในการต่อรอง

3. ข้อมูลความต้องการในการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกร

1) ด้านเนื้อหา ในภาพรวมพบว่าเกษตรกรมีความต้องการอยู่ในระดับปานกลาง พบว่าอยู่ในระดับมาก 3 ประเด็น คือ มีความต้องการการวางแผนการผลิตฟ้าทะลายโจร รองลงมา ความต้องการความรู้ในการใช้สารชีวภัณฑ์ และความรู้เกี่ยวกับการปลูกฟ้าทะลายโจร เนื่องจากยังขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้สารชีวภัณฑ์ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัย เจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตรควรจัดหลักสูตรฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับแผนการผลิตรายบุคคล (Individual Farm Production Plan :IFPP) เป็นแผนธุรกิจเกษตรอย่างง่าย ที่จะเป็นการบ่งบอกถึงขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรมการเกษตรของตนเองทั้งหมด และให้ความรู้เกี่ยวกับการปลูกฟ้าทะลายโจร

2) ด้านวิธีการส่งเสริม ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ได้แก่ การส่งเสริมแบบกลุ่ม รองลงมาคือการส่งเสริมแบบรายบุคคล และการส่งเสริมแบบมวลชน ซึ่งสอดคล้องกับปิยะธิดา (2557) ศึกษาความต้องการการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในอำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี พบว่าเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมในรูปแบบกลุ่ม เช่น การจัดทัศนศึกษาและดูงาน การจัดเวทีเรียนรู้ การอบรมและสาธิตระดับมาก รองลงมาต้องการการส่งเสริมแบบรายบุคคล เช่นการเยี่ยมเยียนของเจ้าหน้าที่เป็นรายบุคคล การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ทางโทรศัพท์ และวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน เช่น การดูวิดีโอ/วีดิทัศน์ การจัดนิทรรศการ จัดงานวันรณรงค์

4. ข้อมูลปัญหา ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจร

1) ปัญหาในส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการปัญหาในการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกร เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ขาดการวางแผนการผลิตฟ้าทะลายโจรล่วงหน้า ค่าเฉลี่ย 3.86 ขาดความรู้ด้านโรคพืชและแมลงศัตรูฟ้าทะลายโจร ค่าเฉลี่ย 3.46 และขาดความรู้เกี่ยวกับการผลิตฟ้าทะลายโจร ค่าเฉลี่ย 3.45 ตามลำดับ

2) ข้อเสนอแนะในส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกรเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ควรเพิ่มการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้เกี่ยวกับการผลิตฟ้าทะลายโจร ค่าเฉลี่ย 4.89 ควรเพิ่มวิธีการเพิ่มผลผลิตฟ้าทะลายโจร ค่าเฉลี่ย 4.74 และควรเพิ่มการศึกษาดูงานเกี่ยวกับการผลิตฟ้าทะลายโจร ค่าเฉลี่ย 4.64 ตามลำดับ

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรผู้ผลิตฟ้าทะลายโจรในพื้นที่อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว พบว่าเกษตรกรผู้ผลิตฟ้าทะลายโจร ร้อยละ 51.2 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 47.51 ปี ร้อยละ 37.5 มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่า ปวช. มีประสบการณ์การปลูกสมุนไพรทุกชนิด เฉลี่ย 7.66 ปี มีประสบการณ์การปลูกฟ้าทะลายโจร เฉลี่ย 6.3 ปี มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 19.57 ไร่ มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 1.94 คน ร้อยละ 50.6 ใช้แหล่งเงินทุนของตนเอง เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์พื้นเมือง พื้นที่ที่ใช้ปลูกเฉพาะฟ้าทะลายโจร 0.65 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกที่ราบเรียบแบบแปลงเดี่ยวโดยการเพาะเมล็ดย้ายกล้า มีการกำจัดวัชพืช มีการเก็บเกี่ยวอายุเฉลี่ย 91.91 วัน มีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 3.29 ครั้งต่อปี ผลผลิตฟ้าทะลายโจรเฉลี่ย 2,135.63 กิโลกรัมต่อไร่ มีราคาขายผลผลิตฟ้าทะลายโจรเฉลี่ย 17.94 บาทต่อกิโลกรัม 3) ความต้องการในการส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกร ระดับปานกลาง ในประเด็นความรู้ในความต้องการการวางแผนการผลิตฟ้าทะลายโจรมากที่สุด รองลงมา ความต้องการความรู้ในการใช้สารชีวภัณฑ์ และความรู้เกี่ยวกับการปลูกฟ้าทะลายโจร และ 4) ปัญหาในส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจร ระดับปานกลาง ในประเด็นขาดการวางแผนการผลิตฟ้าทะลายโจรล่วงหน้า ข้อเสนอแนะในการผลิตฟ้าทะลายโจร ควรเพิ่มการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้เกี่ยวกับการผลิตฟ้าทะลายโจร เพื่อถ่ายทอดการเรียนรู้ และสืบค้นข้อมูลในชุมชน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง การส่งเสริมการผลิตฟ้าทะลายโจรของเกษตรกรในอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกร เกษตรกรควรศึกษาหาความรู้ในเรื่องการวางแผนการผลิตฟ้าทะลายโจร เพื่อให้ได้ฟ้าทะลายโจรที่มีคุณภาพ และการผลิตฟ้าทะลายโจรจำเป็นต้องได้รับน้ำปริมาณที่พอเพียง และสม่ำเสมอตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว จึงต้องมีการวางแผนการใช้น้ำให้ได้ทั้งฤดูกาลผลิต

1.2 ข้อเสนอแนะต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรให้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องการผลิตฟ้าทะลายโจร และสมุนไพรอื่นๆให้แก่เกษตรกร ทั้งความรู้ด้านทฤษฎี และด้านการปฏิบัติ เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้และนำไปปฏิบัติใช้ได้อย่างถูกต้อง ควรมีการจัดการเรียนรู้ให้กับเกษตรกรผ่านสื่อกลุ่มให้มากขึ้น เพื่อให้เกษตรกรเกิดการเรียนรู้พร้อมกับการลงมือปฏิบัติ ในสถานที่จริง พุดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ ทำให้เกษตรกรเกิดความรู้ การจดจำ และนำไปปฏิบัติต่อไป

1.3 ข้อเสนอแนะต่อหน่วยงาน ควรให้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องการผลิตฟ้าทะลายโจรให้ได้รับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตพืชสมุนไพร ให้ครอบคลุมทุกขั้นของกระบวนการผลิตในแปลงปลูกถึงการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้วัตถุดิบพืชสมุนไพรที่มีคุณภาพและปลอดภัย เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพร โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อม สุขภาพ ความปลอดภัย ให้แก่เกษตรกร ทั้งความรู้ด้านทฤษฎี และด้านการปฏิบัติ เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้และนำไปปฏิบัติใช้ได้อย่างถูกต้อง และควรมีการสนับสนุนแหล่งความรู้ประเภทสื่อกิจกรรมให้มากขึ้น เช่น การจัดตั้งศูนย์เรียนรู้ต่อการผลิตฟ้าทะลายโจร ทำแปลงการศึกษาดูงาน การฝึกอบรม เพื่อที่จะได้เห็นตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จ และเกษตรกรได้การฝึกปฏิบัติ เพื่อนำแนวคิด มาปฏิบัติได้จริง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการเพิ่มผลผลิตฟ้าทะลายโจรโดยเฉพาะ ทั้งด้านความรู้ของเกษตรกร การนำไปใช้ เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางการส่งเสริมแก่เกษตรกรต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขอการรับรองมาตรฐานอินทรีย์ของเกษตรกรในการผลิตฟ้าทะลายโจร และสมุนไพรอื่น นำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางการส่งเสริมแก่เกษตรกรต่อไป

2.3 ควรศึกษาวิธีการแปรรูปฟ้าทะลายโจร เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

2.4 ควรมีการศึกษาการตลาดฟ้าทะลายโจร เพื่อเพิ่มช่องทางการตลาดใหม่ๆ เป็นทางเลือกให้เกษตรกรสามารถจำหน่ายสินค้าได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นารินทร์ สีระสาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชาติ ดิษฐกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญช จุลกะ ประธานการสอบที่กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นคณะกรรมการในการสอบปกป้องวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกฟ้าทะลายโจร อำเภอกลองหาด จังหวัดสระแก้ว ทั้งหมดทุกท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสัมภาษณ์ ในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ และขอขอบคุณบุคลากรและเจ้าหน้าที่สาขาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาในการศึกษาและจัดทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งเพื่อนนักศึกษาปริญญาโททุก

ท่าน ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัวที่ทำให้ผู้วิจัยมีความมุ่งมั่นและมีกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2555. วิจัยและพัฒนาการผลิตฟ้าทะลายโจรเพื่อเพิ่ม ผลผลิตและคุณภาพ. ผลงานวิจัยดีเด่น และผลงานวิจัยที่เสนอเข้าร่วม พิจารณาเป็นผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี2554. กรุงเทพฯ. หน้า 64-77.
- กระทรวงสาธารณสุข และองค์การภาครัฐ - เอกชน. (2559). แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560-2564. นนทบุรี: กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข.
- ชนินทร์นันท์ สุริยวิทยาเวช. (2562). จากยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีสู่แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 18(1), 240-250.
- दनัย ศิริบุรี และอรรถศาสตร์ วิเชียรศาสตร์. (2559). ต้นทุนการปลูกพืชสมุนไพรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสมุนไพร เชียงเพ็ญ. วารสารแก่นเกษตร 44, ฉบับพิเศษ 1 : 571-576.
- ธนโชติ เสวตโชติธนากร, รังสรรค์ สิงห์เลิศ และ แดนวิชัย สายรักษา. (2565). การศึกษาวิธีการทำไร่ฟ้าทะลายโจรเชิงธุรกิจของเกษตรกร อำเภอกำมะกา จังหวัดกาญจนบุรี. วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ, 2 (5), 415-430.
- ปิยะธิดา อ่อนพันธ์. (2557). ความต้องการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในอำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ ส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พรนภา ชนะสุวรรณ. (2562). แนวทางการส่งเสริมการปลูกพืชสมุนไพรของเกษตรกรในจังหวัดกระบี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ ส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สำนักงานเกษตรอำเภอลองหาด. (2565). แผนพัฒนาการเกษตรอำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). การศึกษาศักยภาพการผลิตและการตลาดสมุนไพรในพื้นที่โครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ กรณีศึกษาขมิ้นชันและไพล Herb Production and Marketing Potentials in the Large Scale Agricultural System Project: A Case Study of Turmeric and Plai. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. (2549). การศึกษาวิจัยเศรษฐกิจสมุนไพรไทย 2548/49 กรณีศึกษา: ว่านหางจระเข้ ฟ้าทะลายโจร ตะไคร้หอม และไพล. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- สุภาภรณ์ สาชาติและคณะ. (2558). วิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีศักยภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร.

ผลของการปลิดผลต่อผลผลิตและคุณภาพผลของอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮี Effect of Fruit Thinning on Yield and Fruit Quality in Barhee Date Palm

สุमित วิลัยพร^{1*} ศิริลักษณ์ อินทวงค์¹ ศิรگانต์ ศรีธัญรัตน์²

Sumit Wilaiporn^{1*} Siriluck Intawong¹ Siragan Srithanrat²

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ เลขที่ 270 ม.6 ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ 50110

¹ Chiang Mai Agricultural Research and Development Center, No. 270, Moo 6, Pong Nam Ron, Fang, Chiang Mai, 50110

² กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร เลขที่ 50 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

² Postharvest and Processing Research and Development Division, No. 50, Phaholyothin Rd., Chatuchack, Bangkok, 10900

*Corresponding author E-mail: sumit_200@hotmail.com

บทคัดย่อ

การทดลองปลิดผลต่อผลผลิตและคุณภาพผลอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮี ในแปลงของเกษตรกรที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ปี 2565 โดยคัดเลือกต้นอินทผลัมเพศเมียพันธุ์บาร์ฮีอายุประมาณ 5 ปี ต้นมีความสม่ำเสมอ ใช้เกสรเพศผู้จากแหล่งเดียวกันผสมเกสร วางแผนการทดลองแบบ RCBD 4 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ประกอบด้วยไม่ปลิดผล ปลิดผล 30% ปลิดผล 50% และปลิดผล 70% โดยปลิดผลหลังจากผสมเกสร 1 เดือน ปลิดผลแบบกระจายทั่วทั้งซ่อ และพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชแล้วห่อผล พบว่า การปลิดผลทุกกรรมวิธีมีผลต่อความกว้างผล ความยาวผล น้ำหนักผล ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด เนื้อผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ปลิดผล นอกจากนี้ยังช่วยลดผลร่วงและการขาดของก้านผล พัฒนาสีผิว และยืดอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ปลิดผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลิดผล 70 และ 50% มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม การปลิดผล 50% มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีแนวโน้มของน้ำหนักซ่อผลและปริมาณผลผลิตต่อต้นสูงกว่าการปลิดผล 70%

คำสำคัญ : อินทผลัม, บาร์ฮี, ปลิดผล, ผลผลิต, คุณภาพ

Abstract

The experiment of fruit thinning on yield and fruit quality Barhee date palm in farmer's orchard at Fang district, Chiang Mai province, in 2022. Selection of female Barhee date palm about 5 years old, trees are consistent, use pollen from same source for pollination. Four RCBD experiment 4 treatments 5 repetitions consisting of non thinning, 30% fruit thinning, 50% fruit thinning and 70% fruit thinning. Fruit thinning at 1 month after pollination and spray pesticides and fruit bagging. Results, found that every fruit thinning treatment increase fruit width, fruit length, fruit weight, flesh, seed width, seed length and total soluble solids (TSS). Furthermore, fruit thinning reduce fruit drop and fruit stand broken, improve peel color and delay harvesting

period compare with non thinning are significant differences ($\alpha=0.05$). 70 and 50% fruit thinning are not significant differences. However, 50% fruit thinning is the most appropriate because tendency of bunch weight and yield per plant higher than 70% fruit thinning.

Keywords : Date palm, Barhee, Fruit thinning, Yield, Quality

บทนำ

อินทผลัมเป็นพืชเศรษฐกิจในแถบตะวันออกกลาง ปี 2563 ประเทศที่มีการผลิตอินทผลัมมากที่สุด คือ ประเทศอียิปต์ ปริมาณ 1.69 ล้านตัน หรือ 17.89% รองลงมา ได้แก่ ซาอุดีอาระเบีย อิหร่าน แอลจีเรีย อิรักและ ปากีสถาน (FAO, 2020) สำหรับประเทศไทยอินทผลัมเป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดใหม่ที่ได้รับการนิยมนจาก เกษตรกรไทยอย่างมาก และมีความต้องการของตลาดสูง เนื่องจากผลมีรสชาติหวานอร่อย และมีประโยชน์ต่อ สุขภาพเนื่องจากมีคุณสมบัติทางยา ทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สามารถพัฒนาเป็นพืช เศรษฐกิจในอนาคตได้ ปี 2564 มีพื้นที่ปลูกอินทผลัมในประเทศไทย 9,563.15 ไร่ จากเกษตรกร 1,184 ครัวเรือน ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ 5,000 ตัน ราคาขายเฉลี่ย 300 บ./กก. โดยมีแหล่งปลูกสำคัญอยู่ที่ จังหวัดกาญจนบุรี นครราชสีมา สุพรรณบุรี ร้อยเอ็ดและบุรีรัมย์ เกษตรกรส่วนมากนิยมปลูกพันธุ์บาร์ฮี การปลูกอินทผลัมใน ประเทศไทยส่วนมากจะใช้เทคโนโลยีการผลิตจากต่างประเทศ ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แตกต่าง จากประเทศไทยอย่างมาก ทำให้การเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของอินทผลัมไม่เต็มศักยภาพ นอกจากนี้ ข้อมูลทางวิชาการและการผลิตอินทผลัมในประเทศไทยยังมีน้อยและการเผยแพร่ไม่มาก อย่างไรก็ตาม คุณภาพ ผลผลิตอินทผลัมที่ได้นอกจากมีพื้นฐานมาจากการดูแลรักษาต้นให้สมบูรณ์แข็งแรงแล้ว การจัดการข้อผลใน ระหว่างการพัฒนาของผลมีความสำคัญต่อคุณภาพผลผลิตด้วยเช่นกัน การแต่งผลมีผลต่อขนาดผล น้ำหนักผล ความหวาน และสีผิว ให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

การแต่งผลเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพผลผลิตอินทผลัมอย่างง่าย การแต่งผลช่วยลดจำนวนผลที่มาก เกินไป ส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิต และการดูแลรักษามีประสิทธิภาพมากขึ้น การแต่งผลอินทผลัมทำได้ หลายวิธี เช่น การปลิดผล ตัดก้านผลและตัดปลายข้อผลในระยะผลอ่อน สายพันธุ์และสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัย ในการการเลือกวิธีแต่งผลที่เหมาะสม สามารถพัฒนาขนาดผล น้ำหนักผลและคุณภาพผลภายในได้ การตัดก้าน 20% ทำให้น้ำหนักผล ความยาวผล น้ำหนักเนื้อผล ขนาดเมล็ด น้ำหนักเมล็ด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ได้(TSS) และน้ำตาลเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดและแทนนินลดลง (Akbar and Mokhtar, 2009; El-Assar and Refaat, 2013) การตัดก้าน 30% ทำให้น้ำหนักผล ขนาดผล น้ำหนักเนื้อผล TSS และน้ำตาลเพิ่มขึ้น ส่วนน้ำหนัก ข้อผล ผลผลิตต่อต้นและปริมาณกรดลดลง (Al-Wasfy and Mostafa, 2008; El-Badawy et al., 2018; Moustafa et al., 2019) และทำให้พีโนลิก ฟลาโวนอยด์ สารต้านอนุมูลอิสระ ซูโครส ฟรุกโทสและกลูโคส เพิ่มขึ้น ส่วนแทนนินลดลง (Hussain et al., 2016) และการปลิดผล 30% ทำให้ขนาดผล น้ำหนักผล น้ำหนัก เนื้อผล TSS และน้ำตาลเพิ่มขึ้น (Shaaban et al., 2019; Samouni et al., 2016; Radwan, 2017) อินทผลัม

เป็นผลไม้ที่น่าสนใจที่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นพืชชนิดใหม่ของประเทศไทย การจัดการบางอย่างอาจจะไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตในประเทศไทย จึงควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการผลิตที่เหมาะสมต่อการปลูกในประเทศไทยต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยดำเนินการศึกษาในปี 2565 ที่แปลงอินทผลัมของเกษตรกรที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ทดสอบกับต้นอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮี จำนวน 40 ต้น อายุ 5 ปี ปลูกระยะ 6*6 เมตร ปลูกในพื้นที่ดินร่วนปนทราย มีความสม่ำเสมอในด้านขนาดลำต้น ความสูงต้น ความสมบูรณ์ ไม่มีการเข้าทำลายจากโรคและแมลงอย่างรุนแรง ภายใต้การดูแลรักษาเหมือนกันทุกต้น ผสมเกสรด้วยมือใช้เรณูจากต้นอินทผลัมเพศผู้ที่ปลูกภายในแปลงเดียวกัน ตัดปลายช่อดอกเพศเมียเล็กน้อยให้เสมอกัน ผสมเกสรช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม หลังจากผสมเกสร 1 เดือน ตัดช่อผลให้มีจำนวนเท่ากันทุกต้น หากตัดช่อทิ้งพิจารณาจากช่อดอกที่ออกก่อนสุด ออกหลังสุด หรือช่อผิดปกติ ดำเนินการปลิดผลตามกรรมวิธี พันสารป้องกันศัตรูพืชและห่อช่อผล วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น

กรรมวิธี 1 ไม่ปลิดผล

กรรมวิธี 2 ปลิดผล 30%

กรรมวิธี 3 ปลิดผล 50%

กรรมวิธี 4 ปลิดผล 70%

การปลิดผลหลังจากผสมเกสร 1 เดือน ด้วยการปลิดผลอ่อนด้วยมือ มีการนับจำนวนผลทั้งช่อก่อนปลิดผลตามกรรมวิธี เป็นการเด็ดแบบกระจายทั่วทั้งช่ออย่างสม่ำเสมอ รวมไปถึงการปลิดผลที่ผิดปกติด้วย ได้แก่ ผลลม ผลแฉก ผลตำหนิ และผลที่มีร่องรอยการเข้าทำลายจากโรคและแมลง

บันทึกข้อมูล

1. จำนวนผล ขนาดผล น้ำหนักผล ขนาดเมล็ด น้ำหนักเมล็ด สีผิวผลและเมล็ด

2. จำนวนผล น้ำหนักช่อผล และปริมาณผลผลิต

3. น้ำหนักเนื้อผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) จากตัวอย่าง 20 ผลต่อช่อในระยะเก็บเกี่ยวผลสด (Khalal stage)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SPSS

ผลการวิจัย

การปลิดผลอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮีเพื่อเพิ่มคุณภาพผล พบว่า การปลิดผล 70% ทำให้ความกว้างผลและน้ำหนักผลมีค่ามากที่สุด มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ปลิดผลและการปลิดผล 30 และ 50% โดยการ

ผลิตผล 70% ทำให้ความกว้างผลสูงที่สุด 26.81 มม. รองลงมา คือ การผลิตผล 50 และการผลิตผล 30% มีค่าเท่ากับ 25.57 และ 24.85 มม. ตามลำดับ สูงกว่าการไม่ผลิตผลมีค่า 23.54 มม. การผลิตผล 70% ทำให้น้ำหนักผลสูงที่สุด 14.20 ก. รองลงมา คือ การผลิตผล 50 และ 30% มีค่า 12.93 และ 11.60 ก. และการไม่ผลิตผลมีค่าน้อยที่สุด 10.24 ก. การผลิตผล 70% ทำให้ความยาวผลเพิ่มสูงมีค่า 35.39 มม. แต่อย่างไรก็ตาม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผลิตผล 50% มีความยาวผล 34.84 มม. แตกต่างทางสถิติกับการผลิตผล 30% และไม่ผลิตผลมีค่าน้อย 33.37 และ 32.72 มม. ตามลำดับ การผลิตผลทั้ง 3 กรรมวิธี จึงทำให้ขนาดและน้ำหนักผลเพิ่มสูงกว่าการไม่ผลิตผลอย่างชัดเจน (ตารางที่ 1)

สีผิวของผลอินทผลัมจากการวัดด้วย Colorimeter พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในค่าสี L a และ H (ตารางที่ 1) การไม่ผลิตผลมีสีผิวเป็นสีเหลือง และการผลิตผลมากขึ้นทำให้สีผิวเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองอมส้ม เห็นได้ว่าสีผิวมีความเข้มมากขึ้นจากการผลิตผล การเพิ่มขึ้นของค่า L a b C ที่แสดงถึง สีผิวมีความสว่างขึ้น มีสีเหลืองและสีส้มเพิ่มขึ้น และการลดลงของค่า H ที่แสดงถึง เฉดสีเหลืองอมส้มมากขึ้น โดยการผลิตผล 70% ทำให้ L สูงที่สุด 67.23 รองลงมา คือ การผลิตผล 50 และ 30% มีค่า 64.79 และ 64.59 ตามลำดับ ส่วนการไม่ผลิตผลมีค่าน้อยที่สุด 62.39 การผลิตผล 70 และ 50% ทำให้ค่า a เพิ่มขึ้นมีค่า 9.66 และ 9.55 ตามลำดับ แตกต่างกับการผลิตผล 30% และการไม่ผลิตผลมีค่าน้อยกว่า 8.34 และ 8.26 ตามลำดับ การผลิตผล 70% มีค่า H น้อยเท่ากับ 76.68 เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตผล 50 และ 30% และการไม่ผลิตผลที่มีค่ามาก 77.91 78.77 และ 79.42 ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การผลิตผล 70% มีค่าสีผิวใกล้เคียงกับการผลิตผล 50% ส่วนการผลิตผลทุกกรรมวิธีไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสี b และ C โดยค่า b มีค่าอยู่ระหว่าง 42.55-44.68 และค่า C มีค่าอยู่ระหว่าง 43.56-45.69 ซึ่งสีผิวผลที่ไม่ผลิตผลปรากฏเป็นสีเหลือง และการผลิตผล 70 และ 50% ปรากฏเป็นสีเหลืองอมส้ม ดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ความกว้างผล ความยาวผล น้ำหนักผล และค่าสีผิวผลอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮีเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต

กรรมวิธี	ความกว้าง ผล (มม.)	ความยาว ผล (มม.)	น้ำหนัก ผล (ก.)	ค่าสี L	ค่าสี a	ค่าสี b	ค่าสี C	ค่าสี H
ไม่ผลิตผล	23.54 c	32.72 b	10.24 d	62.39 c	8.26 b	42.55	43.56	79.42 b
ผลิตผล 30%	24.85 b	33.37 b	11.60 c	64.59 b	8.34 b	42.70	43.71	78.77 b
ผลิตผล 50%	25.57 b	34.84 a	12.93 b	64.79 b	9.55 a	44.63	45.43	77.91 ab
ผลิตผล 70%	26.81 a	35.39 a	14.20 a	67.23 a	9.66 a	44.68	45.69	76.68 a
C.V. (%)	3.19	2.48	6.94	3.45	10.90	6.37	5.98	2.07

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT



ภาพที่ 1 ลักษณะผลอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮีผลสุก (Khalal stage) ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

การปลิดผลมีผลต่อขนาดเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) พบว่า การไม่ปลิดผลทำให้ความกว้างเมล็ดผล และความยาวเมล็ดมีค่าน้อย มีความแตกต่างทางสถิติกับการปลิดผล 50 และ 70% โดยการไม่ปลิดผลทำให้ความกว้างเมล็ดน้อย 10.17 มม. รองลงมา คือ การปลิดผล 30 การปลิดผล 50 และการปลิดผล 70% มีค่า 10.19 10.26 และ 10.54 มม. ตามลำดับ การไม่ปลิดผลทำให้ความยาวเมล็ดน้อย 23.25 มม. รองลงมา คือ การปลิดผล 30 การปลิดผล 50 และการปลิดผล 70% มีค่า 23.26 24.00 และ 24.11 มม. ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปลิดผล 50% ส่วนการไม่ปลิดผลไม่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดแต่อย่างใด การปลิดผล 30 50 และ 70% มีค่าเท่ากับ 1.40 1.35 และ 1.44 ก. ตามลำดับ และการไม่ปลิดผลมีค่า 1.43 ก.

สีเมล็ดอินทผลัมจากการวัดด้วยเครื่อง Colorimeter พบการเปลี่ยนแปลงในค่าสี b C และ H (ตารางที่ 2) การไม่ปลิดผลมีสีผิวเมล็ดเป็นสีน้ำตาล และการปลิดผลทั้ง 3 กรรมวิธีทำให้สีผิวเมล็ดเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นมากกว่าการไม่ปลิดผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลิดผลทั้ง 3 กรรมวิธีทำให้ค่า b น้อยลง การปลิดผล 70 50 และ 30% มีค่า 22.16 23.10 และ 24.09 ตามลำดับ เปรียบเทียบกับไม่ปลิดผลมีค่า b สูง 26.03 การปลิดผลทั้ง 3 กรรมวิธีทำให้ค่า C น้อยใกล้เคียงกัน การปลิดผล 70 50 และ 30% มีค่า 23.98 25.10 และ 25.51 ตามลำดับ เปรียบเทียบกับการไม่ปลิดผลมีค่า C สูงสุด 27.97 การปลิดผล 70% มีค่า H น้อยเท่ากับ 67.42 เมื่อเปรียบเทียบกับการปลิดผล 50 30% และไม่ปลิดผลมีค่ามากกว่าเท่ากับ 67.89 68.72 และ 68.93 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม การปลิดผล 70% มีค่าสีผิวไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลิดผล 50% ส่วนการปลิดผลไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสี L และ a ของเมล็ด โดยค่า L มีค่าอยู่ระหว่าง 48.08-49.29 และค่า a มีค่าอยู่ระหว่าง 8.98-10.03

ตารางที่ 2 ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด น้ำหนักเมล็ด และค่าสีเมล็ดอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮีเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต

กรรมวิธี	ความกว้าง เมล็ด (มม.)	ความยาว เมล็ด (มม.)	น้ำหนัก เมล็ด (ก.)	ค่าสี L	ค่าสี a	ค่าสี b	ค่าสี C	ค่าสี H
ไม่ผลิตผล	10.17 b	23.25 b	1.43	49.29	10.03	26.03 b	27.97 b	68.93 b
ผลิตผล 30%	10.19 b	23.26 b	1.40	48.74	9.32	24.09 ab	25.51 a	68.72 b
ผลิตผล 50%	10.26 b	24.00 a	1.35	48.08	9.91	23.10 a	25.10 a	67.89 ab
ผลิตผล 70%	10.54 a	24.11 a	1.44	49.22	8.98	22.16 a	23.98 a	67.42 a
C.V. (%)	2.55	2.72	7.46	9.54	10.36	9.29	9.31	1.69

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

การปลูกผลส่งผลต่อการลดลงของผลร่วง การปลูกผลมากขึ้นทำให้ผลร่วงลดลง โดยการปลูกผล 70 และ 50% ทำให้มีผลร่วงน้อยกว่ากับ 11.25 และ 15.34% ตามลำดับ มีผลร่วงเพิ่มขึ้นในการปลูกผล 30% คือ 24.11% และมีผลร่วงมากที่สุดจากการไม่ปลูกผล 30.46% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ การปลูกผล 70 และ 50% สามารถยืดอายุการเก็บเกี่ยวออกไปได้เท่ากับ 176.3 และ 174.4 วันหลังผสมเกสร ตามลำดับ มากกว่าการไม่ปลูกผล และการปลูกผล 30% มีอายุการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 170.5 และ 169.9 วันหลังผสมเกสร ตามลำดับ การปลูกผลเพิ่มขึ้นสามารถชะลอการเก็บเกี่ยวผลผลิตออกไปได้ประมาณ 4-6 วัน ส่วนการปลูกผลทั้ง 3 กรรมวิธี มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักช่อและผลผลิตต่อต้นลดลงเมื่อมีการปลูกผลมากขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักช่อมีค่าอยู่ระหว่าง 5.02-6.83 กก. และน้ำหนักผลผลิตมีค่าอยู่ระหว่าง 30.12-40.98 กก./ต้น

การปลูกผลสามารถพัฒนาคุณภาพในการบริโภคได้ เนื้อผลที่บริโภคได้มีปริมาณมากขึ้น และ TSS เพิ่มขึ้นส่งผลต่อรสชาติทำให้มีความหวานเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3) โดยการปลูกผล 70 และ 50% ทำให้มีเนื้อผลที่บริโภคได้มากถึง 89.75 และ 89.70% ตามลำดับ รองลงมาเป็นการปลูกผล 30% มีค่า 87.59% และการไม่ปลูกผลทำให้มีเนื้อผลน้อยที่สุด 85.87% การปลูกผล 70 และ 50% ทำให้ TSS สูงเท่ากับ 24.90 และ 24.39% ตามลำดับ มีค่าสูงกว่าการปลูกผล 30% และไม่ปลูกผลมีค่า 21.08 และ 19.99% ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลร่วง น้ำหนักช่อ ผลผลิต อายุเก็บเกี่ยว เนื้อผล และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮีเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต

กรรมวิธี	ผลร่วง (%)	น้ำหนักช่อ (กก.)	ผลผลิต (กก./ต้น)	อายุเก็บเกี่ยว (วันหลังผสมเกสร)	เนื้อผล (%)	TSS (%)
ไม่ผลิตผล	30.46 c	6.83	40.98	170.5 b	85.87 c	19.99 b
ผลิตผล 30%	24.11 b	5.69	34.14	169.9 b	87.59 b	21.08 b
ผลิตผล 50%	15.34 a	5.13	30.78	174.4 a	89.70 a	24.39 a
ผลิตผล 70%	11.25 a	5.02	30.12	176.3 a	89.75 a	24.90 a
C.V. (%)	15.57	10.69	10.74	2.44	1.23	11.67

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

วิจารณ์ผล

คุณภาพผลผลิตอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮีที่ได้รับการผลิตผล เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตและตรวจสอบคุณภาพ พบว่าการผลิตผลทำให้ความกว้างผล ความยาวผล น้ำหนักผล ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด เนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และอายุการเก็บเกี่ยวมากกว่าการไม่ผลิตผล และการผลิตผลมีผลร่วงลดลง อาจเป็นเพราะเมื่อมีผลน้อยลงช่วยทำให้มีการสะสมอาหารได้เพิ่มขึ้น การผลิตผลในช่อออกไปบางส่วน การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจึงมีการกระจายไปทั่วทั้งช่อ ผลอ่อนมีแรงดึงดูดอาหาร (sink) การแต่งผลอ่อนให้มีจำนวนผลลดลง ทำให้มีการถ่ายเทอาหารไปยังผลอ่อนที่ยังคงอยู่ได้มากขึ้นตามไปด้วย (นิตย, 2541) การผลิตผล 70 และ 50% ทำให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ผลิตผลอย่างชัดเจนในด้านความยาวผล ความกว้างผลและน้ำหนักผล ส่งผลต่อเนื้อผลที่บริโภคได้เพิ่มขึ้นเช่นกัน อาจเป็นเพราะธาตุอาหารหรือสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชมีการเคลื่อนย้ายหรือกระจายไปทั่วทั้งช่อผลได้เป็นอย่างดี ให้ผลในทิศทางเดียวกับการผลิตผลอินทผลัมพันธุ์ Ruzeiz (Al-Saikhan, 2008) Saidy (Samouni et al., 2016) และ Sultani (Omar and Alam-Elden, 2014)

น้ำหนักช่อและปริมาณผลผลิตต่อต้นมีปริมาณใกล้เคียงกันทั้งการไม่ผลิตผลและการผลิตผล การไม่ผลิตผลมีน้ำหนักช่อ 6.83 กก. การผลิตผลมีน้ำหนักช่ออยู่ระหว่าง 5.02-5.69 กก. แต่ก็สังเกตเห็นได้ว่าน้ำหนักช่อและปริมาณผลผลิตต่อต้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อการผลิตผลเพิ่มมากขึ้น โดยการไม่ผลิตผลมีค่า 40.98 กก./ต้น การผลิตผล 30 50 และ 70% มีค่า 34.14 30.78 และ 30.12 กก./ต้น ตามลำดับ เช่นเดียวกับพันธุ์ Succary ที่ตัดก้านย่อย 30% (Soliman and Harhash, 2012) อย่างไรก็ตาม การผลิตผล 50% เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สามารถคงปริมาณผลผลิตมากและคุณภาพผลผลิตสูง อาจเป็นไปได้ว่าผลในช่อที่คงเหลือจากการผลิตผลได้รับสารอาหารมากขึ้นทำให้น้ำหนักผลมากขึ้น เป็นการชดเชยผลที่ถูกผลิตออกไป จึงทำให้น้ำหนักช่อและผลผลิตยังคงมีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่การไม่ผลิตผลมีจำนวนผลมากทำให้ผลมีขนาดเล็กสัมพันธ์กับขนาดเมล็ดที่เล็กเช่นกัน

การผลิตผล 70 และ 50% มีผลร่วงลดลงน้อยกว่าการไม่ผลิตผลมีค่าเท่ากับ 11.25 และ 15.34% ส่วนการไม่ผลิตผลมีผลร่วงสูงสุด 30.46% อาจเป็นไปได้ว่าความสมบูรณ์ของผลในช่อที่ผลิตผลมีมากกว่าช่อที่ไม่ผลิต

ผล ทำให้จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้เหลือน้อยกว่า ส่วนการไม่ผลิตผลเกิดผลร่วงมาก เนื่องจากการได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการอินทผลัมจึงสลัดผลทิ้ง และจำนวนผลมากเกิดการอัดแน่นของผลทำให้ผลหลุดร่วงเช่นเดียวกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นการเพิ่มโอกาสเก็บเกี่ยวผลผลิตและมีรายได้เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการผลิตผล 25% ในพันธุ์ Khanezi (Mawloud, 2010) และการตัดก้านย่อย 50% ในพันธุ์ Kur (Bashir et al., 2014)

สีผิวผลอินทผลัมมีการพัฒนาดีขึ้นจากการผลิตผล การไม่ผลิตผลสีผิวเป็นสีเหลือง และการผลิตผลมากขึ้นทำให้สีผิวเป็นเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม เห็นได้ว่าสีผิวมีความเข้มมากขึ้นจากการผลิตผลจากการเพิ่มขึ้นของค่า L a b C ที่แสดงถึง สีผิวมีความสว่างขึ้น มีสีเหลืองและสีส้มเพิ่มขึ้น และการลดลงของค่า H ที่แสดงถึง เฉดสีเหลืองอมส้มมากขึ้นกว่าการไม่ผลิตผล อาจเป็นเพราะว่าได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตและธาตุอาหารเพิ่ม ซึ่งสารเหล่านี้เป็นกลุ่มสารตั้งต้นของกระบวนการสร้างรงควัตถุสีเหลืองส้ม ได้แก่ เบตาแคโรทีนและแคโรทีนอยด์ แสดงถึงลักษณะปรากฏภายนอกที่สามารถดึงดูดผู้บริโภคได้เป็นอันดับแรก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ahmed et al. (2019) ที่ผลิตช่อผล 25% ในพันธุ์ Zaghool ทำให้สีผิวพัฒนาขึ้นกว่าการไม่ผลิตผล และสังเกตพบว่าบริเวณผิวผลยังปรากฏจุดสีน้ำตาล (lenticel) ที่เกิดขึ้นจากรูเปิดตามธรรมชาติ จุดสีน้ำตาลมีการกระจายทั่วทั้งผล และพบชัดเจนเมื่อการปลูกผลมากขึ้นและเพิ่มขึ้นตามอายุผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต จุดสีน้ำตาลมีการขยายขนาดตามขนาดผลอินทผลัมที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่การไม่ผลิตผลไม่พบจุดสีน้ำตาลบนผิวผล เนื่องจากผลมีขนาดเล็กทำให้การขยายของรูเปิดธรรมชาติจึงไม่ปรากฏเด่นชัด

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เพิ่มขึ้นจากการผลิตผล 70 และ 50% มีค่าเท่ากับ 24.90 และ 24.39% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าการไม่ผลิตผลมีค่าเท่ากับ 19.99% ทำให้อินทผลัมที่ได้รับการผลิตผลมีรสชาติหวานมากกว่าการไม่ผลิตผล เนื่องจากการสะสมอาหารอย่างเต็มที่จากจำนวนผลที่น้อยลงทำให้มีการสะสมน้ำตาลสูงขึ้น อินทผลัมเป็นผลไม้ที่สะสมน้ำตาลในรูปแบบ reducing และ non reducing sugar ตลอดการเจริญเติบโต แตกต่างจากผลไม้ชนิดอื่นที่สะสมแป้งในระยะผลอ่อนจนถึงผลแก่แล้วถูกย่อยสลายเป็นน้ำตาลเมื่อผลสุก การผลิตผล 70 และ 50% จึงทำให้อินทผลัมมีรสชาติหวานขึ้น ดังเช่นการผลิตผล 30% ในพันธุ์ Sewi (El-Badawy et al., 2018) พันธุ์ Saidy (Somouni et al., 2016) และตัดก้านย่อยในพันธุ์ Haiany (Mostafa and Akkad, 2011) อย่างไรก็ตาม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มสูงขึ้นไม่เต็มที่ เนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน ซึ่งเป็นปลายฤดูฝนมีฝนตกอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ จ.เชียงใหม่ ทำให้ความเข้มข้นของ TSS น้อยลงจากการสะสมน้ำมากขึ้น และการคายน้ำลดลงเนื่องจากสภาพแวดล้อมมีแสงแดดน้อยและอุณหภูมิต่ำ ส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงที่สร้างน้ำตาลจากใบแล้วเคลื่อนย้ายมาสะสมที่ผลได้น้อยลง ดังนั้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮีที่ปลูกในประเทศไทยจึงมีค่าน้อยกว่าอินทผลัมที่ปลูกในแถบตะวันออกกลาง มีค่าสูงอยู่ระหว่าง 37.58-40.98% (Mukhtar and Ali, 2019)

การผลิตผล 70 และ 50% สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่ออายุ 176.3 และ 174.4 วันหลังผสมเกสร มีค่ามากกว่าการไม่ผลิตผลอายุ 170.5 วันหลังผสมเกสร การผลิตผลทำให้อายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น 4-6 วัน อาจเป็นเพราะการเจริญเติบโตในขณะที่มีสารอาหารเพียงพอมีการสะสมอาหารยาวนานขึ้น ลดความเครียดของผลผลิตและต้นอินทผลัมที่จะส่งผลต่อการสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโต จึงทำให้ผลสุกช้าและยืดอายุการเก็บ

เกี่ยวออกไป ซึ่งส่งผลดีต่อการจำหน่ายผลผลิตในช่วงปริมาณผลผลิตน้อยลงไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ในท้ายฤดูกาลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ช่วยทำให้มูลค่าผลผลิตเพิ่มขึ้น

อินทผลัมเป็นไม้ผลที่มีการติดผลสูงหากได้รับการผสมเกสร การปลิดผลจึงช่วยลดความหนาแน่นของผลอ่อนและเพิ่มคุณภาพผลผลิตได้ ลักษณะผลอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮีเป็นทรงกลมรีมากกว่าพันธุ์อื่น มีความยาวผลจากหัวผลจนถึงปลายผลมากกว่าความกว้างผลเล็กน้อย โดยการปลิดผล 70 และ 50% สามารถเพิ่มคุณภาพผลได้ใกล้เคียงกัน แต่การปลิดผล 50% มีการสูญเสียผลผลิตน้อยกว่าจึงเป็นการปลิดผลที่เหมาะสมที่สุด พบว่าในต่างประเทศมีการปลิดผลด้วยเช่นกันจากหลายวิธี ได้แก่ การปลิดผล การตัดก้านย่อย หรือตัดปลายช่ออยู่ระหว่าง 20-30% เท่านั้น การแต่งช่อผลดังกล่าวเพียงพอที่จะสามารถเพิ่มคุณภาพผลผลิตได้ เนื่องจากมีการทดสอบในหลายสายพันธุ์ ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีทรงผลยาวจึงไม่เกิดการเปียดกั้นของผลมากเกินไป เช่น พันธุ์ Zaghoul ที่ปลิดผล 30% (Shaaban et al., 2019; Al-Wasfy and Mostafa, 2008) พันธุ์ Sultani ที่ตัดก้านย่อยออก 30% (Omar and Alam-Elden, 2014) และพันธุ์ Zahedi ที่ตัดก้านย่อยออก 20% (Akbar and Mokhtar, 2009) รวมไปถึง สภาพแวดล้อมทะเลทรายที่ขาดแคลนน้ำและดินทรายที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ จึงมีการสะสมอาหารและเจริญเติบโตของผลไม่เต็มที่ แต่อินทผลัมพันธุ์บาร์ฮีที่ดำเนินการวิจัยในประเทศไทยในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันมาก มีน้ำใช้ทางการเกษตรเพียงพอ ดินและธาตุอาหารมีความอุดมสมบูรณ์ ผลผลิตจึงมีขนาดผลใหญ่ หากไม่ปลิดผลจะทำให้ผลที่เปียดกั้นแน่นจนผลร่วงและก้านผลย่อยขาด จึงมีความจำเป็นต้องปลิดผลสูงถึง 50%

สรุปผล

การปลิดผล 50% กับอินทผลัมพันธุ์บาร์ฮี ด้วยการปลิดผลอ่อนกระจายทั่วทั้งช่อ ทำให้ความกว้างผล ความยาวผล น้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พัฒนาสีผิวและอายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ลดผลร่วง และการขาดของก้านผล โดยไม่มีความแตกต่างกับการปลิดผล 70% และยังคงน้ำหนักช่อผลและปริมาณผลผลิตไว้สูง รองลงมา คือ การปลิดผล 70%

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 และผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ที่ให้คำปรึกษา รวมถึงข้าราชการ พนักงานราชการ เกษตรกรผู้ปลูกอินทผลัม ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมด ที่ให้ความร่วมมือให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์กับงานวิจัย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น จนทำให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง ผู้เขียนหวังว่างานวิจัยนี้จะเป็แนวทางสำหรับเกษตรกร นักวิชาการเกษตรและบุคคลทั่วไปที่สนใจนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- นิตย ศกุนรักษ์. 2541. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- Ahmed B.H., S.A. Mehana, O.A. Zagzog and E.M. Qauod. 2019. Improvements of yield and fruit quality of Zaghlood date palm by using the different thinning treatments. *Journal of Productivity and Development*. 24(4): 743-756.
- Akbar Karami and Heydari Mokhtar. 2009. Effects of bunch thinning methods and foliar application of nutrient spray on fruit characteristics of two date palm (*Phoenix dactylifera* cvs 'Zahedi' and 'Kabkab'). *The Scientific Journal of Agriculture*. 31(2): 15-24.
- Al-Saikhan Mohamed Salem. 2008. Effect of thinning practices on fruit yield and quality of Ruzeiz date palm cultivar (*Phoenix dactylifera* L.) in Al-Ahsa Saudi Arabia. *Asian Journal of Plant Sciences*. 7(1): 105-108.
- Al-Wasfy Moamen M. and Rafat A.A. Mostafa. 2008. Effect of different methods of fruit thinning on Zaghlood date palm production and fruit quality. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 39(1): 97-106.
- Bashir M. A., M. Ahmad, F. Altaf and K. Shabir. 2014. Fruit quality and yield of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as affected by strand thinning. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 24(3): 951-954.
- El-Assar, A.M. and A.A. Refaat. 2013. The economics effect for some operating of fruit thinning and bunch covering treatments on Sewi cv. palm productivity in Siwa oasis. *Journal of Agricultural Economics and Social Sciences*. 4(1): 65-81.
- El-Badawy H. E. M., S. F. EL-Gioushy and I. A. M. Ahmed. 2018. Effect of some thinning practices on yield and fruit quality of Sewi date palm grown in Farafra region. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*. 2(3): 1-20.
- FAO. 2020. FAOSTAT. Available: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Accessed Jan.1, 2022.
- Hussain Imtiaz, Saeed Ahmad, Muhammad Amjad and Rashid Ahmed. 2016. Execution of strands thinning improves the phytochemicals and sugars profiling in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 29(4): 1209-1215.
- Mawloud E.A. 2010. The effect of thinning on fruit drop of date palm 'Khanezi'. *Acta Horticulturae*. 882: 861-865.

- Moustafa A. R., N. Abdel-Hamid, A. Abd El-Hamid, M. R. El-Sonbaty and S. K. M. Abd El-Naby. 2019. Strand thinning of Khadrawi date palm cultivar in relation to yield and fruit quality. *Bulletin of the National Research Centre*. 43: 204.
- Mostafa R.A.A. and M.M. El Akkad. 2011. Effect of fruit thinning rate on yield and fruit quality of Zaghloul and Haiany date palms. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 5(12): 3233-3239.
- Mukhtar Sami Ahmad and Abdelazim Mohamed Ali. 2019. Bunch and different types of strand thinning effects on yield and fruit characteristics of Barhee date palm cultivar under River Nile State condition, Sudan. *Shendi University Journal of Applied Science*. 1: 14-18.
- Omar A.E. K. and S.M. Alam-Elden. 2014. Effect of strand thinning on yield and fruit quality of Egyptian dry date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Sultani. *Journal of the American Pomological Society*. 68(3): 135-140.
- Radwan, E.M.A. 2017. Response of Bent Aisha and Sewy date palm to some fruit thinning treatments. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 48(2): 115-126.
- Samouni, Mona T.M.; A.M. El-Salhy; Ibtesam F.M. Badawy and E.F. Ahmed. 2016. Effect of pollination and thinning methods on yield and fruit quality of Saily date palms. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 47(3): 92-103.
- Shaaban, M. M.; E. F. S. Ahmed and M. M. El-Akkad. 2019. Studies on the Improvement of date palm productivity using different methods of pollination and fruit thinning levels. *Journal of Plant Production*. 10(4): 373-377.
- Soliman S. S. and Harhash M. M. 2012. Effects of strands thinning on yield and fruit quality of Succary date palm. *African Journal of Biotechnology*. 11(11): 2672-2676.

การยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าวของเกษตรกร

ในจังหวัดนครนายก

Adoption of Using Chemical Fertilizer Base on Soil Analysis in the rice field for Farmers in Nakhon Nayok Province

ณัฐธิดา วุฒิ¹ นาริรัตน์ สีระสาร^{1*} ปรีชาดิ ดิษฐกิจ¹

Nattiya Wootti¹ Nareerut Seerasarn^{1*} Parichat Dittakit¹

¹วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

¹Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120

*Corresponding author: Nareerut.see@stou.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ 2) สภาพการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าว 3) การยอมรับต่อการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าว และ 4) ปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าว ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรที่ได้รับการอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านการจัดการดินและปุ๋ย ปี 2564 ในจังหวัดนครนายก จำนวน 120 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า 1) เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 60.63 ปี เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับการจัดการดินและปุ๋ย เฉลี่ย 2.98 ครั้งต่อปี มีแรงงานภาคเกษตรในครัวเรือนเฉลี่ย 1.87 คน พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 31.95 ไร่ มีรายได้รวมของครัวเรือนเฉลี่ย 400,333.33 บาทต่อปี มีรายจ่ายรวมของครัวเรือนเฉลี่ย 149,483.33 บาทต่อปี มีรายจ่ายในภาคเกษตรเฉลี่ย 129,233.33 บาทต่อปี 2) เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้อย่างถูกต้อง ในระดับมาก เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ และลดต้นทุนการผลิต 3) เกษตรกรมีการยอมรับต่อการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อยู่ในระดับมาก คือ การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และ 4) เกษตรกรมีปัญหาในระดับมาก ในประเด็นการผสมปุ๋ยใช้เองตามค่าวิเคราะห์ดิน ข้อเสนอแนะ คือ ควรสนับสนุนให้ศูนย์เรียนรู้หรือศูนย์ถ่ายทอดต่าง ๆ ให้บริการตรวจวิเคราะห์ดินและผสมปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

คำสำคัญ : การยอมรับ การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน นาข้าว

Abstract

The objectives of this research were to study 1) socio-economic conditions, 2) condition of using chemical fertilizer base on soil analysis in the rice field, 3) adoption of using chemical fertilizer base on soil analysis in the rice field, and 4) problems and suggestions of adoption of using chemical fertilizer base on soil analysis in the rice field for famers. The population consisted of 120 farmers who received soil and fertilizer management knowledge transfer training in 2021

in Nakhon Nayok Province. The data were collected by using structural interviewed questionnaire. Data were analyzed using descriptive statistics. The results indicated the following: 1) most of the farmers were female with the average age of 60.63 years, participated in training on soil and fertilizer management average of 2.98 times per year, workers in the household average 1.87 people. The average agricultural area was 31.95 rai, with an average total household income of 400,333.33 baht per year, the average total household expenditure of 149,483.33 baht per year, the average agricultural expenditure of 129,233.33 baht per year. 2) Based on systematic soil analysis, farmers were able to use this information to apply fertilizer in a more precise manner and appropriate amount needed. In so, doing they were able to reduce the cost associated with fertilizer and maximize productivity per rai. 3) Farmers adoption of using chemical fertilizer base on soil analysis in the rice field for farmers at a high level, use of chemical fertilizers according to soil analysis values. And 4) Farmers were problems adoption of chemical fertilizers based on soil analysis values at a high level of problems, on the issue of mixing fertilizer, use it according to the soil analysis value. The suggestion was that learning centers or transfer centers, should be encouraged to provide soil analysis services.

Keywords : Adoption, Using chemical fertilizer base on soil analysis, Paddy Field

บทนำ

จากสถานการณ์ราคาปุ๋ยเคมีในตลาดโลกปรับตัวสูงขึ้นตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 เนื่องจากประเทศจีน ซึ่งเป็นผู้ส่งออกปุ๋ยเคมีรายใหญ่มีการจำกัดการส่งออก เพื่อความมั่นคงทางอาหารและเดือนกุมภาพันธ์ 2565 ได้เกิดสงครามระหว่างประเทศรัสเซียและประเทศยูเครน ราคาน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเคมีปรับราคาสูงขึ้นมาก อีกทั้งประเทศรัสเซียเป็นผู้ส่งออกปุ๋ยเคมีธาตุหลักรายใหญ่ของโลก ได้มีการจำกัดการส่งออก ปี 2564 ประเทศไทยนำเข้าปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนมากที่สุดถึงร้อยละ 48.6 รองลงมาคือ ปุ๋ยเคมีผสม ร้อยละ 34.0 และปุ๋ยที่มีธาตุโพแทสเซียม ร้อยละ 17.3 ขณะที่นำเข้าปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัสเพียงร้อยละ 0.1 เนื่องจากประเทศไทยผลิตเพื่อใช้เองในประเทศแล้ว หากพิจารณาพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดในระดับประเทศ พบว่า ข้าวนาปีมีอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีต่อไร่ต่ำที่สุดในพืชเศรษฐกิจสำคัญ แต่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีโดยรวม จึงมีมากถึงกว่า 2.3 ล้านตัน หรือ ร้อยละ 40 ของปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีทั้งหมดในพืชเศรษฐกิจสำคัญ ปี 2564 (ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย, 2565)

จังหวัดนครนายก มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปี ปี 2564/65 จำนวน 334,107.16 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565) ซึ่งในการเพาะปลูกข้าวแต่ละพื้นที่ต้องการธาตุอาหาร เอ็น-พี-เค ในสัดส่วนและปริมาณไม่เท่ากัน ดังนั้น ก่อนปลูกข้าวจึงจำเป็นต้องทราบคุณภาพของดินก่อน ทำได้โดยการตรวจวิเคราะห์ดินก่อนทำการเพาะปลูก จากการส่งเสริมที่ผ่านมาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ยังใช้ปุ๋ยเคมีไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ มีการใส่ปุ๋ยไม่ตรงตามความต้องการของพืช และ

นำปุ๋ยเคมีตามวิเคราะห์ดินไปใช้ในกระบวนการผลิตข้าวไม่มากนัก ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง ยังอาจส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของพืช ความต้านทานต่อโรคแมลงศัตรูพืช การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแต่ละครั้ง มี ผลต่อสุขภาพของเกษตรกร เกิดผลกระทบเกี่ยวกับสารพิษตกค้างในผลผลิตและปนเปื้อนในสภาพแวดล้อม

ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาการยอมรับต่อการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าวของเกษตรกร ในจังหวัดนครนายก เพื่อนำผลไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกข้าว และนำสู่การขยายผลได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ซึ่งประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรที่ได้รับการอบรมถ่ายทอด ความรู้ด้านการจัดการดินและปุ๋ยปี 2564 ในจังหวัดนครนายก จำนวน 120 คน โดยศึกษาจากประชากรทั้งหมด

สำหรับเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสัมภาษณ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach 1970:161) มีค่าความเชื่อมั่นที่ 0.843 หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ

การกำหนดตามเกณฑ์และการแปลความหมาย 5 ระดับ โดยจัดช่วงคะแนนเฉลี่ยแบ่งออกเป็นช่วง ๆ ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 4.21 -5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20 หมายถึง ระดับมาก

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 หมายถึง ระดับปานกลาง

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายถึง ระดับน้อย

ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรร้อยละ 51.7 เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 60.63 ปี เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับการจัดการดินและปุ๋ย เฉลี่ย 2.98 ครั้งต่อปี ร้อยละ 98.3 ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการดินและปุ๋ยจากหน่วยงานภาครัฐ มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 2.42 คน มีแรงงานภาคเกษตรในครัวเรือนเฉลี่ย 1.87 คน ถือครองพื้นที่ทำการเกษตร เฉลี่ย 31.95 ไร่ มีรายได้รวมของครัวเรือนเฉลี่ย 400,333.33 บาทต่อปี มีรายได้ในภาคการเกษตรเฉลี่ย 163,466.67 บาทต่อปี มีรายจ่ายรวมของครัวเรือนเฉลี่ย 149,483.33 บาทต่อปี มีรายจ่ายในภาคเกษตรเฉลี่ย 129,233.33 บาทต่อปี และ ร้อยละ 60.0 มีแหล่งเงินทุนจาก ธ.ก.ส. ดังแสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

n = 120

Social basic conditions	Number (people)	Percentage
1. Gender		
Female	62	51.7
Man	58	48.3
2. Age (years)		
less than or equal to 50	16	13.5
51-55	16	13.3
56-60	18	15.0
61-65	22	18.3
greater than or equal to 66	48	40.2
Minimum = 27 years, Maximum = 77 years, Mean = 60.63 years, Standard Deviation = 10.065		
3. Training on soil and fertilizer management (times/year)		
2	26	21.7
3	70	58.3
4	24	20.0
Minimum = 2 times Maximum = 4 times Mean = 2.98 times Standard deviation = 10.065		
4. Number of household agricultural workers (person)		
less than or equal to 2	92	76.7
3	18	15.0
greater than or equal to 4	10	8.3
Minimum = 1 person, Maximum = 4 people, Mean = 1.87 people, Standard Deviation = 0.961		
5. Agricultural area (Rai)		
less than or equal to 20	34	28.5
21-30	22	18.4
31-40	34	28.4
41-50	18	15.0
greater than or equal to 51	12	10.1
Minimum = 6 Maximum = 70 Mean = 31.95 Standard Deviation = 15.308		

6. Total household income

(baht/year)

less than or equal to 300,000	14	11.7
300,001-350,000	30	25.0
350,001-400,000	18	15.0
400,001-450,000	28	23.3
greater than or equal to 450,001	30	25.2

Minimum = 260,000 Maximum = 610,000 Mean = 400,333.33

Standard Deviation = 80,209.110

7. Total household expenditure (baht/year)

less than or equal to 50,000	6	5.1
50,001-100,000	28	23.6
100,001-150,000	36	30.0
150,001-200,000	26	21.8
greater than or equal to 200,001	24	20.3

Minimum = 43,000 Maximum = 350,000 Mean = 149,483.33

Standard Deviation = 67,685.646

8. Expenses in the agricultural sector (baht/year)

less than or equal to 50,000	10	8.5
50,001-100,000	44	36.9
100,001-150,000	28	23.3
150,001-200,000	20	16.7
greater than or equal to 200,001	18	15.1

Minimum = 22,000 Maximum = 320,000 Mean = 129,233.33 Standard Deviation =

67,781.499

ความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าวของเกษตรกร

พบว่า ภาพรวมเกษตรกรร้อยละ 70.0 มีความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 13.13 คะแนน คะแนนต่ำสุด 8 คะแนน และสูงสุด 15 คะแนน โดยเกษตรกรตอบถูกมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ขั้นตอนแรกในการปฏิบัติก่อนการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ การเก็บตัวอย่างดิน ชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย (Soil Test Kit) ใช้ตรวจสอบธาตุอาหาร เอ็น-พี-เค และความเป็นกรด-ด่าง ในดิน และสามารถทราบผลวิเคราะห์เบื้องต้นได้

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขตใกล้บ้านท่านรับตรวจวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ อาจเนื่องมาจากเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจหลังจากได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านการจัดการดินและปุ๋ยไปแล้วทั้ง ขั้นตอน กระบวนการ และวิธีการใช้

สภาพการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าวของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรร้อยละ 100.0 เก็บตัวอย่างดินเพื่อการตรวจวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ ใกล้เคียงผลการวิจัยของสุกาญจน์ ปานขริบ (2559) ซึ่งศึกษา การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของสมาชิกศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชนในจังหวัดนครปฐม พบว่า สมาชิกศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชน ร้อยละ 91.7 เก็บตัวอย่างดินเพื่อการตรวจวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ จะเห็นได้ว่าเกษตรกรให้ความสำคัญกับการตรวจวิเคราะห์ดินก่อนทำการเพาะปลูก อาจเนื่องมาจากเกษตรกรมีความรู้ในเรื่องของวิธีการเก็บตัวอย่างดินและเห็นประโยชน์ของการตรวจวิเคราะห์ดินเป็นอย่างดี จึงยังมีการปฏิบัติอยู่

การยอมรับต่อการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าวของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรมีการยอมรับต่อการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงความคิดเห็น ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.06) โดยมีการยอมรับเชิงความคิดเห็นระดับมาก คือ การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (ค่าเฉลี่ย 3.57) แตกต่างกับผลการวิจัยของสุอาภา สกุนีวิติ (2562) ซึ่งศึกษา ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดเพื่อการปลูกข้าวของสมาชิกศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชนในจังหวัดสิงห์บุรี พบว่า ประเด็นที่สมาชิกศูนย์มีการยอมรับน้อยที่สุด คือ มีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินหลังจากทราบผลการวิเคราะห์ดินจากหน่วยงานที่สมาชิกศูนย์ส่งดินไปตรวจ (ค่าเฉลี่ย 2.78) อาจเนื่องมาจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เข้ามาร่วมในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างต่อเนื่อง มีแปลงต้นแบบในพื้นที่เพื่อให้เกษตรกรเห็นตัวอย่างจากแปลงสาธิตว่าปฏิบัติได้จริงเห็นผลจริง สร้างแรงจูงใจและเชื่อมั่นแก่เกษตรกร ทำให้เกษตรกรเกิดการเรียนรู้และปรับเปลี่ยน ดังแสดงใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การยอมรับต่อการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

n = 120

Adoption	Opinion Level			
	Mean	SD	Level	Ranking
Collection of soil samples for analysis	3.39	0.503	High	2
Fertilizer application according to soil analysis	3.57	0.507	High	1
Fertilizer use by yourself according to the soil analysis value	2.20	0.772	Low	3
Total	3.06	0.594	Moderate	

ปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าวของเกษตรกร

พบว่า การศึกษาการยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าวของเกษตรกร ในจังหวัดนครนายก เกษตรกรมีระดับปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของเกษตรกร ดังนี้

1. ระดับปัญหาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของเกษตรกร ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.39) โดยมีปัญหาระดับมาก คือ การผสมปุ๋ยใช้เองตามค่าวิเคราะห์ดิน ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาการผสมปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำได้โดยประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรไปรับบริการผสมปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชน ซึ่งมีบทบาทภารกิจเป็นแหล่งเรียนรู้และให้บริการด้านดินและปุ๋ยของชุมชน ดำเนินธุรกิจในการจัดหาปุ๋ยที่มีคุณภาพใช้ในชุมชน เพื่อให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยที่ถูกต้อง ดังแสดงใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

n = 120

Items	Problem Level			
	Mean	SD	Level	Ranking
collection of soil samples for analysis	3.45	0.645	High	2
Fertilizer application according to soil analysis	3.15	0.576	Moderate	4
Fertilizer use by yourself according to the soil analysis value	3.49	0.686	High	1
Total	3.39	0.621	Moderate	

2. ระดับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของเกษตรกร ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.93) โดยเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะด้านอื่น ๆ ในระดับมาก คือ ควรสนับสนุนให้ศูนย์เรียนรู้หรือศูนย์ถ่ายทอดต่าง ๆ ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ให้บริการตรวจวิเคราะห์ดินและผสมปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ช่วยให้สะดวกในการใช้ปุ๋ยมากขึ้น อาจเนื่องมาจากการสนับสนุนศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชนส่วนใหญ่เป็นการสนับสนุนขั้นพื้นฐาน ขาดการสนับสนุนเครื่องมือเพื่อต่อยอดการผลิต ดังนั้น ควรพิจารณาให้งบประมาณสนับสนุนการดำเนินธุรกิจบริการดินและปุ๋ยเพื่อชุมชนให้แก่ศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชน ในการต่อยอดการดำเนินกิจกรรม ดังแสดงใน ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

n = 120

Item	Recommendation			
	Mean	SD	Level	Ranking
collection of soil samples for analysis	3.78	0.273	High	4
Fertilizer application according to soil analysis	3.91	0.398	High	2
Fertilizer use by yourself according to the soil analysis value.	3.90	0.384	High	3
Total	3.93	0.382	High	

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรที่ได้รับการอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านการจัดการดินและปุ๋ย ปี 2564 ในจังหวัดนครนายก โดยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 60.63 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับการจัดการดินและปุ๋ย เฉลี่ย 2.98 ครั้งต่อปี ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการดินและปุ๋ย จากหน่วยงานภาครัฐ มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 2.42 คน มีแรงงานภาคเกษตรในครัวเรือนเฉลี่ย 1.87 คน พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 31.95 ไร่ มีรายได้รวมของครัวเรือนเฉลี่ย 400,333.33 บาทต่อปี มีรายได้ในภาคการเกษตรเฉลี่ย 163,466.67 บาทต่อปี มีรายจ่ายรวมของครัวเรือนเฉลี่ย 149,483.33 บาทต่อปี มีรายจ่ายในภาคเกษตรเฉลี่ย 129,233.33 บาทต่อปี และมีแหล่งเงินทุนจาก ธ.ก.ส. เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในระดับมากที่สุด เกษตรกรส่วนใหญ่เก็บตัวอย่างดินเพื่อการตรวจวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ เกษตรกรมีการยอมรับต่อการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเชิงความคิดเห็น ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีการยอมรับเชิงความคิดเห็นระดับมาก คือ การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยมีปัญหาระดับมาก คือ การผสมปุ๋ยใช้เองตามค่าวิเคราะห์ดิน และเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะ คือ ควรสนับสนุนให้ศูนย์เรียนรู้หรือศูนย์ถ่ายทอดต่าง ๆ ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ให้บริการตรวจวิเคราะห์ดินและผสมปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ช่วยให้สะดวกในการใช้ปุ๋ยมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง การยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในนาข้าวของเกษตรกร ในจังหวัดนครนายก มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกร

เกษตรกรควรหาความรู้เพิ่มเติมจากสื่อประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เช่น สื่อวีดิทัศน์จากยูทูป เฟสบุ๊ก แผ่นพับ และควรใช้แอปพลิเคชันคำนวณการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การตัดสินใจการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร

2. ข้อเสนอแนะต่อเจ้าหน้าที่

จากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ดังนั้น ในการส่งเสริมของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ควรเน้นให้เกษตรกรนำความรู้ที่ได้ไปสู่การปฏิบัติอย่างแท้จริงเพื่อการลดต้นทุนการผลิต และติดตามปัญหาการปฏิบัติของเกษตรกรในด้านการตรวจวิเคราะห์ดินและผสมปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อหาทางแก้ไขและช่วยเหลือให้เกษตรกรสามารถปฏิบัติได้

3. ข้อเสนอแนะต่อหน่วยงาน

ควรบูรณาการร่วมกันระหว่างหน่วยงานในพื้นที่ โดยกำหนดแผนงานหรือโครงการส่งเสริมและพัฒนาการทำเกษตรแม่นยำโดยใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องและจริงจังให้เกษตรกรได้มีการปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สร้างแรงจูงใจให้แก่เกษตรกรด้านการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

4. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

4.1 ควรศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ควรศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในพื้นที่อื่น เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้มาปรับปรุงเป็นแนวทางการส่งเสริมและพัฒนา เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องเหมาะสม และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

4.3 ควรศึกษาสภาพพื้นฐานของเกษตรกรเพิ่มเติมในด้านต้นทุนการผลิต เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตข้าวของเกษตรกร

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์และสนับสนุนจาก อาจารย์ ดร.ลัดดาวัลย์ กรรณนุช ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาริรัตน์ สีระสาร อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผศ.ดร.ปรีชาติ ดิษฐกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุน ช่วยเหลือและให้กำลังใจ จากครอบครัว เพื่อนร่วมงาน เพื่อนนักศึกษา และเกษตรกรทุกท่านที่สละเวลาในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างยิ่ง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้ นำไปสู่ความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565. ระบบฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกรกลาง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://farmer.doae.go.th>. (9 เมษายน 2565).
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563. การจัดการดินและปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2021/03/ebook2-2563-2.pdf> (9 เมษายน 2565).
- จารุณิตย์ ธรรมชัย. 2562. แนวทางการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยในนาข้าวเพื่อลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 137 หน้า
- รุ่งรัตน์ มาประสิทธิ์. 2559. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อลดต้นทุนการผลิตในนาข้าวของเกษตรกรในจังหวัดพิจิตร. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 156 หน้า.
- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2565. ECON ANALYSIS. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://kasikornresearch.com/th/analysis/k-social-media/Pages/Fertilizer-FB-26-05-2022-01.aspx> (9 เมษายน 2565).
- สุกาญจน์ ปานขริบ. 2559. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของสมาชิกศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชนในจังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 81 หน้า
- สุอาภา สกุนินวัตติ. 2562. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดเพื่อการปลูกข้าวของสมาชิกศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชนในจังหวัดสิงห์บุรี. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 100 หน้า
- อมรรัตน์ ประสพมงคล. 2562. แนวทางการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดในนาข้าวของเกษตรกรศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชน จังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 158 หน้า
- Cronbach, L. J. 1970. Essentials of Psychological Testing. 3rd ed., New York: Harper Row.
- Davis, F. D., Bagozzi, R.P. and Warshaw, P.R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. Management Science. 35, 8 (August): 982-1003.

การประเมินพัฒนาพันธุ์ว่านสีทศกليبดอกซ้อน Plant Improvement of Amaryllis

วัฒนนิกรณ์ เทพโพธา^{1*} พรพนัช มีกุล¹ วิมล แก้วสีดา² บุญปิยธิดา คล่องแคล่ว¹

Watthananikorn Theppota^{1*} Pornpanuch meekol¹ Wimol Kongsrida² Boonpiyathida Klongkeaw¹

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย 317 หมู่ 3 ตำบลวาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย 57180

¹ Chiangrai Highland Agricultural Research and Development Center 317 Moo 3 T. Mae Suai Chiangrai 57180

² ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย 72 หมู่ 6 ตำบลป่าอ้อดอนชัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000

² Chiangrai Horticulture Research Center 72 Moo 6 T. Pa O Don Chai Chiangrai 57000

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

บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาพันธุ์ว่านสีทศกليبดอกซ้อน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ว่านสีทศที่มีลักษณะกليبดอกซ้อนตรงความต้องการของตลาด ดำเนินการทดลองในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (ศวพ.กส.ชร) ปี พ.ศ. 2557 โดยวิธีการถ่ายละอองเกสรด้วยมือ ผสมพันธุ์ว่านสีทศ ได้แก่ พันธุ์วาวี 1 เป็นเพศเมีย กับพันธุ์ Double Dream เป็นเพศผู้ นำเมล็ดพันธุ์ลูกผสมมาเพาะได้ต้นลูกผสม จำนวน 336 ต้น ปลูกลูกผสมว่านสีทศในแปลงขนาด 1 x 10 เมตร ระยะระหว่างต้น 30 x 30 เซนติเมตร คัดเลือกลูกผสมว่านสีทศที่มีลักษณะกليبดอกซ้อน (กليبดอกมากกว่า 2 ชั้น) เส้นผ่านศูนย์กลางดอกมากกว่าหรือเท่ากับ 15 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวนดอกต่อช่อไม่น้อยกว่า 4 ดอก ผลการคัดเลือกพบว่า กลุ่มสีขาว (White Group) ได้แก่ สายพันธุ์ WD-129 กลุ่มสีแดง (Red Group) ได้แก่ สายพันธุ์ WD-P24 และ สายพันธุ์ WD-073 กลุ่มสีส้มแดง (Orange-Red Group) ได้แก่ สายพันธุ์ WD-P3 และ สายพันธุ์ WD-P7

คำสำคัญ : ว่านสีทศ พัฒนาพันธุ์ กليبดอกซ้อน

Abstract

The double-flowered amaryllis improvement project was established as an aim to improve amaryllis genes to be a double-flowered amaryllis as per market demand. The experiment was set at Chiangrai Highland Agriculture Research and Development Center on 2014 using hand pollination for female Wawee 1 with male Double Dream. The hybrid seeds were planted which showed the result of 336 genes. They were planted at the 1x10 M. box with the distance between the plant as of 30 x 30 cm. Then, selected the double-flowered amaryllis hybrid (having a “double” flower) having 15 cm. diameter and consisting not less than 4 flowers per bunch. The result from the selection found out that the White Group consisted of hybrid

gene no. WD-129, the Red Group consisted of hybrid gene no. WD-P24 and WD-073, and the Orange-Red Group consisted of hybrid gene no. WD-P3 and WD-P7.

Keywords : amaryllis, gene, double-flowered amaryllis,

บทนำ

ปัจจุบันมีการนำว่านสีทศพันธุ์ใหม่ เข้ามาจากต่างประเทศหลายพันธุ์ โดยปลูกเป็นไม้กระถาง และปลูกประดับสถานที่ มีสีดอกแตกต่างกัน เช่น สีขาว ครีมน ขาวปนเขียว สีแสด สีชมพู สีแดง และสีประ ซึ่งเมื่อนำมาปลูกในเขตพื้นที่สูงจะช่วยพัฒนาทางการเกษตรได้ซึ่งสามารถใช้เป็น พ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ สำหรับการพัฒนาพันธุ์ใหม่ที่เหมาะสมและปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

ว่านสีทศ (Amaryllis) เป็นไม้ดอกประเภทหัว ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อนในทวีปอเมริกา ในประเทศไทยมีการนำพันธุ์ว่านสีทศหลายพันธุ์เข้ามาปลูก แต่มีเพียงไม่กี่พันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีจนกลายเป็นพันธุ์พื้นเมืองของไทย เช่น พันธุ์ดอกสีแดง สีส้ม สีครีมขีดแดง ซึ่งส่วนใหญ่พันธุ์เหล่านี้มีดอกขนาดเล็ก จึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมในตลาดต่างประเทศและออกดอกปีละครั้งในช่วงฤดูแล้ง นอกจากนี้ยังมีกลุ่มว่านสีทศอีกกลุ่มที่มีใบสวยและดอกสวย ออกดอกได้ปีละหลายครั้ง ได้แก่ รางเงิน รางทอง และรางนาก เป็นต้น แต่ดอกมีขนาดเล็ก อัตราการขยายพันธุ์ช้าและต่ำ สถานีทดลองเกษตรที่สูงวาวี (เดิม) จึงได้ผลิตลูกผสมว่านสีทศระหว่างพันธุ์ไทยกับพันธุ์ว่านสีทศดอกใหญ่ที่นำเข้ามาจากประเทศฮอลแลนด์ได้ลูกผสมหลากหลายลักษณะ ในปี พ.ศ.2540-2541 ได้คัดเลือกลูกผสมหลายเบอร์ เช่น สายพันธุ์วาวี 01-06 สายพันธุ์ p/w สายพันธุ์ดอยช้าง 01-04 (นัด และประสงค์, 2551) ปัจจุบันกลุ่มผู้ปลูกเลี้ยงว่านสีทศในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นทำให้มีความต้องการว่านสีทศพันธุ์ใหม่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย มีการนำเข้าหัวพันธุ์ว่านสีทศพันธุ์ลูกผสมจากต่างประเทศเป็นปริมาณมากเพื่อนำมาปลูกเลี้ยงเป็นการค้า ทำให้สูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ (วัฒนาวัตติ, 2542) ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้ลูกผสมที่เหมาะสมในการเป็นไม้ตัดดอกและการใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ และเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน ลดการสั่งซื้อหัวพันธุ์จากต่างประเทศ เพิ่มมูลค่าหัวพันธุ์และได้พันธุ์ใหม่ที่เป็นที่ต้องการของตลาด เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต่อไป ดังนั้นจำเป็นต้องดำเนินการคัดเลือกลูกผสมและขยายพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือกได้เพื่อนำไปเปรียบเทียบและทดสอบพันธุ์ต่อไป นำไปสู่การรับรองพันธุ์และขยายผลต่อไปในอนาคต

วิธีการดำเนินการวิจัย

การคัดเลือกลูกผสมว่านสีทศ

ปี 2556 – 2557 ได้ผสมพันธุ์สร้างลูกผสมว่านสีทศกลีบดอกซ้อน ระหว่างพันธุ์แม่ วาวี 1 (ภาพที่ 1 ก) และพันธุ์พ่อ Double Dream (ภาพที่ 1 ข) ได้ลูกผสม 336 ต้น โดยปลูกในโรงเรือน 40 ต้น และในแปลง 296 ต้น



ภาพที่ 1 ลักษณะดอกว่านสี่ทิศ ก. พันธุ์ วาวิ 1 ข. พันธุ์ Double Dream

ปลูกลูกผสมที่ได้จากว่านสี่ทิศระหว่างพันธุ์วาวิ 1 ซึ่งเป็นเพศเมีย ผสมกับพันธุ์ Double Dream ที่มีลักษณะกลีบดอกซ้อน ใช้เป็นเพศผู้ ได้ลูกผสมจำนวน 336 ต้น

1. ดูแลรักษาลูกผสมว่านสี่ทิศในโรงเรือนและในแปลงคู่ผสม วาวิ 1 x Double Dream จำนวน 336 ต้น ให้ปุ๋ยสูตร 15 - 15 -15 อัตรา 10 กรัม/ต้น/ครั้ง จำนวน 1 ครั้ง และให้ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 10 กรัม/ต้น/ครั้ง จำนวน 1 ครั้ง กำจัดวัชพืชโดยวิธีกลตามความจำเป็น บันทึกการเจริญเติบโต ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางหัวว่านสี่ทิศ จำนวนใบ ความกว้างและความยาวใบ

2. เมื่อว่านสี่ทิศลูกผสมออกดอกแล้วทำการคัดเลือกต้นที่ให้ดอกมีลักษณะกลีบซ้อนสีสวยงามโดยคัดเลือกลูกผสมที่มีลักษณะ ดอกว่านสี่ทิศที่มีลักษณะกลีบดอก 2 ชั้นขึ้นไปขนาดของดอกว่านสี่ทิศมีเส้นผ่านศูนย์กลางดอกมากกว่าหรือเท่ากับ 15 เซนติเมตร ให้ดอกจำนวน 4 ดอกต่อ 1 ช่อ อายุการบานของดอกต่อช่อไม่ต่ำกว่า 7 วัน ต้นว่านสี่ทิศที่สมบูรณ์ช่อดอกตั้งตรง

- การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูล วัน / เดือน / ปี ที่ปฏิบัติงานทดลอง จำนวนดอก จำนวนช่อดอก ขนาดของดอก สีของดอก จำนวนชั้นกลีบดอก ความยาวก้านดอก การเกิดต้นใหม่ เส้นผ่านศูนย์กลางต้นใหม่

- ระยะเวลาดำเนินการ

1 ตุลาคม 2559 - 30 กันยายน 2564

- สถานที่ดำเนินการ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย จังหวัดเชียงราย

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตลูกผสมว่านสี่ทิศ

ปี 2556 - 2557 ได้ผสมพันธุ์สร้างลูกผสมว่านสี่ทิศกลีบดอกซ้อน ระหว่างพันธุ์แม่ วาวิ 1 และพันธุ์พ่อ Double Dream ได้ลูกผสม 336 ต้น โดยปลูกในโรงเรือน 40 ต้น และในแปลง 296 ต้น การเจริญเติบโตลูกผสมว่านสี่ทิศมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 การเจริญเติบโตของ

ลูกผสม มีการเจริญเติบโตทางใบ ลำต้น ช่วงเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม เริ่มพักตัวช่วงเดือน พฤศจิกายน – มกราคม และเริ่มออกดอก ช่วงเดือน กุมภาพันธ์ – เมษายน เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2564 มีจำนวนใบเฉลี่ย 2.3 ใบ ความกว้างใบเฉลี่ย 4.5 เซนติเมตร ความยาวใบเฉลี่ย 33.6 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางหัวเฉลี่ย 5.2 เซนติเมตร โดยกลุ่มลูกผสมมีความกว้างใบเฉลี่ย ≤ 1.9 เซนติเมตร มีจำนวน 2 ต้น 2.0 – 3.9 เซนติเมตร มีจำนวน 52 ต้น 4.0 – 5.9 เซนติเมตร มีจำนวน 108 ต้น ≥ 6.0 เซนติเมตร มีจำนวน 22 ต้น ความยาวใบเฉลี่ย ลูกผสม ≤ 19.9 เซนติเมตร มีจำนวน 28 ต้น 20.0 – 39.9 เซนติเมตร มีจำนวน 113 ต้น 40.0 – 59.9 เซนติเมตร มีจำนวน 42 ต้น และ ที่มีความยาวใบเฉลี่ย ≥ 60.0 เซนติเมตร จำนวน 5 ต้น เส้นผ่านศูนย์กลางหัวลูกผสม ≤ 1.9 เซนติเมตร จำนวน 4 ต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 - 3.9 เซนติเมตร มีจำนวน 44 ต้น 4.0 – 5.9 เซนติเมตร มีจำนวน 187 ต้น 6.0 – 7.9 เซนติเมตร มีจำนวน 85 ต้น และ ≥ 8.0 เซนติเมตร มีจำนวน 16 ต้น (ภาพที่ 2)



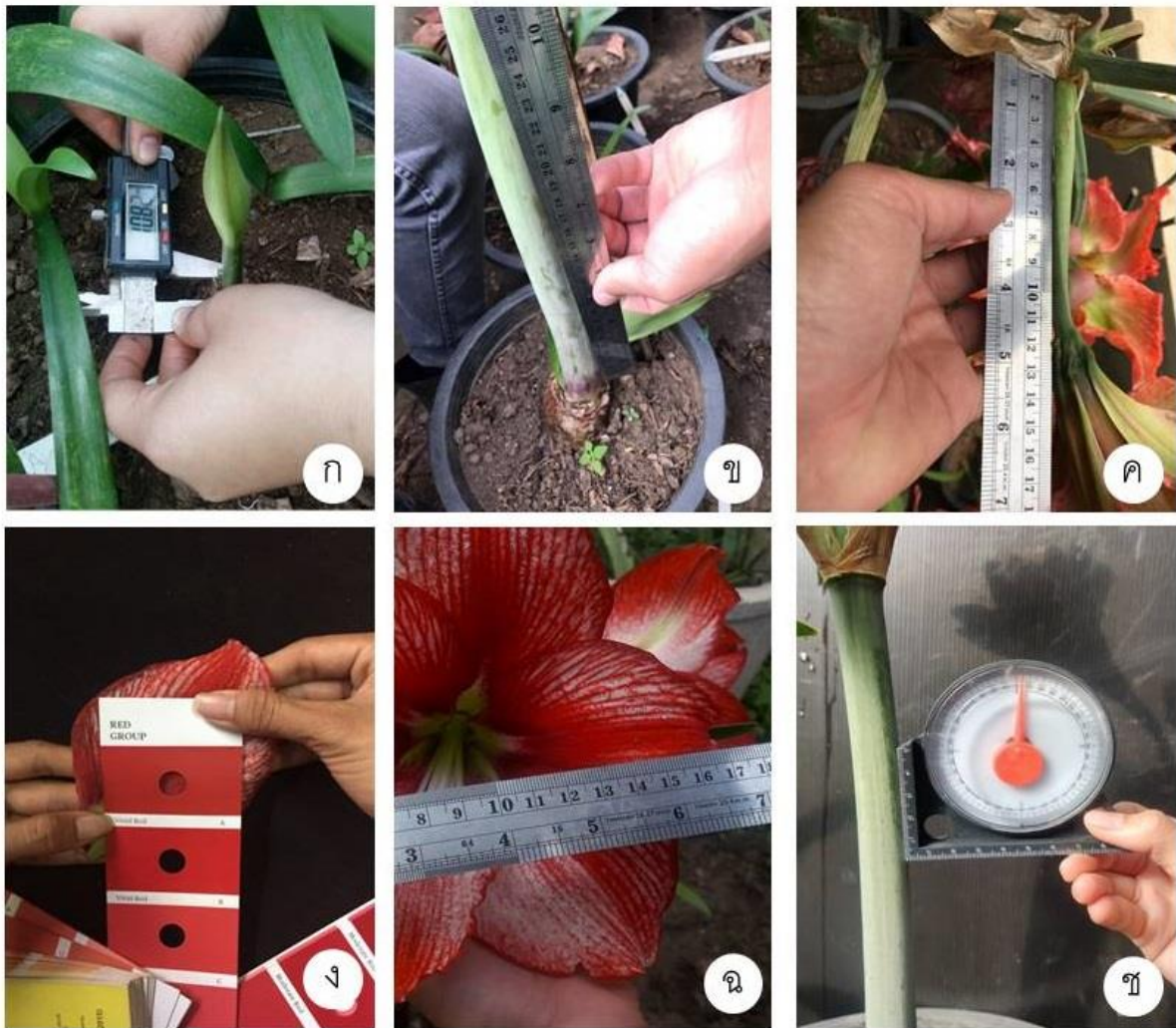
ภาพที่ 2 การวัดการเจริญเติบโต ก. การวัดความกว้างใบ ข. การวัดความยาวใบ ค. การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางหัว

การคัดเลือกพันธุ์ลูกผสม

ปี พ.ศ. 2562 ลูกผสมว่านสีทิว อายุปลูก 4 ปี ช่วงเดือน กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม ออกดอกจำนวน 166 ต้น คิดเป็นร้อยละ 49.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) เมื่อแบ่งกลุ่มที่มีกลีบดอกซ้อนมากกว่า 2 ชั้น พบว่า มีจำนวน 119 ต้น และกลุ่มที่มีกลีบดอก 2 ชั้น จำนวน 47 ต้น ลูกผสมว่านสีทิวกลีบดอกซ้อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกมากกว่าหรือเท่ากับ 15 เซนติเมตรขึ้นไปมีจำนวน 73 ต้น และจำนวนดอกตั้งแต่ 4 ดอก/ช่อขึ้นไป มี 47 ต้น เมื่อแบ่งตามกลุ่มสี พบว่า กลุ่มสีขาว (White Group) มีจำนวน 8 ต้น กลุ่มสีแดง (Red Group) มีจำนวน 12 ต้น และกลุ่มสีส้มแดง (Orange-Red Group) มีจำนวน 27 ต้น (ตารางที่ 2) ปี พ.ศ. 2564 ลูกผสมว่านสีทิว วาวี 1 x Double Dream (WxD) จำนวน 336 ต้น ช่วงเดือน กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม ออกดอกจำนวน 198 ต้น คิดเป็นร้อยละ 58.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

นอกจากการเจริญเติบโตและลักษณะดอก ลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือความสามารถในการเกิดต้นใหม่ของลูกผสมว่านสีทศที่บ่งบอกถึงความสามารถในการกระจายพันธุ์ได้ดี โดยกลุ่มดอกสีขาว ได้แก่ WD-P129 มีต้นใหม่จำนวน 3 ต้นและมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางต้นใหม่ 4.6 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) กลุ่มดอกสีแดง คือ WD-P24 มีต้นใหม่จำนวน 9 ต้น มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.3 เซนติเมตร และ WD-073 มีต้นใหม่จำนวน 7 ต้น มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.8 เซนติเมตร (ตารางที่ 4) กลุ่มดอกสีส้มแดง คือ WD-P3 มีต้นใหม่จำนวน 26 ต้น เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.2 เซนติเมตร และ WD-P7 มีต้นใหม่จำนวน 18 ต้น เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.4 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

คัดเลือกลักษณะดอกลูกผสมว่านสีทศ ได้แก่ (ภาพที่ 3) WD-P3, WD-P7, WD-P24, WD-073 และ WD-129 โดยลูกผสมสายพันธุ์ WD-P3 มีจำนวน 3 ช่อ/ปี มีจำนวน 4 ดอก/ช่อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 18.7 เซนติเมตร มีกลีบดอกจำนวน 6-8 ชั้น (ภาพที่ 4) ลูกผสมสายพันธุ์ WD-P7 มีจำนวน 3 ช่อ/ปี มีจำนวน 4 ดอก/ช่อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 18.1 เซนติเมตร มีกลีบดอกจำนวน 5-7 ชั้น (ภาพที่ 5) ลูกผสมสายพันธุ์ WD-P24 มีจำนวน 2 ช่อ/ปี มีจำนวน 4 ดอก/ช่อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 20.2 เซนติเมตร มีกลีบดอกจำนวน 5-6 ชั้น (ภาพที่ 6) ลูกผสมสายพันธุ์ WD-073 มีจำนวน 1 ช่อ/ปี มีจำนวน 4 ดอก/ช่อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 18.4 เซนติเมตร มีกลีบดอกจำนวน 6-7 ชั้น (ภาพที่ 7) และลูกผสม WD-129 มีจำนวน 1 ช่อ/ปี มีจำนวน 4 ดอก/ช่อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 18.5 เซนติเมตร มีกลีบดอกจำนวน 5-6 ชั้น (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 3 การบันทึกข้อมูลลักษณะดอก ก. การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอก ข. การวัดความยาวก้านช่อดอก
 ค. การวัดความยาวก้านดอก ง. การเทียบสีกลีบดอก ฉ.การวัดความกว้างดอก ช. การวัดความเอียงช่อดอก

ตารางที่ 1 การออกดอกของลูกผสม (ต้น) ที่เกิดจาก วาวิ 1 x Double Dream ในสภาพโรงเรือนและสภาพ
 แปลง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2559 ถึง ปี พ.ศ. 2564 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย

ปี พ.ศ.	ลูกผสม วาวิ 1 x Double Dream จำนวน 336 ต้น	
	จำนวนต้นที่ออกดอก	ออกดอก (%)
2559	0	0
2560	0	0
2561	149	44.3
2562	166	49.4
2563	184	54.8
2564	198	58.9

ตารางที่ 2 สายพันธุ์ลูกผสมว่านสีทึบ วาวี 1 x Double Dream กลุ่มดอกสีขาว กลุ่มดอกสีแดง และ
กลุ่มดอกสีแดง ปี พ.ศ. 2562 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย

กลุ่มสีกลีบดอก	ลูกผสม
สีขาว	WD-P8 WD-P18 WD-006 WD-030 WD-069 WD-103 WD-129 WD-137
สีแดง	WD-P20 WD-P23 WD-P24 WD-P39 WD-005 WD-035 WD-070 WD-072 WD-073 WD-085 WD-087 WD-131
สีส้มแดง	WD-P2 WD-P3 WD-P4 WD-P5 WD-P6 WD-P7 WD-P9 WD-P11 WD-P13 WD-P14 WD-P22 WD-P27 WD-P35 WD-P40 WD-026 WD-029 WD-041 WD-053 WD-086 WD-088 WD-092 WD-113 WD-114 WD-125 WD-136 WD-149 WD-196

ตารางที่ 3 ลักษณะดอกและช่อดอกลูกผสมว่านสีทึบ วาวี 1 x Double Dream กลุ่มดอกสีขาวที่
เกิดจาก ปี พ.ศ. 2562 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย

สายพันธุ์ ว่านสีทึบ	จำนวนช่อ ดอก/ปี	จำนวน ดอก/ช่อ (ดอก)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ดอกเฉลี่ย (ซ.ม.)	จำนวนชั้น กลีบดอก	จำนวนต้น ใหม่	เส้นผ่าน ศูนย์กลางต้น ใหม่เฉลี่ย (ซ.ม.)
WD-P8	2	4	17.0	4-5	2	2.1
WD-P18	2	4	17.5	5-6	1	2.8
WD-006	2	4	18.0	4-5	2	2.5
WD-030	2	4	17.5	5-6	1	2.2
WD-069	3	4	16.0	3-4	2	3.0
WD-103	2	4	19.0	5	1	3.3
WD-129	2	4	16.2	6-7	3	4.6
WD-137	1	4	15.0	6	2	5.7

ตารางที่ 4 ลักษณะดอกและช่อดอกกลุ่มผสมว่านสีทึบ วาวี 1 x Double Dream กลุ่มดอกสีแดงที่เกิด
 จาก ปี พ.ศ. 2562 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย

สายพันธุ์ ว่านสีทึบ	จำนวนช่อดอก/ปี	จำนวน ดอก/ช่อ (ดอก)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ดอกเฉลี่ย (ซม.)	จำนวนชั้น กลีบดอก	จำนวนต้น ใหม่	เส้นผ่าน ศูนย์กลางต้น ใหม่เฉลี่ย (ซม.)
WD-P20	2	5-6	17.0	5	1	1.5
WD-P23	2	4-5	17.0	5	2	2.1
WD-P24	2	4-6	20.4	5-6	9	2.3
WD-P39	2	3-4	15.0	4-5	-	-
WD-005	2	4	15.4	4-5	1	4.2
WD-035	2	4-5	16.0	3-4	4	3.2
WD-070	2	4	15.0	4-5	4	3.6
WD-072	2	4	17.0	4	3	4.1
WD-073	2	3-4	19.5	6-7	7	2.8
WD-085	2	4	18.6	3	5	5.4
WD-087	2	4-5	18.0	4-5	4	5.1
WD-131	2	4-5	17.0	3-4	5	3.6

ตารางที่ 5 ข้อมูลลักษณะดอกและช่อดอกกลุ่มผสมว่านสีทึบ วาวี 1 x Double Dream กลุ่มดอกสีส้มแดง
เกิดจาก ปี พ.ศ. 2562 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงใหม่

สายพันธุ์ ว่าน สีทึบ	จำนวนช่อดอก/ปี	จำนวน ดอก/ช่อ (ดอก)	เส้นผ่าน ศูนย์กลางดอก เฉลี่ย (ซม.)	จำนวนชั้น กลีบดอก	จำนวนต้น ใหม่	เส้นผ่าน ศูนย์กลางต้น ใหม่เฉลี่ย (ซม.)
WD-P2	5	4	18.5	3-4	2	3.9
WD-P3	4	4-6	17.8	6-8	26	2.2
WD-P4	2	4-5	18.4	3-4	12	2.0
WD-P5	3	4	19.3	4	9	2.9
WD-P6	2	4	15.8	3-4	6	2.7
WD-P7	2	4-5	19.0	5-7	18	2.4
WD-P9	2	4	17.5	3-4	2	1.8
WD-P11	2	4	16.0	4	3	4.4
WD-P13	3	4	21.0	4-5	7	2.2
WD-P14	2	4	19.0	4-5	7	3.5
WD-P22	2	4	16.0	3-4	1	2.8
WD-P27	2	4	17.3	4-5	1	4.5
WD-P35	2	4	18.0	6	8	3.0
WD-P40	2	4	19.0	4	4	3.0
WD-026	2	4	17.0	3	7	3.7
WD-029	2	4	15.2	4	5	3.4
WD-041	2	4	19.3	3-4	6	5.0
WD-053	2	4	17.0	5-6	5	4.9
WD-086	2	4	16.5	5	4	4.1
WD-088	2	4	16.0	5	5	3.6
WD-092	2	4	17.5	5-6	2	3.2
WD-113	1	4	19.0	5	5	3.7
WD-114	1	4	16.5	4	-	-
WD-125	2	4	15.0	4-5	-	-
WD-136	2	4	17.0	4	8	3.5
WD-149	2	4	16.5	4-5	2	5.8

ตารางที่ 5 ข้อมูลลักษณะดอกและช่อดอกลูกผสมว่านสีทิว วาวี 1 x Double Dream กลุ่มดอกสีส้มแดง
เกิดจาก ปี พ.ศ. 2562 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงใหม่

สายพันธุ์ ว่าน สีทิว	จำนวนช่อ ดอก/ปี	จำนวน ดอก/ช่อ (ดอก)	เส้นผ่าน ศูนย์กลางดอก เฉลี่ย (ซม.)	จำนวนชั้น กลีบดอก	จำนวนต้น ใหม่	เส้นผ่าน ศูนย์กลางต้น ใหม่เฉลี่ย (ซม.)
WD-196	2	4	17.0	6-7	2	1.8



ภาพที่ 4 ลักษณะดอกว่านสีทิวลูกผสมสายพันธุ์ WD-P3 ดอกช่อ 6 - 8 ชั้น กลีบดอกเป็นรูปรี ขอบกลีบดอก
ชั้นนอกเป็นคลื่น สีส้มแดง โคนกลีบสีชมพูอ่อน ไม่มีเกสรเพศผู้ เส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 17.8
เซนติเมตร



ภาพที่ 5 ลักษณะดอกว่านสีทิวลูกผสมสายพันธุ์ WD-P7 ดอกช่อ 5 - 7 ชั้น กลีบดอกเป็นรูปรี สีส้มแดง บริเวณ
กลางกลีบไปถึงโคนกลีบสีครีม มีเกสรเพศผู้ เส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 19.0 เซนติเมตร



ภาพที่ 6 ลักษณะดอกว่านสีทึดลูกผสมสายพันธุ์ WD-P24 ดอกซ้อน 5 - 6 ชั้น กลีบดอกเป็นรูปรี สีแดง กิ่งหนึ่งจากปลายกลีบ โคนกลีบสีขาว มีเกสรเพศผู้ เส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 20.4 เซนติเมตร



ภาพที่ 7 ลักษณะดอกว่านสีทึดลูกผสมสายพันธุ์ WD-073 ดอกซ้อน 6 - 7 ชั้น กลีบดอกเป็นรูปรีแคบ สีส้มแดง ขอบเป็นคลื่น มีเกสรเพศผู้ เส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 19.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 8 ลักษณะดอกว่านสีทึดลูกผสมสายพันธุ์ WD-129 ดอกซ้อน 6 - 7 ชั้น กลีบดอกเป็นรูปรีกว้าง สีขาว ขอบมีสีแดงเป็นคลื่น ไม่มีเกสรเพศผู้ เส้นผ่านศูนย์กลางดอกเฉลี่ย 16.2 เซนติเมตร

วิจารณ์ผล

การเจริญเติบโตจำนวนใบของลูกผสมว่านสีทึบ พบว่า ช่วงหลังเดือนธันวาคม ถึง เดือนมิถุนายน มีการเจริญเติบโตจำนวนใบอย่างต่อเนื่อง และลดลงช่วงเดือนกันยายน ถึง เดือนธันวาคม เนื่องจากเป็นช่วงว่านสีทึบเริ่มพักตัวการเจริญเติบโตทางใบจึงลดลงสอดคล้องกับการรายงานของวัฒนาวดี (2542)

การผสมว่านสีทึบสายพันธุ์ วาวี 1 และพันธุ์ Double Dream ได้ลูกผสม กลุ่มสีขาว (White Group) กลุ่มสีแดง (Red Group) และกลุ่มสีส้มแดง (Orange-Red Group) เนื่องมาจาก พันธุ์แม่วาวี 1 เป็นลูกผสมที่ได้จากการผสมเปิดพันธุ์ต่างประเทศ ดอกสีแดง ขาว และชมพู (นัด และประสงค์, 2551) และพันธุ์ต่างประเทศที่มีลักษณะดอกซ้อนทำให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะดอกซ้อนและมีความผันแปรของสีดอกสอดคล้องกับการรายงานของสุชาติดา (2542)

สรุปผล

การเจริญเติบโตลูกผสมว่านสีทึบที่ได้จาก วาวี 1 กับพันธุ์ Double Dream ในแต่ละปีพบว่าช่วงอายุลูกผสม 1-3 ปีแรกมีการเจริญอย่างต่อเนื่อง หลังจากนั้นลูกผสมว่านสีทึบเริ่มทยอยออกดอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยหัวว่านสีทึบลดลง เนื่องจากมีการใช้ธาตุอาหารที่สะสมในการสร้างดอกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน และเกิดต้นใหม่ช่วงเดือนพฤษภาคม – กันยายน และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวเริ่มเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนกันยายน – ธันวาคม

การพัฒนาพันธุ์ว่านสีทึบได้ลูกผสม วาวี 1 กับพันธุ์ Double Dream จำนวน 336 ต้น จากการคัดเลือกลูกผสมว่านสีทึบกลีบดอกซ้อน เส้นผ่านศูนย์กลางดอกมากกว่าหรือเท่ากับ 15 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวนดอกต่อช่อไม่น้อยกว่า 4 ดอก ได้สายพันธุ์ลูกผสมว่านสีทึบ ได้แก่ สายพันธุ์ WD-P3 WD-P7 WD-P24 WD-073 และ WD-129

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 และผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ที่ให้การสนับสนุนบุคลากร พื้นที่ในการทดลอง และห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณนักวิจัย นักวิชาการ และเจ้าหน้าที่ในสังกัด สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ จนการทดลองสำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

นัด ไชยมงคล และประสงค์ มั่นสูง. 2551. การศึกษาลักษณะและประเมินคุณค่าพันธุ์กรรมว่านสีทึบ.

แหล่งข้อมูล: <http://lib.doa.go.th/multim/BB01132.pdf>. ค้นเมื่อ 2 กันยายน 2564.

วัฒนาวดี จินตภากร. 2542. การเจริญเติบโตของหัวว่านสีทึบ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุชาดา พัฒนกกน. 2542. การปรับปรุงพันธุ์ว่านสีทึบ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ผลผลิตและการขัดสีในข้าวพันธุ์ข้าวเมล็ดสีพื้นเมืองจากเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว Yield and rice milling in color local rice varieties form farmer Sakaeo Province

ประทีป อูปแก้ว^{1*} ทิชฎญา เสมอเงิน² วิฑูร ขาวสุข² ปริญญพร หนูอุไร²

Prateep Oupkaew^{1*} Tistaya Semangoen² Witoon Khawsuk² Parinyaporn Nuurai²

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว 254 หมู่ 4 ต. วัดนาคนคร อ. วัดนาคนคร จ. สระแก้ว 27260

¹ Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo Campus, 254 M. 4, Watthananakhon Sub-district, Watthananakhon District, Sakaeo Province, 27160

² คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

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

ข้าวพื้นเมืองเป็นพันธุ์ข้าวที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง แต่ละสายพันธุ์มีคุณสมบัติเฉพาะตัว เช่น ทนแล้ง ทนต่อโรคและแมลง เป็นต้น แต่ปัจจุบันข้าวพื้นเมืองมีการปลูกน้อยลงและมีการนำข้าวพันธุ์ปรับปรุงมาปลูกแทน ดังนั้นเพื่อเป็นการอนุรักษ์พันธุ์ไม่ให้สูญหายและเพิ่มมูลค่าทางการตลาด โดยการวิจัยได้ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและการขัดสีข้าวเมล็ดสีพื้นเมืองจำนวน 4 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานจำนวน 2 พันธุ์คือขาวดอกมะลิ105 และ กข6 ผลการทดลองพบว่าข้าวพื้นเมืองจำนวน 4 พันธุ์และพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน 2 พันธุ์มีความแตกต่างของความสูง จำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ ผลผลิตต่อไร่ เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวหัก และเปอร์เซ็นต์แกลบ จากการศึกษาสรุปได้ว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมือง 4 พันธุ์มีศักยภาพผลผลิตและการขัดสีใกล้เคียงกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และ กข6

คำสำคัญ : ข้าวพื้นเมือง ผลผลิต การขัดสี

Abstract

Local rice varieties had high genetic variations. Each accession has special properties such as tolerance to drought stress, diseases and insects and etc. Recently, the local rice varieties decreased area planting and replaced by improved varieties. So, the conservation of local rice varieties were saved the genetic lose and increase marketing value. This research was conducted the four local color rice accessions and two standard rice varieties: KDML105 and RD6 were tested yield and rice milling. The local rice varieties were found the significant of plant height, number of tilers per hill, number of panicle per hill and percentage of rice milling. These studies

was concluded that the four the local color rice varieties have the similar of yield and rice milling of KDML105 and RD6.

Keywords : Loca rice, Yield, Rice Milling

บทนำ

ข้าวพื้นเมือง (*Oryza sativa L.*) เป็นข้าวที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งความหลากหลายดังกล่าวเป็นความแตกต่างของลักษณะที่พบระหว่างต้นข้าวพื้นเมืองภายในประชากรหรือพันธุ์เดียวกัน นอกจากนี้ลักษณะต่างที่พบยังมีความหลากหลายระหว่างพันธุ์ด้วย แต่อย่างไรก็ตามข้าวพื้นเมืองนอกจากจะปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างแล้วยังถูกคัดเลือกโดยเกษตรกรในแต่ละท้องถิ่น ทำให้ข้าวพื้นเมืองสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นที่มีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ จึงทำให้ข้าวพื้นเมืองในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะที่แตกต่างกัน (อนุพงศ์ และคณะ, 2560) จากความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองนี้เป็นประโยชน์อย่างมากในด้านการปรับปรุงพันธุ์ (พิชัย และอนุพงศ์, 2560) การอนุรักษ์พันธุกรรมข้าวพื้นเมืองเป็นทางเลือกหนึ่งของการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืนโดยใช้ประโยชน์จากข้อดีที่มีอยู่ในเชื้อพันธุกรรมข้าวเหล่านั้นทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ไม่เน้นผลผลิตสูง แต่ใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของข้าวแต่ละพันธุ์ซึ่งมีข้อมูลว่าข้าวพื้นเมืองเป็นแหล่งหนึ่งของธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพได้แก่กรดฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Tian et al., 2004) ปัจจุบันมีแนวโน้มการปลูกลดลงเนื่องด้วยหลายปัจจัย เช่น ราคาผลผลิต ความต้องการของผู้บริโภค การจัดการปลูก แรงงาน และเครื่องจักรในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่งผลให้จำนวนสายพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองในแต่ละท้องถิ่นค่อย ๆ ลดลง การที่จะอนุรักษ์หรือเพิ่มมูลค่าข้าวพื้นเมืองในแต่ละท้องถิ่น ต้องสร้างเอกลักษณ์หรือเพิ่มมูลค่าทางด้านการตลาดขึ้น ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงได้ประเมินศักยภาพการผลิตและการขจัดสีในพันธุ์พื้นเมืองเมล็ดข้าวสี เพื่อส่งเสริมศักยภาพด้านนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ทดสอบพันธุ์ข้าวพื้นเมืองเมล็ดสีที่เกษตรกรจังหวัดสระแก้ว จำนวน 4 สายพันธุ์คือข้าวเหนียวลิ้มผัว ข้าวมะลิดำ ข้าวเหนียวดำ ข้าวมะลิแดง เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน 2 พันธุ์คือขาวดอกมะลิ105 และ กข6 โดยนำเมล็ดข้าวมาเพาะกล้าข้าวในกระถางเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 29 เซนติเมตรรอ จนกล้าข้าวอายุ 30 วัน จึงนำไปปลูกทดสอบในแปลงนา ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2565 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ โดยทดสอบในพื้นที่ขนาด 3 x 4 ตารางเมตร ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร ปลูกจำนวน 3 ต้นต่อหลุม เมื่อครบระยะการเจริญเติบโตได้ประเมินการเจริญเติบโตโดยการวัดความสูง องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพการขจัดสี โดยประเมินเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์

เมล็ดข้าวหัก และเปอร์เซ็นต์แกลบการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) จะเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งที่ทดลองโดยใช้วิธี (Least significant difference, LSD) ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบของความสูง องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตในข้าว 6 พันธุ์ พบว่าความสูง จำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ และผลผลิตต่อไร่มีความแตกต่างกัน โดยความสูงมีค่าระหว่าง 116 – 130 เซนติเมตร พันธุ์ข้าวที่มีความสูงมากที่สุดคือมะลิแดง พันธุ์ข้าวที่มีความสูงต่ำสุดคือขาวดอกมะลิ105 จำนวนต้นตอกอมีค่าระหว่าง 12.1 – 16.8 ต้นตอกอ พันธุ์ที่มีจำนวนต้นตอกอมากที่สุดคือมะลิดำ พันธุ์ที่มีจำนวนต้นตอกอน้อยที่สุดคือเหนียวลิ้มฝัว และกข6 จำนวนรวงตอกอมีค่าระหว่าง 10.1 – 13.0 รวงตอกอ พันธุ์ที่มีจำนวนรวงมากที่สุดคือมะลิดำ พันธุ์ที่มีจำนวนรวงน้อยที่สุดคือเหนียวลิ้มฝัว ส่วนผลผลิตต่อไร่พบว่ามีความแตกต่างระหว่าง 680 – 800 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ที่มีผลผลิตมากที่สุดคือมะลิแดง พันธุ์ที่น้อยที่สุดคือมะลิดำ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ตารางแสดงความสูง จำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ และผลผลิตต่อไร่ในข้าว 6 พันธุ์

พันธุ์ข้าว	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนต้นตอกอ	จำนวนรวงตอกอ	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)
เหนียวลิ้มฝัว	126 B	12.1 D	10.1 E	730 C
มะลิดำ	125 BC	16.8 A	14.9 A	680 D
เหนียวดำ	122 CD	13.5 C	12.0 CD	714 C
มะลิแดง	130 A	15.1 B	13.0 B	800 A
ขาวดอกมะลิ105	116 E	13.9 C	12.7 BC	717 C
กข6	119 D	12.5 D	11.8 D	776.0 B
LSD	*	*	*	*

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการเปรียบเทียบการขัดสีในข้าว 6 พันธุ์พบว่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวกล็อง เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวหัก และเปอร์เซ็นต์แกลบมีความแตกต่างทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวกล็องมีค่าระหว่าง 61.5 -69.1 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวกล็องมากที่สุดคือข้าวกข6 โดยพันธุ์กข6 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวกล็องไม่ต่างกับพันธุ์เหนียวลิ้มฝัว พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวกล็องน้อยที่สุดคือมะลิดำ โดยมีพันธุ์เหนียวดำมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวกล็องไม่ต่างกับ เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวหักมีค่าระหว่าง 0.6 – 4.2 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวหักข้าวหักมากที่สุดคือมะลิดำ พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวหักน้อยที่สุดคือกข6 ส่วนเปอร์เซ็นต์แกลบมีค่าระหว่าง 30.2 – 34.3 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์แกลบมากที่สุดคือเหนียวดำ มะลิดำ และมะลิแดง พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์แกลบน้อยที่สุดคือกข6 โดยกข6มีเปอร์เซ็นต์แกลบไม่ต่างกับเหนียวลิ้มฝัว (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวหัก และเปอร์เซ็นต์แกลบข้าว 6 พันธุ์

พันธุ์ข้าว	เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าว กล้อง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวหัก	เปอร์เซ็นต์แกลบ
เหนียวลิ้มผิว	67.1 AB	1.4 C	30.8 BC
มะลิดำ	61.5 D	4.2 A	33.9 A
เหนียวดำ	63.6 CD	2.0 B	34.3 A
มะลิแดง	65.2 BC	0.9 D	33.8 A
ขาวดอกมะลิ105	65.8 BC	0.8 D	33.2 AB
กข6	69.1 A	0.6 E	30.2 C
LSD	*	*	*

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผล

การวิจัยนี้ได้ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพการขัดสี โดยพบว่ามีความแตกต่างกันในพันธุ์ข้าว 4 พันธุ์ที่เป็นพันธุ์พื้นเมืองและ 2 พันธุ์ที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน ซึ่งข้าวพื้นเมืองต่างพันธุ์จะมีองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกต่างพื้นที่จะมีการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตต่างกัน พจนีย์ (2549) ทั้งนี้เนื่องจากชนิดพันธุ์ของข้าวพันธุ์พื้นเมืองแต่ละชนิดมีความแปรปรวนขององค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มานัส และคณะ (2559) พันธุ์ข้าวต่างพันธุ์จะมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งพันธุ์ข้าวพื้นเมืองต่างพันธุ์มีการตอบสนองต่อผลผลิตที่แตกต่างกัน กิตติศักดิ์ (2552) โดยผลการทดลองข้าวพื้นเมืองของจังหวัดสระแก้วจำนวน 39 ตัวอย่าง มีความแปรปรวนของผลผลิตอยู่ระหว่าง 257-1,272 กิโลกรัมต่อไร่ และพบจำนวนตัวอย่างที่มีผลผลิตที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ ทรายแก้ว (2547) ได้ศึกษาความแปรปรวนของของข้าวพื้นเมืองบือชอมีพบว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีความหลากหลายภายในประชากรและระหว่างประชากร ในลักษณะทางคุณภาพและลักษณะทางปริมาณ ซึ่งผลผลิตของข้าวบือชอมีต่างแหล่งกันจะมีความแตกต่างทางพันธุกรรม ส่งผลให้มีผลผลิตของข้าวบือชอมีแต่ละแหล่งแตกต่างกัน ข้าวพื้นเมืองที่มีชื่อเหมือนจะมีความแตกต่างพันธุกรรมและไม่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการคัดเลือกและการเลือกสายพันธุ์ของเกษตรกร ซึ่งจากประเมินผลผลิตในข้าวพื้นเมืองหมยนองที่มีชื่อเหมือนกันบางตัวอย่างจะมีผลผลิตไม่แตกต่างกันและบางตัวอย่างจะมีความแตกต่างกัน พจนีย์ (2549) พันธุ์ข้าวต่างพันธุ์มีผลต่อคุณภาพการขัดสีในด้านปริมาณที่ต่างกัน มานัส และคณะ (2559) ความแตกต่างของคุณภาพขัดสีที่เกิดขึ้นจากลักษณะของเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกันโดยเมล็ดข้าวเหนียวดำจะมีเมล็ดป้อม ส่วนมะลิดำจะมีเมล็ดที่มีขนาดเล็กทำให้การขัดสีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวหักและเปอร์เซ็นต์แกลบ

สรุปผล

พันธุ์ข้าวพื้นเมืองเมล็ดสี 4 พันธุ์คือเหนียวลิ้มฝัว มะลิดำ เหนียวดำ และมะลิแดงมีความแตกต่างของ
ศักยภาพการให้ผลผลิตและการขัดสีที่แตกต่างกัน แต่มีศักยภาพการให้ผลผลิตและการขัดสีใกล้เคียงกับพันธุ์ข้าว
วอกมะลิ105 และกข6

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล งบประมาณด้าน
วิจัยและนวัตกรรม ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2565

เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ ศรีทุมมา. 2552. การศึกษาพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองที่มีศักยภาพเพื่อใช้ในระบบเกษตรยั่งยืนของอำเภอเฉลิม
พระเกียรติ จังหวัดน่าน. หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทรายแก้ว มีสิน. 2547. โครงสร้างความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไทย. วิ ท ย า นี พ น ธ์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
113 หน้า.
- พจนีย์ สุภามงคล. 2549. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองพันธุ์หม่นยอง. วิทยานิพนธ์หลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- พิชัย บุตรสีภูมิ และอนุพงศ์ วงศ์ดามี. 2560. ความหลากหลายลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการจัดกลุ่ม
ความสัมพันธ์ของข้าวพื้นเมืองจากภาคเหนือตอนล่าง. นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 13 วิจัยและนวัตกรรม
ขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม. มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. หน้า 343-348
- มานัส ลอศิริกุล, นันทิยา หุตานูวัตร, นพมาศ นามแดง, สุกัญญา คลังสินศิริกุล และ ประสิทธิ์ กาญจนนา. 2559.
ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของข้าวพื้นเมือง 20 พันธุ์ในพื้นที่นาทามน้ำท่วมฤดูนาปรัง.วารสารแก่น
เกษตร 44(2) :295-304.
- อนุพงศ์ วงศ์ดามี, พิชัย บุตรสีภูมิ และต่อนภา ผุสดี. 2560. ความหลากหลายทางพันธุกรรมและโครงสร้าง
ประชากรของเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 13 วิจัย
และนวัตกรรมขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม. มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. หน้า 335-342.
- Tian, S., Nakamura, K., and Kayahara, H. 2004. Analysis of phenolic compounds in white rice,
brown rice and germinated brown rice. Journal of Agriculture and Food chemistry
52:4808-4813.

การศึกษาการกระจายตัวของแคลเซียมในดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งน้ำจืด

กรณีศึกษาอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย

The study on distribution of calcium in sediment from
freshwater shrimp pond in Kamphaeng Saen District,
Nakhon Pathom Province, Thailand

นवलพัฒน์ จันทรศรี^{1*} จิรทยา เร็มมนตรี² ปิยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์³ และรัตนะ บุลประเสริฐ⁴

Nualpat Jansri^{1*} Jirataya Roemmontri² Piyarat Vijuksungsi³ and Rattana Boonprasert⁴

¹สาขาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170

^{2,4}คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170

³นักวิจัย, ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง (ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ) คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹Environmental Management and Technology, Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University,
Nakhon Pathom, 73170, Thailand

^{2,4}Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Nakhon Pathom, 73170, Thailand

³Researcher, Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Academic Service Center,
Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,
Nakhon Pathom, 73140, Thailand

*Corresponding Author: E-mail: basjo1226@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายตัวของแคลเซียมในดินตะกอนจากบ่อเพาะเลี้ยงกุ้งน้ำจืดในอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย โดยใช้เทคนิค micro-X-ray fluorescence ในการวิเคราะห์และสร้างแผนภาพการกระจายตัวของแคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวกุ้ง การสุ่มตัวอย่างดินตะกอนแบ่งออกเป็นตัวอย่างผิวหน้าดินตะกอนและตัวอย่างดินตะกอนตามความลึก ซึ่งมีการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตในการปรับปรุงคุณภาพดินและน้ำ เนื่องจากการสะสมของอินทรีย์วัตถุในบ่อเลี้ยงแบบปิด ผลการศึกษาพบว่าเทคนิคนี้สามารถตรวจวัดแคลเซียมได้ในช่วงสเปกตรัมที่ 3,691.68–4,012.70 นาโนเมตร และสามารถสร้างแผนภาพการกระจายตัวของแคลเซียมได้ ซึ่งพบแคลเซียมกระจายตัวอยู่ทั่วพื้นผิวหน้าดินตะกอนบริเวณกลางบ่อปริมาณมาก และสามารถกระจายตัวเข้าไปในดินตะกอนตามความลึกของบ่อได้ โดยพบปริมาณแคลเซียมมากในดินตะกอนชั้นบน ส่วนดินตะกอนชั้นล่างพบปริมาณแคลเซียมปานกลางและมีปริมาณมากในบางจุด สาเหตุหลักมาจากการเพาะเลี้ยงกุ้งอย่างต่อเนื่องโดยไม่กำจัดกากตะกอนบริเวณก้นบ่อ จึงต้องใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นจำนวนมากในการลดความเป็นพิษและปรับค่าความเป็นกรดต่าง-ต่างในดินและน้ำก่อนเพาะเลี้ยงกุ้ง ทำให้แคลเซียมสะสมและกระจายตัวในชั้นดินที่ลึกขึ้นและเสี่ยงต่อการปนเปื้อนในดินสูง ดังนั้นการจัดการการเพาะเลี้ยงกุ้งน้ำจืดที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญในการลดผลกระทบของดินและน้ำ

คำสำคัญ : เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์, แคลเซียม, ฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้ง, ดินตะกอน, สิ่งแวดล้อม

Abstract

The objective was to study the distribution of calcium (Ca) in sediments from freshwater shrimp farming pond in Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom Province, Thailand. Using micro-X-ray fluorescence (μ -XRF) technique to analyze and create an X-ray image of the distribution of Ca after harvesting. The sediment sampling was divided into surface sediment samples and vertical cross-sectioned sediment samples that used CaCO_3 to improve soil and water quality due to the accumulation of organic matter in the closed pond. The results show that this technique can detect Ca in the spectrum range 3,691.68–4,012.70 nm and can create an X-ray image of the distribution of Ca. The results from the Ca image indicated that Ca is distributed throughout the sediment surface in the middle of the pond in high content and Ca is distributed vertically into the sediment of the pond. The Ca-content has a high was found in the upper sediment. In the lower sediment, the Ca-content was moderate and high at some point. The main reason is the continuous cultivation of shrimp without removing the sediment at the bottom of the pond. A large amount of CaCO_3 must be used to reduce toxicity and adjust the pH of soil and water before raising the shrimp, it accumulated and distributed in deeper soil layers and the risk of soil contamination is high. Therefore, proper farming management in shrimp farming aquaculture is thus important to decrease the impact of soil and water in the long term.

Keywords: micro-X-ray fluorescence, Calcium, Shrimp farming, Sediments, Environment

บทนำ

กุ้งขาวแวนนาไม หรือกุ้งขาวแปซิฟิก (*Litopenaeus vannamei*) เป็นกุ้งสายพันธุ์หนึ่งที่เกษตรกรในภาคกลางนิยมเลี้ยง ซึ่งจากการสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดนครปฐมของกรมพัฒนาที่ดิน โดยการสำรวจพื้นที่เลี้ยงกุ้งน้ำจืด ปี พ.ศ. 2554, 2558, 2560 และ 2562 พบว่า มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มขึ้นทุกปี 60,739, 68,323, 78,998 และ 90,412 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.48, 5.04, 5.83 และ 6.67 ตามลำดับของพื้นที่เพาะเลี้ยงทั้งหมดในจังหวัดนครปฐม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2565) ซึ่งเกษตรกรต้องเตรียมน้ำให้ใกล้เคียงกับน้ำทะเลธรรมชาติก่อนทำการเพาะเลี้ยง โดยนิยมเลี้ยงแบบพัฒนาใช้น้ำความเค็มต่ำในช่วง 2 ถึง 35 ส่วนต่อพันล้านส่วน (พีพีที) (Wang. & He., 2009) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง

แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็นสารที่นิยมนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน ลดความเป็นพิษจากการหมักหมมของสารอินทรีย์ กำจัดเชื้อโรค และควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่างของดินที่กั้นบ่อก่อนเติมน้ำให้มีค่าระหว่าง 5.5-6.5 (กรมประมง, 2556) โดยใช้ปูนขาว 150-200 กิโลกรัมต่อไร่ และมีการใช้ระหว่างการ

เพาะเลี้ยง เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงและเพิ่มแร่ธาตุที่จำเป็นในการสร้างเปลือกของกุ้ง (สำนักงานประมงจังหวัดนครราชสีมา, 2557) หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต แคลเซียมบางส่วนถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และแคลเซียมบางส่วนสะสมและกระจายตัวอยู่ในตะกอนก้นบ่อ การกำจัดกากตะกอนมีความสำคัญในการช่วยลดความเค็มและความเสี่ยงที่จะเกิดพิษในตะกอนจนเป็นอันตรายต่อการนำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงครั้งต่อไปได้

งานวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิค micro-X-ray fluorescence หรือ μ -XRF เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและสร้างแผนภาพการกระจายตัวของแคลเซียมในตัวอย่างดินตะกอน โดยรังสีเอกซ์ที่ถูกกระตุ้นจากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน (Synchrotron) ในการหาค่าประกอบของธาตุในตัวอย่าง ซึ่งลำแสงมีขนาดเล็ก 30 ไมครอน (SLRI, 2019) จึงสามารถตรวจวัดบริเวณที่ต้องการศึกษาในกรณีตัวอย่างไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และสามารถใช้ตัวอย่างที่เป็นธรรมชาติ (Natural stage) โดยตัวอย่างจะไม่ถูกทำลาย (Tancharakorn et al., 2012) เช่น ดินใบไม้ ลำต้น เป็นต้น อีกทั้งเทคนิคนี้ยังตรวจวัดมลพิษที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้ดี เนื่องจากตรวจวัดสารที่มีปริมาณน้อยมาก (Trace Elements) ได้อย่างแม่นยำ (SLRI, 2019) เทคนิคนี้ได้รับการยอมรับและใช้ในงานวิจัยกันอย่างแพร่หลาย จึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับงานวิจัยครั้งนี้

วิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์

เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (Soil core sampler), กระจกสแตนเลส (Stainless steel cylinder) ขนาด 5 เซนติเมตร, ถุงซิปล็อค, เทปกาว, ถุงมือยาง, ไขมีด, คีม (Forceps), พาราฟิล์ม (Parafilm), อะคริลิกทรงกลม (Acrylic sphere holder diameter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร, แผ่นยึดอะคริลิก

พื้นที่เก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้ง เป็นบ่อดินขนาดพื้นที่ 4 ไร่ ตั้งอยู่ในอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (14°00'50.3"N 100°01'23.6"E) แสดงดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 ซึ่งมีการเพาะเลี้ยงกุ้ง 3 ครั้งต่อปี โดยมีการใช้ปูนขาวทั้งหมด 2 ครั้งต่อรอบการเพาะเลี้ยงกุ้ง คือ 1) เตรียมพื้นบ่อดินก่อนปล่อยน้ำเข้าบ่อ 2) ระหว่างการเพาะเลี้ยงกุ้ง ส่วนการกำจัดกากตะกอนของบ่อตัวอย่างจะกำจัดหลังการเก็บเกี่ยวกุ้งแล้วในรอบการเพาะเลี้ยงกุ้งครั้งที่ 3 คือ ช่วงเดือนพฤศจิกายน



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่าง (ที่มา: Google Earth)



ภาพที่ 2 บ่อดินตัวอย่างหลังการเก็บเกี่ยวทุ่ง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

การเก็บตัวอย่างดินตะกอน เก็บในช่วงเดือนพฤศจิกายน โดยใช้วิธีการเก็บแบบสุ่มตัวอย่างดินตะกอน หลังเก็บเกี่ยวทุ่งและปล่อยน้ำเสียออกจากบ่อเพาะเลี้ยงทั้งหมด จำนวน 6 ตัวอย่าง คือ สุ่มบริเวณกลางบ่อ 4 ตัวอย่าง และสุ่มบริเวณด้านข้างบ่อ 2 ตัวอย่าง โดยใช้ Soil core sampler ที่บรรจุกระบอกสแตนเลสเอาไว้ เก็บตัวอย่างดินตะกอนที่ระดับความลึกจากผิวหน้าดิน 5 เซนติเมตร แล้วปิดฝากระบอกสแตนเลสทั้งบนและล่างให้แน่นใส่ในถุงซิปล็อค หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างไว้ในห้องปิด โดยเปิดฝาด้านบนเพื่อตากดินตะกอนให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาประมาณ 15 วัน

การเตรียมตัวอย่างดินตะกอน

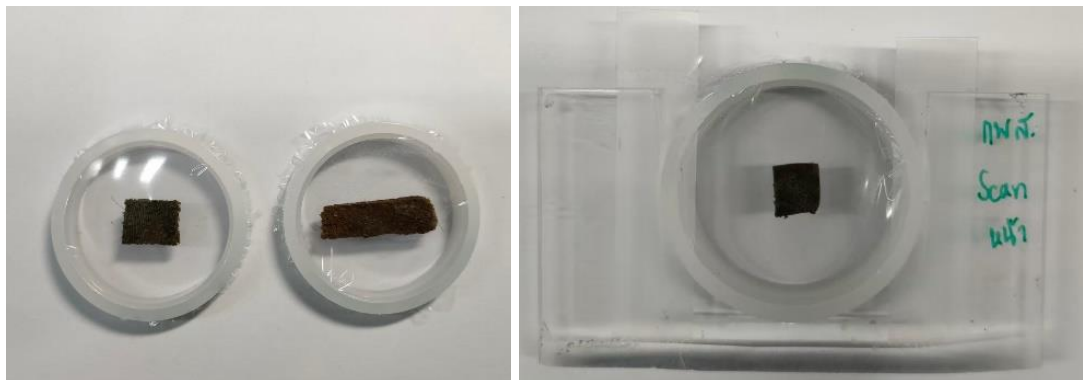
1. สุ่มตัวอย่างดินตะกอนที่แห้งแล้วบริเวณกลางบ่อ 2 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 แยกผิวหน้าดินตะกอน โดยตัดตัวอย่างให้มีขนาด 0.5×0.5 เซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 2 ทำการตัดขวางตัวอย่าง (cross-sectioned) โดยให้มีความหนา 0.5 เซนติเมตร และมีความยาว 1 เซนติเมตร

2. สุ่มตัวอย่างดินตะกอนที่แห้งแล้วบริเวณด้านข้างบ่อ 1 ตัวอย่าง ทำการตัดขวางตัวอย่าง (cross-sectioned) โดยให้มีความหนา 0.5 เซนติเมตร และมีความยาว 1 เซนติเมตร

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ติดเข้ากับอะคริลิกทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และปิดด้วยพาราฟิล์มให้แน่น ติดตั้งบนแผ่นยึดอะคริลิกด้วยเทปกาว แสดงดังภาพที่ 3 ก่อนนำตัวอย่างไปวิเคราะห์



ภาพที่ 3 การติดตัวอย่างดินตะกอน

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

วิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอนด้วยเทคนิค micro-X-ray fluorescence ณ. สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) จังหวัดนครราชสีมา โดยข้อมูลทั่วไปทางเทคนิคแสดงในตารางที่ 1 หลังจากวิเคราะห์ตัวอย่างแล้ว นำข้อมูลของแต่ละตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PyMca (Python multichannel analyzer) เวอร์ชัน 5.5.3 (Solé et al., 2007) เพื่อกำหนดสเปกตรัมของแคลเซียม เพื่อแสดงข้อมูลเป็นแผนภาพการกระจายตัวของแคลเซียม

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปทางเทคนิค micro- X-ray fluorescence

เทคนิค	X-ray Fluorescence
พลังงานรังสีเอกซ์	2–10 กิโลวัตต์ (แสงสีขาว)
ตัวอย่างที่ใช้	ของแข็ง, ของเหลว, ผง, ตัวอย่างที่มีชีวิต
ขนาดของลำแสงซินโครตรอน	30 ไมครอน
Detector	Si life (PIN) detector with energy resolution of 139 eV
Sample environment	อากาศ

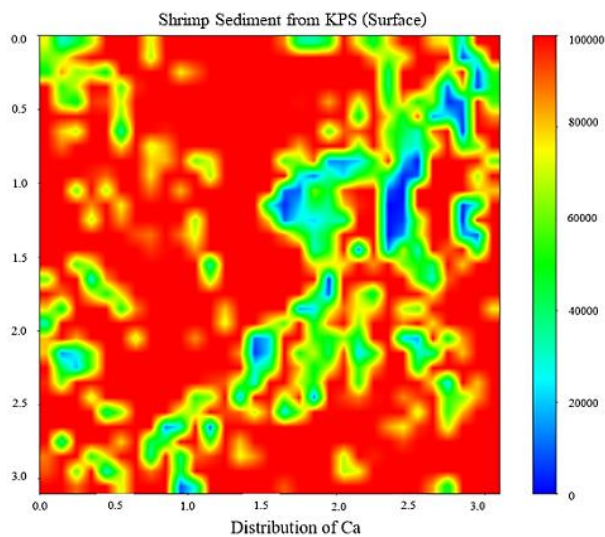
ตารางที่ 2 ข้อมูลของแต่ละตัวอย่างจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค micro- X-ray fluorescence

ตัวอย่าง	Dead time (%)	Detector position (cm)	Scan time (hr.)	Area (point)		Total (point)
				Column	Row	
1.ผิวหน้าดินตะกอนกลางบ่อ	45	39	02.25.36	31	31	961
2.ดินตะกอนตามความลึก กลางบ่อ	26	45.5	03.21.40	121	12	1,452
3.ดินตะกอนตามความลึกข้าง บ่อ	25	43	01.39.31	76	11	836

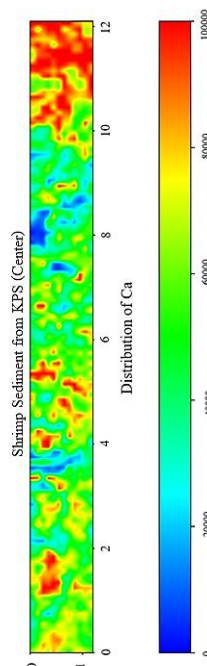
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอนบริเวณกลางบ่อและด้านข้างบ่อของฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้ง พบว่าเทคนิค micro-X-ray fluorescence สามารถวิเคราะห์แคลเซียมได้ในช่วงสเปกตรัมที่ 3,691.68–4,012.70 และสามารถสร้างแผนภาพการกระจายตัวของแคลเซียมได้อย่างชัดเจน จากการศึกษาแผนภาพการกระจายตัวของแคลเซียมในตัวอย่างดินตะกอน พบว่าแคลเซียมมีการกระจายตัวและสะสมอยู่บริเวณกลางบ่อมากกว่าด้านข้างของบ่อ ซึ่งปริมาณแคลเซียมจะแสดงตามแถบสีในแผนภาพการกระจายตัวของแคลเซียม โดยสีน้ำเงินบ่งบอกว่ามีปริมาณแคลเซียมน้อย สีเขียวบ่งบอกว่ามีปริมาณแคลเซียมปานกลาง และสีแดงบ่งบอกว่ามีปริมาณแคลเซียมมากตามลำดับ

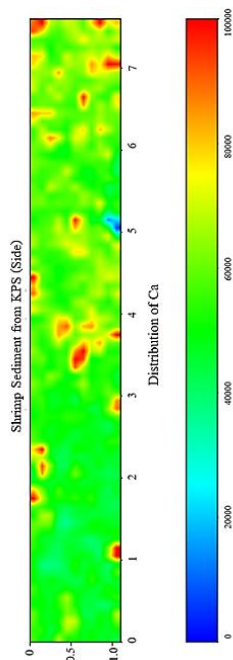
จากตัวอย่างดินตะกอนบริเวณกลางบ่อจะเห็นได้ว่า แคลเซียมกระจายตัวบนผิวหน้าดินตะกอนในปริมาณมาก (ภาพที่ 4) และเมื่อพิจารณาตัวอย่างตามความลึกของชั้นดินตะกอน พบว่าแคลเซียมกระจายตัวในดินตะกอนชั้นบนมากกว่าชั้นล่าง และมีปริมาณแคลเซียมที่กระจายตัวน้อยกว่าผิวหน้าดินอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 5) ส่วนตัวอย่างดินตะกอนด้านข้างบ่อ พบปริมาณแคลเซียมกระจายตัวตามความลึกของชั้นดินตะกอนปานกลาง (ภาพที่ 6) จึงสามารถกล่าวได้ว่าแคลเซียมสามารถกระจายตัวและสะสมอยู่บริเวณผิวหน้าดินตะกอนและชั้นบนของดินตะกอนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในดินตะกอนชั้นล่างที่มีปริมาณแคลเซียมกระจายตัวในระดับปานกลางนั้น ยังพบแคลเซียมในปริมาณมากเป็นบางจุด ซึ่งมีแนวโน้มที่แคลเซียมจะสะสมในดินตะกอนชั้นล่างในปริมาณที่มากขึ้น



ภาพที่ 4 การกระจายตัวของแคลเซียมในตัวอย่างผิวหน้าดินตะกอนบริเวณกลางบ่อ



ภาพที่ 5 การกระจายตัวของแคลเซียมในตัวอย่างดินตะกอนตามความลึกบริเวณกลางบ่อ
โดยทำการตัดขวาง



ภาพที่ 6 การกระจายตัวของแคลเซียมในตัวอย่างดินตะกอนตามความลึกด้านข้างบ่อ
โดยทำการตัดขวาง

การกระจายตัวและการสะสมของแคลเซียม มีสาเหตุหลักมาจากการเพาะเลี้ยงกุ้งอย่างต่อเนื่องโดยไม่มี การกำจัดกากตะกอนบริเวณก้นบ่อ ทำให้ดินเป็นกรดและเป็นพิษจากกระบวนการหมักของสารอินทรีย์ การ ขับถ่ายของกุ้ง และเศษอาหารของกุ้งที่ตกค้างสะสมอยู่บนดินตะกอน (Rheinheimer et al., 2018) ซึ่งส่งผลต่อ การเจริญเติบโตของกุ้งเป็นอย่างมาก จึงต้องใช้แคลเซียมคาร์บอเนตจำนวนมาก เพื่อควบคุมคุณภาพดินและน้ำ เพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่างให้สูงขึ้นและลดความเป็นพิษในดินที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของกุ้ง (Dien et al., 2018) ทำให้แคลเซียมสามารถสะสมในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นจากการเพาะเลี้ยงกุ้งก่อนหน้านี้ อีกทั้งแคลเซียมเป็น ธาตุที่เกิดการแลกเปลี่ยนประจุภายในดินได้ง่ายเมื่อภายในดินมีความเป็นกรด โดยเคลื่อนที่ผ่านรูพรุนของ โครงสร้างดิน 0-20 เซนติเมตรในดินชั้นบน ซึ่งระยะในการเคลื่อนที่นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของดินหรือสารตกค้างบน พื้นผิวดินด้วย ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างภายในดินสูงกว่า 8 (An et al., 2018) ส่งผลให้เกิดความอึดตัวของต่าง ภายในดิน แคลเซียมที่ตกค้างสะสมจึงสามารถเคลื่อนที่ไปตามชั้นดินได้ลึกขึ้น และแคลเซียมบางส่วนบนผิวน้ำ ดินสามารถละลายน้ำและปนเปื้อนไปกับน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ส่งผล ให้แหล่งน้ำธรรมชาติมีความกระด้างเพิ่มขึ้นและส่งผลต่อการทำเกษตรกรรมอื่นด้วย ดังนั้นการจัดการการ เพาะเลี้ยงกุ้งที่เหมาะสมและการขุดลอกหน้าดินตะกอนหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกครั้ง มีความสำคัญเป็นอย่าง มากที่ช่วยลดปริมาณการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตในบ่อกุ้งและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมทั้งดินและน้ำ

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่าการใช้เทคนิค micro-X-ray fluorescence สามารถวิเคราะห์แคลเซียมและสร้างแผนภาพการกระจายตัวของแคลเซียมในตัวอย่างผิวน้ำดินตะกอนและตามความลึกของดินตะกอนหลังการเก็บเกี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพบแคลเซียมกระจายตัวบนผิวน้ำดินตะกอนบริเวณกลางบ่อมากกว่าตามความลึกของชั้นดินตะกอน ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปวางแผนในการจัดการฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และสถานีทดลองระบบลำแสงที่ 6 (BL6b: Micro-X-ray Fluorescence) จังหวัดนครราชสีมา สำหรับการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2556. การเตรียมพื้นบ่อ. คู่มือการเลี้ยงกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) แบบพัฒนา. แหล่งข้อมูล: <https://www.fisheries.go.th/ems/images/ems/Manualvannamei.pdf>. ค้นเมื่อ 4 สิงหาคม 2565
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2565. สรุปประเภทการใช้ที่ดิน จังหวัดนครปฐม ปี พ.ศ. 2554, 2558, 2560, 2562: การใช้ที่ดินภาคกลาง. แหล่งข้อมูล: http://www1.ddd.go.th/WEB_OLP/report_research_C.html. ค้นเมื่อ 4 สิงหาคม 2565
- สำนักงานประมงจังหวัดนครราชสีมา. 2557. การจัดการบ่อระหว่างการเลี้ยงสัตว์น้ำ. การเลือกใช้อุปกรณ์ระหว่างการผลิต. แหล่งข้อมูล: http://www1.ddd.go.th/WEB_OLP/report_research_C.html. ค้นเมื่อ 4 สิงหาคม 2565
- An, H., Li, Q. L., Yan, X., Wu, X. Z., Liu R.T., and Fang, Y. 2019. Desertification control on soil inorganic and organic carbon accumulation in the topsoil of desert grassland in Ningxia, northwest China. *Ecological Engineering.*, 127: p. 348-355.
- Dien, L. D., Hiep, L. H., Hao, N. V., Sammut, J., and Burford, M. A. 2018. Comparing nutrient budgets in integrated rice-shrimp ponds and shrimp grow-out ponds. *Aquaculture.*, 484:250-8.
- Rheinheimer, D. S., Tiecher, T., Gonzatto, R., Zafar, M., and Brunetto, G. 2018 Residual effect of surface-applied lime on soil acidity properties in a long-term experiment under no-till in a Southern Brazilian sandy Ultisol. *Geoderma.*, 313:7-16.
- Tancharakorn, S., Tanthanuch, W., Kamonsutthipajit, N., Wongprachanukul, N., Sophon, M., Chaichuay, S., Uthaisar, C., and Yimnirun, R. 2012. The first microbeam synchrotron X-ray fluorescence beamline at the Siam Photon Laboratory. *Synchrotron Radiation.*, 19:536-40.

- SLRI. 2019 Use of Synchrotron Light: What is Synchrotron Light. Available from: <https://www.slri.or.th/en/what-is-synchrotron-light.html>. Accessed May 15, 2022.
- SLRI. 2019 What is Synchrotron Light: What is Synchrotron Light. Available from: <https://www.slri.or.th/en/what-is-synchrotron-light.html>. Accessed May 15, 2022.
- Solé, V. A., Papillon, E., Cotte, M., Walter, P., and Susini, J. 2007. A multiplatform code for the analysis of energy-dispersive X-ray fluorescence spectra. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 62(1):63-8.
- Wang, Y., and Z. He. 2009. Effect of probiotics on alkaline phosphatase activity and nutrient level in sediment of shrimp, *Penaeus vannamei*, ponds. *Aquaculture*, 287(1-2): p. 94-97.

การศึกษาการเลี้ยงไส้เดือนกำจัดขยะอินทรีย์

A study of farming earthworms for organic waste disposal

วนิดา ชูอักษร^{1*} พิทวัส เสนาจันทร¹

Wanida Chooaksorn Pittawat Senajan

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อำเภอกองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

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

*Corresponding author E-mail: chooaksorn@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการย่อยสลายขยะอินทรีย์จำพวกเศษผักและเปลือกผลไม้ของไส้เดือน 2 ชนิดพันธุ์ และเปรียบเทียบปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือน และปริมาณธาตุอาหาร ในปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยไส้เดือนที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ไส้เดือน African Nightcrawler (*Eudrilus eugeniae*) และไส้เดือน European Nightcrawler (*Eisenia hortensis*) มีระยะเวลาในการเลี้ยง 120 วัน โดยควบคุมปริมาณอาหาร ปริมาณน้ำ และปริมาณความชื้น ผลการศึกษา พบว่า ไส้เดือนสายพันธุ์ European Nightcrawler มีจำนวนเพิ่มขึ้น 11 เท่า น้ำหนักรวมเพิ่มขึ้น 3 เท่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.45 กรัม/วัน กำจัดขยะอินทรีย์ได้ 3.65 กิโลกรัม และได้ปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือน 2.05 กิโลกรัม ส่วนไส้เดือน African Nightcrawler มีจำนวนเพิ่มขึ้น 6 เท่า แต่มีน้ำหนักเฉลี่ยลดลง 0.6 เท่า กำจัดขยะอินทรีย์ได้ 3.62 กิโลกรัม และได้ปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือน 2.85 กิโลกรัม โดยปุ๋ยมูลจากไส้เดือน African Nightcrawler และ European Nightcrawler มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 0.15 และ 0.14 ตามลำดับ และไส้เดือนทั้งสองสายพันธุ์มีปริมาณฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.45 และโพแทสเซียมร้อยละ 1.2.

คำสำคัญ : ขยะอินทรีย์, ธาตุอาหาร, ไส้เดือน

Abstract

The research aimed to compare the ability to decompose organic waste and macronutrients of earthworm manure. The two different species of earthworm were used African nightcrawler (*Eudrilus eugeniae*) and European nightcrawler (*Eisenia hortensis*). The cultivation period was 120 days by controlling the amount of food, water, and moisture content. The result showed that the number of European Nightcrawler increased 11 times, the total weight increased 3 times, the average growth rate was 0.45 g/day, the organic waste was disposed 3.65 kg, and got the amount of vermicompost was 2.05 kg. The number of African Nightcrawlers increased 6 times, but the average weight decreased 0.6 times, the organic waste was eliminated by 3.62 kg and got the amount of vermicompost was 2.85 kg. The vermicompost of African Nightcrawler and European

Nightcrawler showed the nitrate content 0.15% and 0.14% respectively, and both species of earthworms contained 0.45% phosphorus and 1.2% potassium.

Keywords : Organic Waste, Nutrient, Earthworm

บทนำ

ขยะเป็นปัญหาที่สำคัญหากมีการกำจัดอย่างไม่ถูกวิธี จะส่งผลกระทบต่อในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านสุขภาพอนามัย ด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม และด้านสุนทรียภาพแก่ประชาชน อย่างไรก็ตามขยะหลายประเภทสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะขยะอินทรีย์ซึ่งสามารถแปรรูป หรือนำกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร เช่น การทำปุ๋ย หรือวัสดุปรับปรุงดิน ซึ่งแหล่งกำเนิดขยะอินทรีย์ส่วนใหญ่มาจากชุมชน (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) การใช้ไส้เดือนในการกำจัดขยะอินทรีย์เป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากสามารถเปลี่ยนขยะอินทรีย์เป็นปุ๋ยมูลไส้เดือน นำมาใช้ในด้านเกษตรกรรม และการค้าขายเชิงพาณิชย์ได้ โดยไส้เดือนสามารถย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่เป็นเศษของเหลือจากครัวเรือนได้ดี เจริญเติบโตเร็ว สามารถเปลี่ยนเศษของเหลือเป็นผลผลิตที่มีคุณภาพและมูลค่าสูงขึ้น (อานัฐ ตันโซ, 2552; สมชัย จันทร์สว่าง, 2560) มูลไส้เดือนช่วยเพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดินโดยตรง ทั้งธาตุไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรทไอออน (NO_3^-) ฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟตไอออน (H_2PO_4^- และ HPO_4^{2-}) และโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมไอออน (K^+) (พงษ์สุดา ชาญวิชัยพจน์, เบ็ญจวรรณ ชุตติชูเดช และประสิทธิ์ ชุตติชูเดช, 2017) และเป็นแหล่งอาหารของสัตว์และจุลินทรีย์ดิน เพิ่มศักยภาพการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน ช่วยให้ระบบรากพืชสามารถแพร่กระจายตัวในดินได้กว้างเพิ่มช่องว่างในดินให้การระบายน้ำและอากาศดียิ่งขึ้น และยังช่วยเพิ่มความต้านทานในการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-เบส ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่เร็วจนเกินไป (อานัฐ ตันโซ, 2552)

สถานศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งกำเนิดขยะอินทรีย์ที่สำคัญจากชุมชน เนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากนักเรียน นักศึกษา และบุคลากร โดยเฉพาะเศษอาหารที่เหลือจากการประกอบอาหาร และการบริโภค ซึ่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีปริมาณขยะเกิดขึ้น 30 ตันต่อวัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นขยะอินทรีย์จากเศษอาหาร (สุจิตรา เสมอจิตต์, 2557) ดังนั้นการแก้ปัญหาขยะอินทรีย์จากเศษอาหารโดยการนำมาใช้ประโยชน์หรือการแปรรูปต่างๆ จึงมีความจำเป็น การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายขยะอินทรีย์จำพวกเศษผักและเปลือกผลไม้ จากโรงอาหารในมหาวิทยาลัย โดยไส้เดือน 2 ชนิดพันธุ์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการย่อยสลายลักษณะและปริมาณธาตุอาหารในมูลไส้เดือนที่เกิดขึ้น นอกจากจะเป็นการลดภาระการกำจัดขยะอินทรีย์จากโรงอาหาร ยังเป็นการเปลี่ยนขยะให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างการทดลอง ได้แก่ ขยะอินทรีย์จำพวก ผัก และผลไม้จากโรงอาหารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และตัวอย่างไส้เดือน 2 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ ไส้เดือน African Nightcrawler (*Eudrilus eugeniae*) และไส้เดือน European Nightcrawler (*Eisenia hortensis*)

2. การเตรียมวัสดุในการเลี้ยงไส้เดือน (Bedding) ได้แก่ มูลวัว (Cow dung; CD) และขยะอินทรีย์ (Organic waste; OW) โดยก่อนนำมาผสมต้องนำมูลวัวแช่น้ำ เพื่อล้างความร้อนของมูลวัว ฉีฉ่ำ และแก๊สออกจนหมด ทำการเปลี่ยนน้ำวันละ 1 ครั้ง ประมาณ 3-4 วัน นำมูลวัวที่ผ่านขั้นตอนการแช่และบีบน้ำออกแล้ว มาตากแห้ง ให้มูลวัวมีความชื้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 50 วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณธาตุอาหาร

3. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ จากวัสดุในการเลี้ยงไส้เดือนที่แตกต่างกัน ได้แก่ การทดลองที่ 1 มูลวัว (Cow dung; CD) 100% การทดลองที่ 2 ขยะอินทรีย์ (Organic waste; OW) 100% การทดลองที่ 3 มูลวัว (Cow dung; CD) 50% + ขยะอินทรีย์ (Organic waste; OW) 50% โดยคลุกเคล้าให้เข้ากันและหมักทิ้งไว้ 1 สัปดาห์

4. นำวัสดุในการเลี้ยงไส้เดือนใส่ในถาดพลาสติก (Deep tray) ที่ขนาด 28x40x10 เซนติเมตร โดยปล่อยไส้เดือน African Nightcrawler (*Eudrilus eugeniae*) และไส้เดือน European Nightcrawler (*Eisenia hortensis*) ที่ชั่งน้ำหนัก 50 กรัมต่อภาชนะ ทำการเพาะเลี้ยงไส้เดือนในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 26 ± 3 องศาเซลเซียส ความชื้นร้อยละ 70-80 และความเป็นกรด-ด่าง 6.0-8.0 เป็นระยะเวลา 120 วัน

5. ทำการเก็บมูลไส้เดือน จำนวน น้ำหนักไส้เดือน วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารจากมูลไส้เดือน

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการย่อยสลายขยะอินทรีย์

ความสามารถในการย่อยสลายขยะอินทรีย์จำพวกเศษผักและเปลือกผลไม้ของไส้เดือนจำนวน 2 ชนิดพันธุ์อัตราการกินอาหารของไส้เดือนทั้ง 2 สายพันธุ์โดยคิดสัดส่วนเฉลี่ยของไส้เดือน 1 ตัวต่อปริมาณอาหารไส้เดือน ประกอบด้วย มูลวัว (*Bedding*) และเศษผัก-เปลือกผลไม้ จนได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยไส้เดือน *European Nightcrawler* มีจำนวนเพิ่มขึ้น 11 เท่า น้ำหนักรวมเพิ่มขึ้น 3 เท่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.45 กรัม/วัน กำจัดขยะอินทรีย์ได้ 3.65 กิโลกรัม และได้ปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือน 2.05 กิโลกรัม ส่วนไส้เดือน *African Nightcrawler* มีจำนวนเพิ่มขึ้น 6 เท่า แต่มีน้ำหนักเฉลี่ยลดลง 0.6 เท่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.22 กรัม/วัน กำจัดขยะอินทรีย์ได้ 3.62 กิโลกรัม และได้ปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือน 2.85 กิโลกรัม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์อัตราการกินอาหาร และปริมาณมูลไส้เดือนของเดือนทั้ง 2 สายพันธุ์

พารามิเตอร์	African Nightcrawler	European Nightcrawler
มูลวัว (กิโลกรัม)	2.58	2.64
ขยะอินทรีย์ (Kg)	3.62	3.65
น้ำหนักอาหาร (กิโลกรัม/120 วัน)	6.20	6.32
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ไส้เดือน 1 ตัว)	0.23	0.16
อัตราการกินอาหาร (กรัม/วัน)	0.22	0.45
ปุ๋ยมูลไส้เดือน (กิโลกรัม)	2.85	2.05

จากตารางที่ 1 น้ำหนักอาหารไส้เดือนเมื่อเทียบกับปริมาณมูลไส้เดือนที่ได้พบว่า ไส้เดือนสายพันธุ์ European Nightcrawler มีปริมาณอาหารที่ให้มากกว่าโดยคิดเป็นน้ำหนักมูลวัวเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 กิโลกรัม และขยะอินทรีย์เฉลี่ยเท่ากับ 3.65 กิโลกรัม น้ำหนักรวม 6.29 กิโลกรัม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน ไส้เดือนมีอัตราการกินที่สูง แต่ได้มูลไส้เดือนเฉลี่ยเท่ากับ 2.05 กิโลกรัม ซึ่งน้อยกว่าไส้เดือนสายพันธุ์ African Nightcrawler ที่มีปริมาณอาหารที่ให้โดยคิดเป็นน้ำหนักมูลวัวเท่ากับ 2.58 กิโลกรัมและน้ำหนักขยะอินทรีย์เท่ากับ 3.62 กิโลกรัมคิดเป็นน้ำหนักรวมเท่ากับ 6.20 กิโลกรัมได้ปุ๋ยมูลไส้เดือนเท่ากับ 2.85 กิโลกรัม ลักษณะของมูลไส้เดือน African Nightcrawler มีลักษณะเป็นทรงรีขนาดเล็กสีน้ำตาลเข้ม ร่วน และลักษณะของมูลไส้เดือน European Nightcrawler มีลักษณะเป็นผงสีดำละเอียด

2. ปริมาณมูลไส้เดือนและปริมาณธาตุอาหาร

จากการศึกษาพบว่า มูลไส้เดือนสายพันธุ์ African Nightcrawler และสายพันธุ์ European Nightcrawler มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 0.15 และ 0.14 ตามลำดับ และไส้เดือนทั้งสองสายพันธุ์มีปริมาณฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.45 และโพแทสเซียมร้อยละ 1.2 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2) โดยธาตุอาหารที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินดูดกินเข้าไปภายในลำไส้ และด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้และน้ำย่อยของไส้เดือนดินจะช่วยให้ธาตุอาหารหลายๆ ชนิดที่อยู่ในเศษอินทรีย์หรือ แอมโมเนียม (NH_4^+) ฟอสฟอรัสในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมในรูปแบบที่แลกเปลี่ยนได้ และนอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่น และจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน เมื่อใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินให้กับต้นพืช ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินก็จะค่อยๆ ปลดปล่อยไนโตรเจนในรูป (NH_4^+) และ (NO_3^-) ซึ่งจะทำให้ดินมี (NH_4^+) และ (NO_3^-) พร้อมให้ต้นพืชดูดนำไปใช้ได้ตลอดเวลา (สำนักประชาสัมพันธ์เขต 1 ขอนแก่น, 2559)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในมูลวัวและมูลไส้เดือนทั้ง 2 ชนิด

ธาตุอาหาร	African Nightcrawler	European Nightcrawler
Nitrate (NO ₃ ⁻) (%)	0.14	0.15
Phosphorus (P) (%)	0.45	0.46
Potassium (K) (%)	1.2	1.2

วิจารณ์ผล

ไส้เดือนทั้งสองสายพันธุ์มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินมีความแตกต่างกัน ทั้งปริมาณสารอินทรีย์จากขยะ และปริมาณไนโตรเจนจากมูลวัวที่เหมาะสม จำเป็นต่อการเจริญเติบโต หากมีเพียงไนโตรเจน หรือสารอินทรีย์ทำให้การเจริญเติบโตไม่ดี หรือปริมาณไนโตรเจนที่มีมากเกินไป เมื่อย่อยสลายจะทำให้มีสภาพเป็นด่าง เนื่องจากการเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียของไนโตรเจนซึ่งอาจทำให้ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน และอาจทำให้ไส้เดือนดินตาย ส่งผลต่อการย่อยสลายขยะอินทรีย์ สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยของนิพนธ์ ไชยมงคล (2548) ไส้เดือนสายพันธุ์ European Nightcrawler มีความเหมาะสมมากที่สุด ในการนำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์ เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ที่มากกว่า สามารถกำจัดปริมาณขยะอินทรีย์ได้มากกว่า แต่สำหรับไส้เดือนสายพันธุ์ African Nightcrawler นั้นมีข้อจำกัดในด้านอุณหภูมิ โดยในการเลี้ยงควรมีการควบคุมดูแลอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงไม่เกิน 15-28 องศาเซลเซียส (สมชัย จันทร์สว่าง, 2560) เพื่อให้อยู่ในช่วงการเจริญเติบโตที่เหมาะสม อาทิ การเลี้ยงในวัสดุที่มีความลึกมากกว่า 20-30 เซนติเมตรหรือลึกกว่า เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในวัสดุเลี้ยงตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ อาทิ กะละมังพลาสติกขนาดความลึก 20 เซนติเมตร หรือบ่อซีเมนต์จึงจะให้ผลลัพธ์ในด้านจำนวนและน้ำหนักของไส้เดือนที่ดีกว่า

มูลไส้เดือนสายพันธุ์ African Nightcrawler และในมูลไส้เดือนสายพันธุ์ European Nightcrawler มีไนโตรเจน (NO₃⁻) ในระดับต่ำ มีปริมาณฟอสฟอรัส (P) ในระดับที่สูงมาก และปริมาณโพแทสเซียม (K) ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยของธันนิตา กงทอง สุนันทา เลาว์ณย์ศิริ และจุฑามาส แก้วสุข (2561) ที่ได้เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายขยะกระดาษและขยะอินทรีย์ โดยใช้ไส้เดือนดินต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ไส้เดือน AF และไส้เดือนซีตาแร่ ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF ซึ่งมีขนาดตัวใหญ่ จึงสามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้ดี อีกทั้งขยะอินทรีย์ เป็นขยะสดที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหารและใบไม้แห้งซึ่งเป็นแหล่งผลิตธาตุอาหาร จึงมีองค์ประกอบธาตุอาหารหลักอยู่ในปริมาณมาก รวมถึงการศึกษาของอัญชลี จาละ และคณะ (2555) ซึ่งศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในสภาพโรงเรือนปลูกพืชแล้วพบว่าเมื่อเปรียบเทียบปุ๋ยมูลไส้เดือนทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยมูลไส้เดือน *Eudrilus euginiae* (AF) และ *Pheretima peguana* พบว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนจาก *E. euginiae* (AF) ทำให้ต้นผักกาดหอมมีเจริญเติบโตและผลผลิตดีกว่า ซึ่งแสดงถึงคุณภาพของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ดีกว่า

สรุปผล

ไส้เดือนสายพันธุ์ พันธุ์ European Nightcrawler จึงมีความเหมาะสมมากที่สุด ในการนำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์ เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ที่มากกว่า สามารถกำจัดปริมาณขยะอินทรีย์ได้มากกว่า แต่สำหรับไส้เดือนสายพันธุ์ African Nightcrawler นั้นมีข้อจำกัดในด้านอุณหภูมิ โดยในการเลี้ยงควรมีการควบคุมดูแลอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงไม่เกิน 15-28 องศาเซลเซียส เพื่อให้อยู่ในช่วงการเจริญเติบโตที่เหมาะสม อาทิ การเลี้ยงในวัสดุที่มีความลึกมากกว่า 20-30 เซนติเมตรหรือลึกกว่า เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในวัสดุเลี้ยงตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ อาทิ กระจกมุ้งพลาสติกขนาดความลึก 20 เซนติเมตร หรือบ่อซีเมนต์จึงจะให้ผลลัพธ์ในด้านจำนวนและน้ำหนักของไส้เดือนที่ดีกว่า

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2564). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2563. สำนักพิมพ์ บริษัท สไตส์ครีเอทีฟเฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ฉันทินดา กงทอง สุนนทา เลาว์ณย์ศิริ และจุฑามาส แก้วสุข. 2561. การเปรียบเทียบธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายกระดาษและขยะอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 37(5): 587-593.
- พงษ์สุตา ชาญวิชัยพจน์ เบ็ญจวรรณ ชูติชูเดช และประสิทธิ์ ชูติชูเดช. 2560. ผลของวัสดุรองพื้นต่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของไส้เดือนดิน *Eisenia fetida*. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 36(2): 650-660.
- สมชัย จันท์สว่าง. 2560. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือน. ไส้เดือน มหัศจรรย์จากธรรมชาติ. แหล่งข้อมูล: <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=37245> ค้นเมื่อ 19 กันยายน 2565.
- สำนักประชาสัมพันธ์เขต 1 ขอนแก่น. (2559). คุณสมบัติของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Vermicompost). แหล่งข้อมูล: <https://region1.prd.go.th/> ค้นเมื่อ 19 กันยายน 2565.
- สุจิตรา เสมอจิตต์. 2557. แนวทางการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ในการมุ่งสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ภายใต้พระราชบัญญัติ การให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ปทุมธานี.
- อานัฐ ตันโซ. 2552. คู่มือการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์. สำนักพิมพ์ Trio Advertising & Media Co.,Ltd., เชียงใหม่.
- อัญชลี จาละ อภิลิทธิ ชิตวณิช และสมชาย ชคตระการ. 2555. ผลของปุ๋ยมูลไส้เดือน 2 ชนิด ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมใบ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1(1): 19-24.

การเปลี่ยนแปลงความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของนกในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก
อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

Changes in Birds Diversity and Abundance in Mangrove Forest
Plantation in Muang district, Samut Songkhram Province

นิตินาถ เจริญโภคธาต^{1*} เพชรพนม จิตมัน²

Nitinarth Charoenpokaraj^{1*} Petchpanom Chitman²

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา 10300

² โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา 10300

¹ Faculty of Science and Technology Suan Sunandha Rajabhat University 10300

² Demonstration School of Suan Sunandha Rajabhat University 10300

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของนก ความชุกชุมของนกและความคล้ายคลึงของนก บริเวณพื้นที่ศึกษา การวิจัยครั้งนี้ใช้การเก็บรวบรวมด้วยการสำรวจภาคสนามเกี่ยวกับชนิดของนก บริเวณพื้นที่ป่าชายเลนปลูก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยทำการศึกษาในช่วงฤดูการอพยพของนก ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 และตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความหลากหลายชนิดของนก ปริมาณความชุกชุมของนก และความคล้ายคลึงของนก ผลการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 พบนก 8 อันดับ 24 วงศ์ 56 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 2.81 ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด คือ Charadriiformes มีจำนวน 25 ชนิด มีปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 7 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 12.50 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ส่วนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 พบนก 8 อันดับ 29 วงศ์ 59 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 3.18 ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด คือ อันดับนกจับคอน (Passeriformes) มีจำนวน 20 ชนิด มีปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 13 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 22.03 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด และมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของนก เท่ากับ 0.817 ด้านสถานภาพการถูกคุกคาม ที่อยู่ในสภาพใกล้ถูกคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) มีจำนวน 6 ชนิด คือ นกปากแอมหางดำ นกปากแอมหางลาย นกตีนเหลือง นกอีกล้วยใหญ่ นกชายเลนปากโค้ง และนกสตี้นท์คอแดง โดยกิจกรรมดูแลนกจะอยู่ในช่วงฤดูการอพยพในราวเดือนตุลาคม – เดือนพฤษภาคมของทุกปี ดังนั้นจึงควรร่วมมือกันปลูกป่าชายเลน เพื่อฟื้นฟูและอนุรักษ์ระบบนิเวศป่าชายเลน เนื่องจากนกเป็นตัวชี้วัดความสมดุลธรรมชาติและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารในระบบนิเวศ

คำสำคัญ : ความหลากหลายชนิดของนก ความชุกชุมของนก พื้นที่ป่าชายเลนปลูก

Abstract

The main objectives of this research were to study species diversity, abundance and similarity in research areas. The data was carried out by field survey about bird species in mangrove forest plantation areas in Muang district, Samut Songkhram Province, during the migration season from October 2014 – May 2015 and October 2021 – May 2022. The data was analyzed to find out species diversity, abundance and similarity of birds. The study found that from October 2014 – May 2015 there were 8 orders, 24 families and 56 species of birds. It was 2.81 according to Shannon Diversity Index. A maximum number of 25 bird species in order Charadriiformes was found. According to the abundance index, 7 bird species were in level 5 of abundance. It was 12.50 percent of all birds. From October 2021 – May 2022, there were 8 orders, 29 families and 59 species of birds. It was 3.18 according to Shannon Diversity Index. A maximum number of 20 bird species in order Passeriformes was found. According to abundance index, 13 bird species were in level 5 of abundance. It was 22.03 percent of all birds. According to bird similarity index, the similarity index between in mangrove forest plantation areas from October 2014 – May 2015 and in mangrove forest plantation areas from October 2021 – May 2022 was 0.817. In terms of threatened species, 6 bird species were Near-threatened (NT) namely Black-tailed Godwit, Bar-tailed Godwit, Grey-tailed Tattler, Eurasian Curlew, Curlew Sandpiper and Red-necked Stint. Migratory bird watching is available in migration season from October – May. So local people should join hands to plant mangrove forests to restore and conserve mangrove ecosystems because the birds are as indicators of natural balance of local ecosystem.

Keywords: Birds diversity, abundance, mangrove forest plantation areas

บทนำ

พื้นที่แนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนใน เป็นพื้นที่แวะพักและแหล่งหากินอาหารของนกอพยพเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเส้นทางการบินอพยพเอเชียตะวันออก-ออสเตรเลีย (East Asian-Australasian Flyway: EAAF) ในทุกฤดูหนาวราวเดือนตุลาคมถึงพฤษภาคม จะมีนกอพยพบินอพยพเข้ามาในประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่ชุ่มน้ำที่อุดมสมบูรณ์และพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่ยังมีความปลอดภัยสำหรับเหล่านกอพยพ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2553) ซึ่งตามแนวป่าชายเลน จะพบนกประจำถิ่น ได้แก่ นกกระจงอัยป้าโกงกาง นกอีแพรดแถบอกดำ นกขมิ้นน้อยธรรมดา นกแว่นตาขาวสีทอง เป็นต้น หากินอาหารจำพวกแมลงต่างๆ ตามต้นไม้ (ยศพล วงศ์เลิศวิทย์, 2554) ส่วนนกที่มีสถานภาพชุกชุมมาก เช่น นกกาน้ำเล็ก นกยางโทนน้อย นกยางเปีย นกยางกรอกพันธุ์ชวา นกยางเขียว นกตีนเทียน นกอีโก้ยเล็ก นกปากแอม่นหางดำ เป็นต้น (นภดล แซ่มซ้อย และคณะ, 2558)

ประชากรของนกชายเลนมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจากการสูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัยจากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่เกิดจากการกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างชุมชน การปรับปรุงพื้นที่ริมชายฝั่ง และการลดลงของตะกอนจากแหล่งต้นน้ำ (Dais et al., 2014) รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งหลายปีที่ผ่านมา พื้นที่ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล ส่งผลกระทบต่อความสมดุลของระบบนิเวศในป่าชายเลน ต่อมาจึงได้ดำเนินการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเล โดยจัดทำโครงการไม้ไผ่ปักเป็นแนวป้องกันเพื่อชะลอคลื่น และจัดกิจกรรมปลูกป่าชายเลนเพื่อฟื้นฟูป่าชายเลนอย่างต่อเนื่องทุกปี ทำให้มีพันธุ์ไม้ป่าชายเลนเจริญเติบโตหนาแน่นมากขึ้น ซึ่งการปลูกพันธุ์ไม้ป่าชายเลน จะเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับพื้นที่และจะเป็นอาหารของสัตว์น้ำ ก่อให้เกิดกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (อรรชรพร พรานไชย, 2546) สาเหตุดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงประเด็นที่ต้องทำการศึกษากการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของนกในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงฤดูกาลอพยพของนก โดยศึกษาในช่วงระยะเวลาเริ่มแรกที่เกิดกิจกรรมปลูกป่าชายเลน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 และช่วงระยะเวลาที่พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก มีการเจริญเติบโตหนาแน่นมากขึ้น คือตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของนก ความชุกชุมของนกและความคล้ายคลึงของนก บริเวณพื้นที่ป่าชายเลนปลูก ซึ่งนกเปรียบเสมือนดัชนีบ่งชี้คุณภาพความสมบูรณ์ของทรัพยากรชีวภาพ บริเวณใดที่มีนกอาศัยหากินอยู่เป็นจำนวนมาก ย่อมหมายถึงพื้นที่นั้นมีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งยังประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้นด้วย (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2553) อีกทั้ง นกเป็นสิ่งมีชีวิตที่พบได้ง่ายสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดสภาพแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ดี (สุนทรีย์ เสือขำ และคณะ, 2563) เนื่องจากนกเป็นสัตว์ที่เลือกอยู่ในถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมต่อการหากินอาหาร

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ป่าชายเลนปลูก ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของพื้นที่ป่าชายเลนปลูก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สสำรวจสภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษา 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 (2561) โดยทำการสำรวจแบบ Line transect ในช่วงฤดูการอพยพของนก รวมระยะเวลา 2 ช่วงเวลา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 - เดือนพฤษภาคม 2558 และตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 - เดือนพฤษภาคม 2565 เดือนละ 1 วัน ในช่วงเวลา 07.00 - 18.00 น.
2. บันทึกข้อมูลจำนวนประชากรของนกแต่ละชนิด ที่พบเห็นโดยตรง
3. วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก ตามสมการของ Shannon - Wiener Index, H' (Shannon, 1949) วิเคราะห์ปริมาณความชุกชุมของชนิดนก โดยวิธีของ Pettingill (1969) และวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของนก โดยวิธีของ Odum E.P (1983)
4. ศึกษาลักษณะกิจกรรมการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ของนก อุปนิสัยการหากินและสถานภาพของนก ในพื้นที่ศึกษา
5. รวบรวมผลการศึกษา สรุปผลและรายงานผล

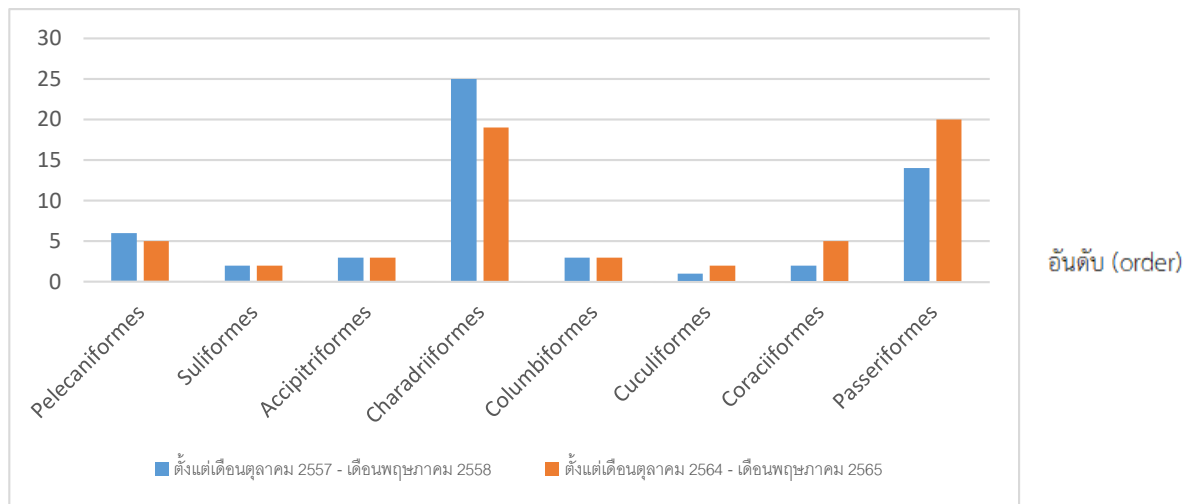
ผลการวิจัย

เนื้อเรื่อง จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า

1. ความหลากหลายชนิดของนก

ในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 - เดือนพฤษภาคม 2558 พบนก 8 อันดับ 24 วงศ์ 56 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 2.81 ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด คือ Charadriiformes มีจำนวน 25 ชนิด ส่วนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 - เดือนพฤษภาคม 2565 พบนก 8 อันดับ 29 วงศ์ 59 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 3.18 ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด คือ อันดับนกจับคอน (Passeriformes) มีจำนวน 20 ชนิด ดังภาพที่ 2

จำนวนชนิดนก (ชนิด)



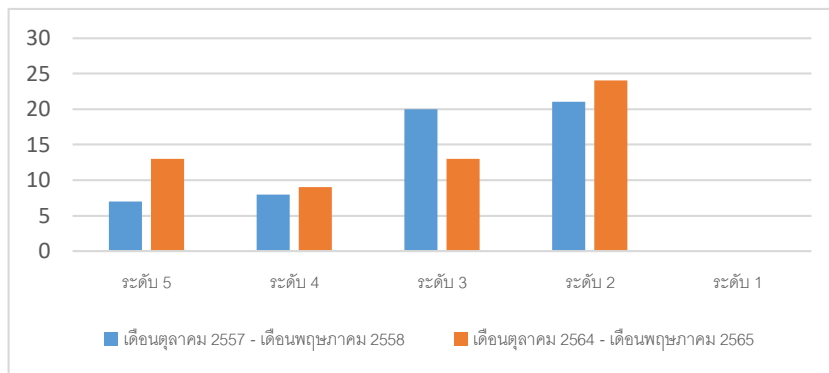
ภาพที่ 2 อันดับของนก ในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสงคราม
ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 และตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564
- เดือนพฤษภาคม 2565

จากภาพที่ 2 พบว่าช่วงฤดูการอพยพของนก ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 จะพบชนิดนกในอันดับนกจับคอน (Passeriformes) จำนวน 20 ชนิด มากกว่าตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 ที่พบชนิดนก จำนวน 14 ชนิด เนื่องจากตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 พื้นที่ป่าชายเลนปลูก มีพันธุ์ไม้ป่าชายเลน เจริญเติบโตหนาแน่นมากขึ้น จึงเป็นพื้นที่ที่ชนิดนกในอันดับนกจับคอน เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ เพื่อใช้เป็นแหล่งหากินอาหาร และเลี้ยงลูก

2. ความชุกชุมของชนิดนก

ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 มีปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 7 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 12.50 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ได้แก่ นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกยางเปีย นกตีนเทียน นกกินเปี้ยว เป็นต้น ส่วนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 มีปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 13 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 22.03 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ได้แก่ นกยางโทนน้อย นกกินเปี้ยว นกกระจ้อยป่าโกงกาง นกอีแพรดแถบอกดำ นกนางแอ่นบ้าน เป็นต้น ส่วนชนิดนกที่พบทุกเดือน ได้แก่ นกยางเปีย นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกตีนเทียน นกกินเปี้ยว เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 3

จำนวนชนิดนก (ชนิด)



ภาพที่ 3 ชนิดของนกที่พบบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนปลูก อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยแบ่งตามความชุกชุม ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 และตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565

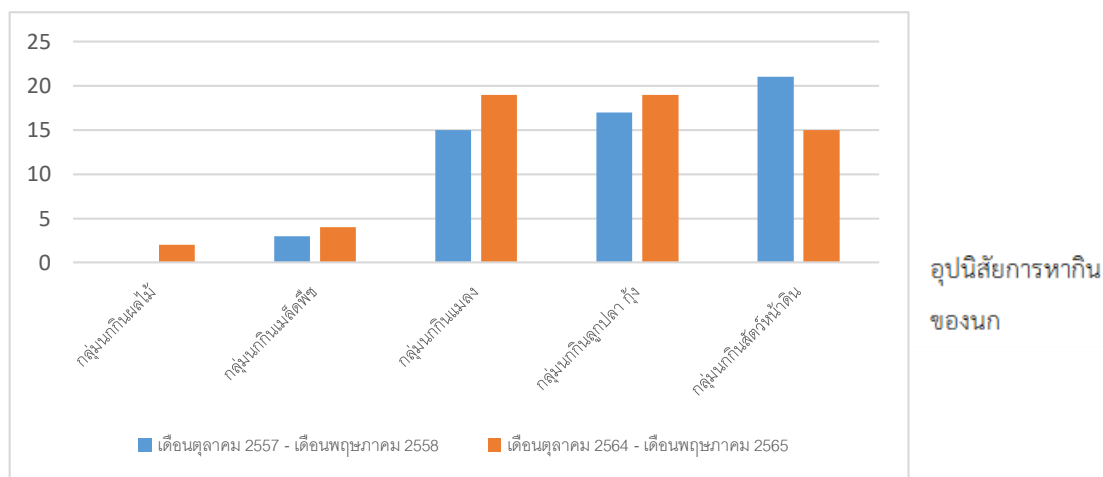
3. ความคล้ายคลึงของนก

พื้นที่ป่าชายเลนปลูก ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 และตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของนก เท่ากับ 0.817 เนื่องจากพื้นที่ป่าชายเลนปลูกที่มีการเจริญเติบโตของพันธุ์ป่าชายเลน จึงมีความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารของนกประจำถิ่นและนกอพยพ โดยพบชนิดนกที่พบทั้ง 2 พื้นที่ จำนวน 47 ชนิด ได้แก่ นกยางเปีย นกกินเปี้ยว นกกระจ้อยป่าโกงกาง นกขมิ้นน้อยธรรมดา นกโกงกางหัวโต นกแว่นตาขาวสีทอง นกกระजิบธรรมดา เป็นต้น

3. ลักษณะกิจกรรมการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ของนก

ลักษณะกิจกรรมการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ของทั้งนกประจำถิ่นและนกอพยพ เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหาร โดยพื้นที่ป่าชายเลนปลูก ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 พบกลุ่มนกกินสัตว์หน้าดินเป็นหลักมากที่สุด จำนวน 21 ชนิด รองลงคือกลุ่มนกที่กินสัตว์น้ำ เช่น ปลา ปู กุ้ง หอย เป็นหลัก จำนวน 17 ชนิด ส่วนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 พบกลุ่มนกกินแมลงเป็นหลัก จำนวน 19 ชนิด กลุ่มนกที่กินสัตว์น้ำ เช่น ปลา ปู กุ้ง หอย เป็นหลัก จำนวน 19 ชนิด รองลงมาคือกลุ่มนกกินสัตว์หน้าดินเป็นหลัก จำนวน 15 ชนิดส่วนนกประจำถิ่น เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนปลูกเพื่อเป็นแหล่งเลี้ยงลูก คือ นกกระจ้อยป่าโกงกาง และนกขมิ้นน้อยธรรมดา ส่วนนกอพยพมีการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อใช้เป็นแหล่งหากินอาหาร และเป็นจุดแวะพัก โดยนกประจำถิ่นและนกอพยพเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนปลูก เพื่อใช้แหล่งหากินอาหาร จำแนกตามอุปนิสัยการหากิน ดังแสดงในภาพที่ 4

จำนวนชนิดนก (ชนิด)



ภาพที่ 4 อุปนีสัยการหากินของนกในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก อำเภอมือเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 และตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565

สถานภาพของนกในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 พบนกประจำถิ่น 22 ชนิด นกประจำถิ่นและนกอพยพ 5 ชนิด และนกอพยพ 29 ชนิด ส่วนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 พบนกประจำถิ่น 29 ชนิด นกประจำถิ่นและนกอพยพ 8 ชนิด และนกอพยพ 22 ชนิด

กลุ่มนกอพยพประกอบด้วย กลุ่มนบก (Terrestrial Bird) ได้แก่ นกกระเต็นหัวดำ (*Halcyon pileate*) นกกระเต็นน้อยธรรมดา (*Alcedo atthis*) นกจับแมลงสีคล้ำ (*Muscicapa sibirica*) เป็นต้น กลุ่มนกทะเล (Sea Bird) ได้แก่ นกนางนวลแกลบเคราขาว (*Chlidonias hybrida*) นกนางนวลแกลบแคสเปียน (*Hydroprogne caspia*) เป็นต้น กลุ่มนกชายเลน (Shore Bird) ได้แก่ นกหัวโตหลังจุดสีทอง (*Pluvialis fulva*) นกอีโก้ยเล็ก (*Numenius phaeopus*) นกชายเลนปากแอน (*Xenus cinereus*) นกทะเลขาเขียวธรรมดา (*Tringa nebularia*) เป็นต้น กลุ่มนกล่าเหยื่อ ได้แก่ เหยี่ยวออสเปร (*Pandion haliaetus*) เหยี่ยวหูดำ (*Milvus lineatus*) เป็นต้น ด้านสถานภาพการถูกคุกคาม ที่อยู่ในสภาพใกล้ถูกคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) มีจำนวน 6 ชนิด คือ นกปากแอนหางดำ นกปากแอนหางลาย นกตีนเหลือง นกอีโก้ยใหญ่ นกชายเลนปากโค้ง และนกสตี้นท์คอแดง

วิจารณ์ผล

พื้นที่ป่าชายเลนปลูก ในช่วงฤดูการอพยพ พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไปทำให้ที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพพันธุ์ไม้ป่าชายเลนเจริญเติบโตหนาแน่นมากขึ้น ทำให้พบจำนวนชนิดนกเพิ่มมากขึ้น ทั้งนกประจำถิ่นและนกอพยพ ได้แก่ นกกระจอยป่าโกงกาง นกขมิ้นน้อยธรรมดา นกแว่นตาขาวสีทอง นกแอนพง นกจับแมลงสีน้ำตาล นกจับแมลงจุกดำ นกจับแมลงสีคล้ำ นกแอนพง เป็นต้น เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่เพื่อใช้เป็นแหล่งหากิน

อาหาร ซึ่งสอดคล้องกับ สุนทรีย์ เสือขำ และคณะ (2563) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ชนิดนกที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก ได้แก่ นกจับแมลงจุกดำ นกจับแมลงสีน้ำตาล นกจับแมลงตะโพกเหลือง นกแอ่นพง เป็นต้น และสอดคล้องกับ ยศพล วงศ์เลิศวิทย์ (2554) ที่ได้กล่าวไว้ว่าตามแนวป่าชายเลน จะพบนกประจำถิ่น ได้แก่ นกกระจอยป่าโกงกาง นกอีแพรดแถบอกดำ นกขมิ้นน้อยธรรมดา นกแว่นตาขาวสีทอง เป็นต้น หาอาหารจำพวกแมลงต่างๆ ตามต้นไม้ ด้านปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก ได้แก่ นกยางโทนน้อย นกกินเปี้ยว นกกระจอยป่าโกงกาง นกอีแพรดแถบอกดำ นกนางแอ่นบ้าน เป็นต้น สอดคล้องกับ รังสิมา เลิศแล้ว และดรุณี ปฏิติง (2563) พบว่า บริเวณป่าชายเลน ตามแนวชายฝั่งทะเล มีปริมาณความชุกชุม ระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก คือ นกยางกรอกพันธุ์ชวา นกกินเปี้ยว และนกนางแอ่นบ้าน อีกทั้งพื้นที่ป่าชายเลนปลูก มีพันธุ์ไม้ป่าชายเลน ได้แก่ ต้นแสม ต้นโกงกาง เป็นต้น เจริญเติบโตหนาแน่นมากขึ้น จึงเป็นสภาพแวดล้อมที่มีแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ให้กับนกประจำถิ่นและนกอพยพเข้ามาใช้ประโยชน์เพื่อหากินอาหาร เลี้ยงลูก ถิ่นที่อยู่อาศัย และเป็นจุดแวะพัก สอดคล้องกับ ณีฐฐา รัตน์ ปภาวสิทธิ์ (2539) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การปลูกป่าชายเลนทำให้มีความสมบูรณ์ของปริมาณธาตุอาหารในป่าชายเลนเพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยทำให้สัตว์น้ำเข้ามาอาศัยในป่าชายเลน และสอดคล้องกับ สุนทรีย์ เสือขำ และคณะ (2563) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ป่าชายเลนปลูกและป่าชายเลนธรรมชาติมีลักษณะที่คล้ายกันค่อนข้างมาก จึงทำให้เห็นว่าการปลูกป่าฟื้นคืนธรรมชาติเมื่อผ่านระยะเวลาไปจะมีลักษณะโครงสร้าง และความคล้ายคลึงกันซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการอยู่อาศัยของนก ดังนั้น นกจึงเป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

สรุปผล

ในพื้นที่ป่าชายเลนปลูก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 – เดือนพฤษภาคม 2558 พบนก 8 อันดับ 24 วงศ์ 56 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 2.81 มีปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 7 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 12.50 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ส่วนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 – เดือนพฤษภาคม 2565 พบนก 8 อันดับ 29 วงศ์ 59 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 3.18 มีปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 13 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 22.03 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด และมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของนก เท่ากับ 0.817 ลักษณะกิจกรรมของนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ คือ การหาอาหาร และการเลี้ยงลูก

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งบรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2565

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2553. คู่มือเรื่องนกอพยพ. อรุณการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์. 2539. ผลการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนที่มีผลต่อทรัพยากรสัตว์น้ำชายฝั่ง. น. 35-51.
ใน: การสัมมนาและฝึกอบรมเรื่องการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน จังหวัดนครศรีธรรมราช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- นภดล แซ่ม้อย, ประทีป มีวัฒนา และไกรรฐ สุขสว่าง. 2558. ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์มีกระดูกสันหลังตำบลบางแก้ว จังหวัดสมุทรสงคราม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพฯ.
- รังสิมา เลิศแล้ว และ ดร.ณัฐ ปฎิบัติ. 2563. การศึกษาความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของนก ในพื้นที่โรงเรียนธรรมชาติป่าชายเลน ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพฯ.
- ยศพล วงศ์เลิศวิทย์. 2554. ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อความหลากหลายของนกบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนด้านตะวันตกจังหวัดสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย. 2561. บัญชีรายชื่อ (Checklist). แหล่งข้อมูล: <https://www.bcst.or.th/report-archives/> ค้นเมื่อ 21 มกราคม 2562.
- สุนทรีย์ เสือขำ, วิจักขณ์ ฉิมโฉม และ ประทีป ดั่งแคว. 2563. ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของนกในป่าชายเลนฟื้นฟู บริเวณศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 4 (2): 17-32.
- อรรธรณ พรานไชย. 2546. การฟื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นาทุ่งร้างบริเวณอำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Dais, M. P., Lecoq, M., Moniz, F., and 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.
- Odum, E.P. 1983. *Basic Ecology*. Holt-Saunders Japan. Tokyo Japan.
- 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.

การใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ในการศึกษาแผนที่การกระจายตัวของ
สารกำจัดวัชพืชในดินนาข้าวจังหวัดนครปฐม
Application micro X-ray fluorescence to studies herbicides distribution
mapping in soil of lowland rice, Nakhon Pathom Thailand

สาวิณีย์ กันเกตุ^{1*} จิรทยา เร็มมนตรี² ปิยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์³ รัตนะ บุลประเสริฐ²
Sawinee Kunket^{1*} Jirataya Roemmontri² Piyarat Vijuksungsith³ Rattana Boonprasert^{2*}

¹ สาขาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถ.พุทธมนทลสาย 4 ต.

ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

² คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถ.พุทธมณฑลสาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล

จ.นครปฐม 73170

³ นักวิจัย, ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง (ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ) คณะเกษตร กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ Environmental Management and Technology, Faculty of environment and resource studies

Mahidol university 999 999 Phuttamonthon 4 Road, Salaya, Nakhon Pathom 73170

² Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Nakhon Pathom, 73170, Thailand

³ Researcher, Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Academic Service Center,

Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,

Nakhon Pathom, 73140, Thailand

*Corresponding author E-mail sawinee.kun@student.mahidol.edu

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นในการประยุกต์ใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (μ -XRF) สำหรับการวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชตกค้างในดินนาพื้นที่ราบลุ่มในอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม เนื่องจากว่าในการทำเกษตรกรรมในปัจจุบันยังคงนิยมใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในกระบวนการเพาะปลูกโดยเฉพาะในนาข้าว ผลที่ตามมาคือธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารเคมีกำจัดวัชพืชสามารถสะสมเข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้ ดินเป็นส่วนสำคัญในการเพาะปลูกอีกทั้งยังเป็นแหล่งอาหารของพืช โดยจะศึกษาการกระจายตัวของธาตุคลอรีนที่เป็นส่วนประกอบหลักของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่มของสารเคมีที่มีฤทธิ์ในการรบกวนการงอกของพืชในกลุ่มบิวทาคลอ วิธีการศึกษานี้จะเป็นการสร้างแผนที่การกระจายตัวของธาตุโดยใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (μ -XRF) เพื่อตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของธาตุคลอรีนในสารประกอบของสารกำจัดวัชพืช ผลการศึกษาที่ได้คือ การทำการวิเคราะห์แนวโน้มการตกค้างของธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารกำจัดวัชพืชในดินผ่านแผนที่การกระจายตัวของธาตุที่ได้จากเทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (μ -XRF) อีกทั้งรูปแบบการกระจายตัวของธาตุคลอรีน (Cl) พบว่าบริเวณชั้นผิวดินของตัวอย่างดินของนาข้าวมีการกระจายการกระจายตัวของธาตุคลอรีนเป็นส่วนใหญ่ และผลลัพธ์ของแผนที่การกระจายตัวของธาตุคลอรีนที่ตกค้างอยู่ในดินพื้นที่ปลูกข้าวนาที่ได้จาก

(μ -XRF) สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาใช้วิเคราะห์การตกค้างของธาตุคลอรีนที่เป็นส่วนประกอบหลักของสารกำจัดวัชพืชอยู่ในดินอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

คำสำคัญ : สารกำจัดวัชพืช คลอรีน เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ แสงซินโครตรอน นาพื้นที่ราบลุ่ม

Abstract

This study aimed to apply the Micro X-ray fluorescence spectroscopy (μ -XRF) based technique to track Chlorine (Cl) from herbicide residues in the soil of lowland rice areas by tracking the distribution of Cl in Butachlor compound from the herbicide. The interest is that racking from herbicide may accumulate Cl in the soil, which May cause contaminants in the ground to occur. This technique can study the Cl distributions in inhomogeneous materials, determine the elemental compositions in materials, and create an element distribution and mapping. The proposed method has been applied to investigate the Cl compounds in herbicides in soils of lowland rice areas collected from Nakhon Pathom, Thailand.

The results of the study found that the μ -XRF technique is helpful as the first step and the most crucial step and the most crucial step in analyzing herbicide residues in soils. The evaluate Butachlor in the soil surface and vertical soil layer of the lowland rice field detected that the main component of the Butachlor herbicide compound is Cl. It can confirm that Butachlor could be transfer distributed from the surface to under the soils. As detected by μ -XRF absorption spectroscopy analysis, Cl was observed in soil's surface more than in soils vertical. This technique can be used to develop in the analysis of herbicide residues in the soil more effectively next.

Keywords: Herbicide, Chlorine (Cl), micro X-ray fluorescence (μ -XRF), Synchrotron radiation, Lowland rice

บทนำ

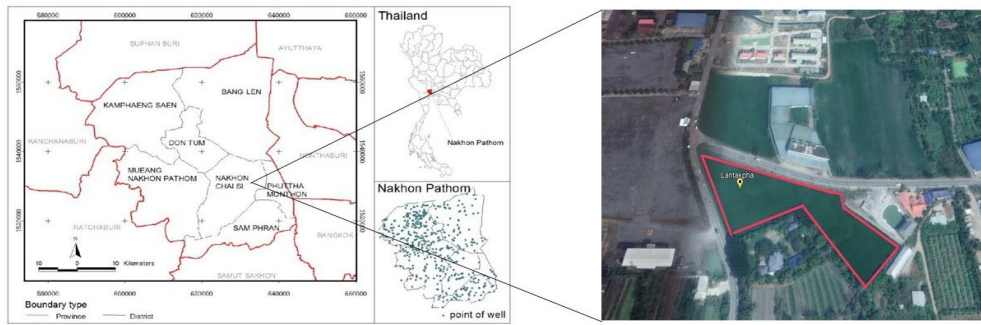
ประเทศไทยมีลักษณะทางภูมิประเทศที่เหมาะสมกับการทำเกษตรกรรม ข้าวเป็นอีกหนึ่งให้พืชผลหลักและเป็นพืชเศรษฐกิจ จากรายงานสมาคมผู้ส่งออกข้าวปี 2564 ประเทศไทยมีการส่งออกข้าวถึง 5,734,038 เมตริกตัน (Association 2022) จากการสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี พ.ศ. 2563 - 2564 ประเทศไทยมีการใช้ที่ดินในการทำเกษตรถึง 70,398,600 ไร่ และในภาคกลางเป็นนาข้าวทั้งหมด 11,843,375 ไร่ (Economics 2021) แต่ในการเพาะปลูกข้าวจะมีการใช้ยากำจัดวัชพืชในแปลงด้วย เนื่องจากการทำเกษตรใน 1 ปี มีวงจรการผลิตมากกว่า 2-3 รอบ ทำให้มีการกำจัดวัชพืชเพื่อเตรียม

แปลงปลูกโดยมีการนำสารเคมีเข้ามาใช้ในการเพาะปลูก (Panuwet, Siriwong et al. 2012) (Kwonpongsagoon, Katasila et al. 2021) มลพิษทางดินที่เกิดจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรซ้ำซ้อนมากเกินไปในกระบวนการปลูก เช่น ยากำจัดวัชพืชสามารถเป็นสาเหตุสำคัญของดินเค็ม ความเค็มของดินนำไปสู่การสูญเสียความอุดมสมบูรณ์และส่งผลเสียต่อจุลินทรีย์ที่สำคัญที่มีอยู่ในดิน (UNEP 2021) ในงานวิจัยนี้จึงได้ใช้เทคนิค micro- X-ray fluorescence (μ -XRF) (SLRI. 2019) (Payanun 2000) (Tancharakorn, Tanthanuch et al. 2012) โดยเทคนิคนี้มีความแม่นยำในการศึกษาแผนภาพการกระจายตัวของตัวอย่าง เนื่องจากเทคนิคนี้นำรังสีเอ็กซ์ที่ถูกกระตุ้นจากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนที่มีค่าความเข้มแสงมหาศาลมาประยุกต์ใช้งาน เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางอะตอมของตัวอย่าง ลำรังสีเอ็กซ์มีขนาดเล็กมากคือ 30 μ m ทำให้สามารถระบุบริเวณที่ต้องการทำการศึกษาในกรณีที่ตัวอย่างไม่ได้เป็นเนื้อเดียวกัน อีกทั้งยังสามารถทำการสแกนตัวอย่างระหว่างที่ทำการทดลองเพื่อดูการกระจายตัวของธาตุภายในตัวอย่าง จึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับงานศึกษาที่มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาแผนภาพการกระจายตัวของสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน โดยติดตามธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารกำจัดวัชพืชชนิดนั้นคือ คลอรีน ในสารกำจัดวัชพืชบิวทาคลอมีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 1 โดยสารกำจัดวัชพืชตัวนี้จะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของราก และลำต้น (Sato, Kohnosu et al. 1987) ซึ่งผลจากการศึกษาแผนภาพการกระจายตัวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดูแลแนวโน้มการตกค้างของสารเคมีที่ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมได้ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาเป็นดินจากนาข้าวที่มีการเพาะปลูกแบบนาหว่าน โดยเลือกแปลงที่เป็นการปลูกปลูกแบบใช้สารเคมี โดยสารกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรแปลงนี้ใช้คือสารกำจัดวัชพืชในกลุ่มบิวทาคลอพื้นที่ตั้งของแปลงตัวอย่างดินคืออำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม (13.826012°N 100.228913°E) ดังภาพที่ 1 ในการเก็บตัวอย่างดินนั้นจะทำการเก็บหลังจากที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ใช้วิธีการเก็บแบบสุ่มตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่จำนวน 6 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องเก็บดินที่เรียกว่า Soil core sampler ที่ระดับความลึกจากผิวน้ำดิน 0-5 เซนติเมตร หลังจากนั้นเก็บดินไว้ที่อุณหภูมิห้อง ก่อนที่จะนำไปทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค micro- X-ray fluorescence (μ -XRF) ดังภาพที่ 2 โดยเทคนิคนี้มีความพิเศษตรงที่ใช้เวลาในการเตรียมตัวอย่างน้อย สามารถรักษาสภาพธรรมชาติของตัวอย่างไว้ได้โดยไม่ทำลายตัวอย่าง โดยข้อมูลทั่วไปทางเทคนิค micro- X-ray fluorescence (μ -XRF) ดังภาพที่ 3 และแสดงตารางที่ 1 และการกำหนดค่าของแต่ละตัวอย่างในการวิเคราะห์เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์แสดงในตารางที่ 2 หลังจากทำการทดลองที่สถานทดลองแล้วจะทำการวิเคราะห์ผลการศึกษาโดยใช้โปรแกรม PyMca 5.5.3 (Solé, Papillon et al. 2007)

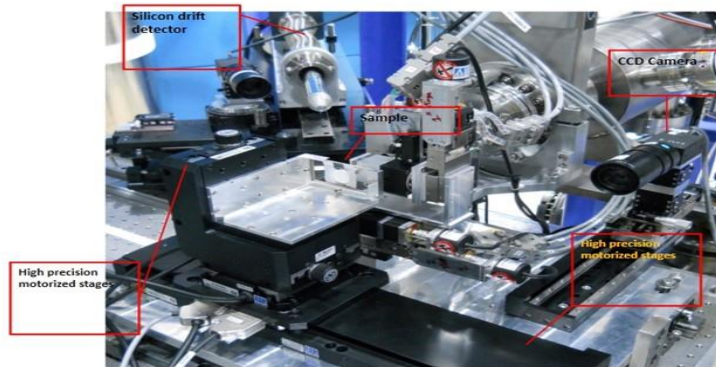
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 1 แปลงนาที่เก็บตัวอย่าง (ที่มา: Google Earth)



ภาพที่ 2 แปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว ตัวอย่างดินหลังจากเก็บและเตรียมเพื่อทำการทดลอง



ภาพที่ 3 Micro-XRF beamline at the Siam Photon Laboratory (S.Tancharakorn et al.,2020)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปทางเทคนิค micro- X-ray fluorescence (μ -XRF)

Technique	Energy range	Beam size	Sample form
micro-X-ray fluorescence spectroscopy and imaging	2-10 Kev	30 micron	Solid, Powder and Liquid

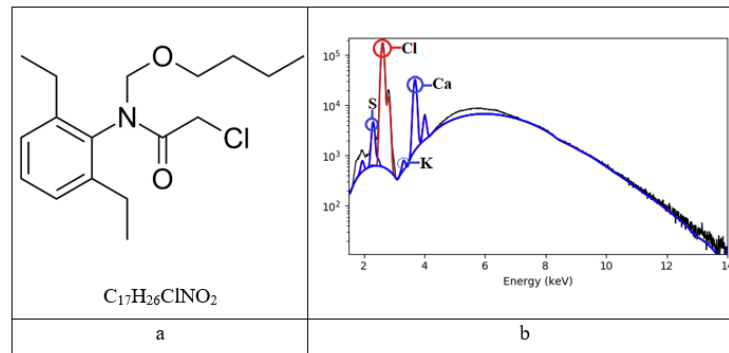
ตารางที่ 2 การกำหนดค่าของแต่ละตัวอย่างในการวิเคราะห์เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์

ผิวหน้าดิน (ตัวอย่างดิน)	Step (μm)	point	Dead time (%)	Detector position (cm)	Scan time (hr.)
ตัวอย่างผิวดิน	0.06	-	15	43.00	1.30
ตัวอย่างดินที่ทำ การตัดตาม แนวตั้ง	0.06	-	20	43.00	1.05
กระดาศกรอง ของสารกำจัด วัชพืช	-	2	18	47.00	0.10

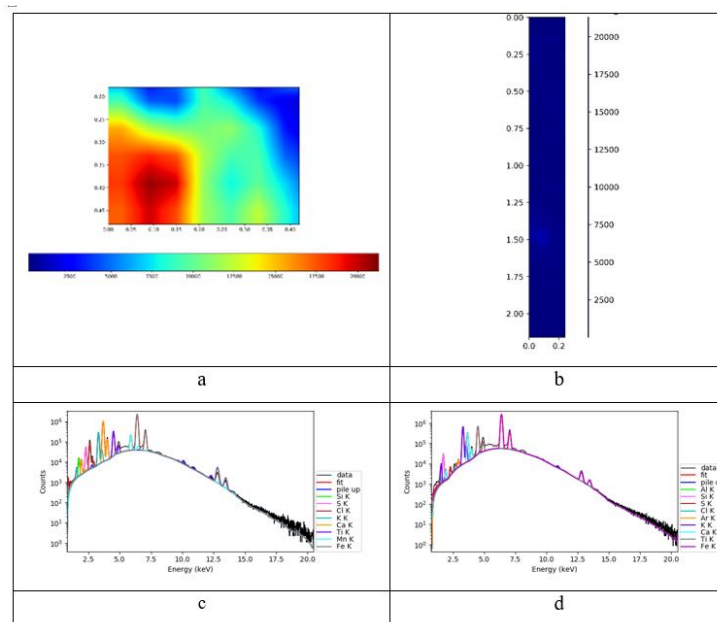
ผลการวิจัย

คลอรีน (Cl). ธาตุนี้มีความสำคัญต่อดินเพราะมีส่วนในความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารสำหรับพืชผล และมักพบในธรรมชาติ (Geilfus 2019) อย่างไรก็ตามคลอรีน (Cl) ที่เป็นส่วนประกอบของสารกำจัดวัชพืชอาจเปลี่ยนรูปแบบเป็นแอนไอออนของคลอรีน (Cl^-) ในดินได้ หากมีสะสมเป็นจำนวนมากจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ จากการศึกษาโดยใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ พบว่าบนกระดาศกรองของสารชีวทาคลอมมีธาตุประกอบ ดังนี้ ซัลเฟอร์ (S) คลอรีน (Cl) โพแทสเซียม (K) และ แคลเซียม (Ca). โดยที่คลอรีน (Cl) ที่มีความสูงของกราฟที่สูงที่สุด ดังภาพที่ 4 อีกทั้งแผนภาพการกระจายตัวของคลอรีน (Cl) ที่เป็นธาตุองค์ประกอบหลักในส่วนผสมของสารกำจัดวัชพืชกลุ่มชีวทาคลอม โดยการใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ และทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม PyMca พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างดินนาหว่านในลักษณะของผิวดิน และดินในแนวตั้งมีลักษณะการกระจายตัวของธาตุคลอรีนแตกต่างกัน โดยจากภาพที่ 5 จะเห็นว่าการกระจายตัวของธาตุคลอรีนในบริเวณผิวดินมีการกระจายตัวที่หนาแน่นกว่าบริเวณดินในแนวตั้งของตัวอย่างแผนที่มีการกระจายตัวของธาตุโดยเริ่มจากแถบสีน้ำเงิน (น้อย) สีเขียว(กลาง) และสีแดง (มาก) การกระจายตัวของคลอรีน (Cl) จากภาพที่ 5a และ 5b จะเห็นได้ว่าแผนภาพการกระจายตัวของธาตุมีลักษณะที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มในการกระจายตัวของคลอรีน (Cl) จะอยู่ที่ผิวดินเป็นส่วนใหญ่และมีการเคลื่อนที่ในลงสู่ชั้นดินน้อยกว่า แต่ถึงอย่างไรจากกราฟในรูป ที่ 5c และ 5d แสดงความสูงของกราฟธาตุคลอรีน (Cl) ในดินตัวอย่างกล่าวคือ กระดาศกรองสารชีวทาคลอม ตัวอย่างดินนาที่ใช้สารกำจัดวัชพืช จะเห็นได้ว่าแผนภาพการกระจายตัวและกราฟแสดงองค์ประกอบของธาตุมีความสอดคล้องกัน มีแนวโน้มที่ธาตุคลอรีน (Cl) จากสารกำจัดวัชพืช

จะเข้าไปสะสมในดินจากการศึกษาแผนภาพการกระจายตัวนี้สามารถนำไปสู่การวิเคราะห์ในเชิงปริมาณและดูแนวโน้มการตกค้างของสารเคมีที่ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมได้ต่อไป



ภาพที่ 4 a) แสดงสูตรโครงสร้างชีวทาคลอล (Information 2022) b) กราฟแสดงธาตุประกอบที่พบในกระดาศกรองสารชีวทาคลอลจากการศึกษาโดย μ -XRF และวิเคราะห์ด้วย PyMca



ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของคลอรีน a) การกระจายตัวของ Cl บนพื้นผิวดิน b) การกระจายตัวของ Cl ในแนวตั้งของดิน c) กราฟแสดงธาตุในผิวดิน และ d) กราฟแสดงธาตุในแนวตั้งของดิน

วิจารณ์ผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพผ่านเทคนิคซินโครตรอนไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (μ -XRF) เป็นการศึกษาเพื่อดูแนวโน้มการกระจายตัวของธาตุ ในการศึกษองค์ประกอบที่สำคัญทางชีวภาพเพื่อศึกษาการกระจายของธาตุในสิ่งแวดล้อมต่างๆ มีการนำเทคนิคซินโครตรอน μ -XRF มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่

สามารถทำแผนภาพการกระจายตัวของธาตุได้โดยขณะที่ทดลองไม่ทำลายตัวอย่าง (Majumdar, Peralta-Videa et al. 2012) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุนำไปสู่การศึกษาแนวโน้มการเคลื่อนที่ของธาตุที่สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อม สามารถนำมาใช้เพื่อเป็นแนวในการหาวิธีการบำบัดปัญหาการปนเปื้อนหรือมลภาวะในดินได้ เพราะเทคนิคนี้เป็นนวัตกรรมที่ช่วยให้สามารถทำแผนที่การกระจายขององค์ประกอบต่างๆ ในตัวอย่างที่ศึกษาได้อย่างชัดเจน จึงมีการนำมาใช้ในการศึกษาการกระจายตัวของตะกั่ว (Pb) ในพืชเพื่อใช้ในการฟื้นฟูดิน (Mera, Rubio et al. 2019) แม้ว่าการสะสมของธาตุคลอรีน (Cl) ที่พบในดินนั้นจะสามารถพบได้โดยทั่วไปเพราะเป็นอินทรีย์วัตถุในธรรมชาติและเป็นธาตุอาหารหลักของพืช แต่คลอรีน (Cl) ที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารกำจัดวัชพืชเข้าสู่สิ่งแวดล้อมในดินอาจมีการเปลี่ยนรูปและเกิดความเป็นพิษได้ (Geilfus 2019) นอกจากนี้ในงานวิจัยของ (Parveen, Chowdhury et al. 2022) มีการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารฆ่าเชื้อที่มีคลอรีน (Cl) เป็นส่วนประกอบ โดยคลอรีน (Cl) ในรูปโมเลกุลและสารประกอบสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ ดังนั้นเมื่อสารฆ่าเชื้อเข้าสู่ในดินจะสามารถเพิ่มความเข้มข้นของคลอรีน (Cl) หรือคลอไรด์ (Cl⁻) ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อพืชหากมีการสัมผัส ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาแผนภาพของการกระจายตัวของคลอรีน (Cl) ที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารกำจัดวัชพืชที่สะสมอยู่ในดินแปลงนาที่เก็บเกี่ยวแล้วนั้น สามารถนำมาเป็นแนวทางเพื่อต่อยอดวางแผนการวิจัยในเชิงปริมาณต่อไป โดยใช้เทคนิคแสงซินโครตรอนสถานีทดลองระบบลำแสงอินควับคู่กัน

สรุปผล

จากการศึกษา พบว่าการใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ สามารถประเมินรูปแบบการกระจายตัวของสารกำจัดวัชพืชตกค้างที่มีองค์ประกอบของธาตุคลอรีน (Cl) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งตัวอย่างดินในแนวตั้งจะพบการกระจายตัวของธาตุคลอรีน (Cl) น้อยกว่าชั้นผิวดิน และผลลัพธ์ของแผนที่การกระจายตัวของธาตุคลอรีน (Cl) ที่ตกค้างอยู่ในดินพื้นที่ปลูกข้าวนาที่ได้จาก (μ -XRF) สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาใช้วิเคราะห์การตกค้างของธาตุคลอรีนที่เป็นส่วนประกอบหลักของสารกำจัดวัชพืชอยู่ในดินอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และสถานีทดลองระบบลำแสงที่ 6 (BL6b: Micro-X-ray Fluorescence) จังหวัดนครราชสีมา สำหรับทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Association, T. R. E. (2022). "RICE EXPORTS BY DESTINATION 2022." Retrieved 04 02, 2022, from <http://www.thairiceexporters.or.th/export%20by%20country%202022.html>.

Economics, O. o. A. (2021, 2021-07-30). "Rice production data in 2021." Retrieved 01 08, 2022, from https://opendata.data.go.th/dataset/oae11_04.

Geilfus, C.-M. (2019). "Chloride in soil: From nutrient to soil pollutant." *Environmental and Experimental Botany* **157**: 299-309.

Information, N. C. f. B. (2022). "PubChem Compound Summary for CID 31677, Butachlor." Retrieved 01 09, 2019, from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Butachlor>.

Kwonpongsagoon, S., C. Katasila, P. Kongtip and S. Woskie (2021). "Application Intensity and Spatial Distribution of Three Major Herbicides from Agricultural and Nonagricultural Practices in the Central Plain of Thailand." *International Journal of Environmental Research and Public Health* **18**(6): 3046.

Majumdar, S., J. R. Peralta-Videa, H. Castillo-Michel, J. Hong, C. M. Rico and J. L. Gardea-Torresdey (2012). "Applications of synchrotron μ -XRF to study the distribution of biologically important elements in different environmental matrices: A review." *Analytica Chimica Acta* **755**: 1-16.

Mera, M. F., M. Rubio, C. A. Pérez, S. Cazón, M. Merlo and S. E. Muñoz (2019). "SR induced micro-XRF for studying the spatial distribution of Pb in plants used for soil phytoremediation." *Radiation Physics and Chemistry* **154**: 69-73.

Panuwet, P., W. Siriwong, T. Prapamontol, P. B. Ryan, N. Fiedler, M. G. Robson and D. B. Barr (2012). "Agricultural pesticide management in Thailand: status and population health risk." *Environmental Science & Policy* **17**: 72-81.

Parveen, N., S. Chowdhury and S. Goel (2022). "Environmental impacts of the widespread use of chlorine-based disinfectants during the COVID-19 pandemic." *Environmental Science and Pollution Research* **29**(57): 85742-85760.

Payanun, K. (2000). "Sustainable Thai rice production system." *Kasetsart Journal (Social Science)* **21**: 80-96.

Sato, T., S. Kohnosu and J. F. Hartwig (1987). "Adsorption of butachlor to soils." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **35**(3): 397-402.

SLRI. (2019). "What is Synchrotron Light. What is Synchrotron Light." Retrieved 09 01, 2019, from https://www.slri.or.th/en_web/what-is-synchrotron-light.html.

Solé, V. A., E. Papillon, M. Cotte, P. Walter and J. Susini (2007). "A multiplatform code for the analysis of energy-dispersive X-ray fluorescence spectra." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* **62**(1): 63-68.

Tancharakorn, S., W. Tanthanuch, N. Kamonsutthipaijit, N. Wongprachanukul, M. Sophon, S. Chaichuay, C. Uthaisar and R. Yimnirun (2012). "The first microbeam synchrotron X-ray fluorescence beamline at the Siam Photon Laboratory." *Journal of Synchrotron Radiation* **19**(4): 536-540.

UNEP, F. a. (2021). "Global assessment of soil pollution: Report." Retrieved 05 07, 2021, from <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb4894en>.

การจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน Learning design for community engagement

ปวีณา ลิ้มปิทีปรากการ^{1*} สิทธิชัย ใจขาน¹ นิตยา ชาคำรุณ¹ สง่า ทับทิมหิน¹ ฐิติรัช งานฉมั่ง¹ ลักษณ์ีย์ บุญขาว¹
จิราพร ทิพย์พิลา¹ จิราภรณ์ ทلابคำ¹ สุภาณี จันทร์ศิริ¹

Pawena Limpiteeprakan^{1*} Sitthichai Chaikhan¹ Nittaya Chakhamrun¹ Sanga Tubtimhin¹
Thitirat Nganchamung¹ Laksanee Boonkhao¹ Jeeraporn Tippila¹ Chiraporn Lapkham¹ Supanee Junsiri¹

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

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน ในรายวิชาของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างคือ ทีมคณาจารย์ นักศึกษาใน หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต อนามัยสิ่งแวดล้อม ชั้นปีที่ 3 เจ้าของสถานประกอบการ ผู้นำชุมชน และเจ้าหน้าที่ ของเทศบาลตำบลแสนสุข อำเภอวารินชำราบ รวมจำนวน 50 คน ได้มาจากการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนที่พัฒนาขึ้นจากทีม คณาจารย์ ผ่านกระบวนการ Plan Action Observation และ Reflection (PAOR) ประกอบด้วย การวางแผน การบูรณาการกิจกรรมงานกลุ่มใน 4 รายวิชา ได้แก่ วิชาการควบคุมกากอุตสาหกรรมและของเสียอันตราย การ เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ด้านอากาศ การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์ และวิชาการจัดการและบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้นักศึกษาเข้าไปเรียนรู้ในสถานประกอบการเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนตามเนื้อหาของแต่ละรายวิชา และ แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษา พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันในชุมชนที่พัฒนาขึ้น ทำให้นักศึกษามี ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดในด้านอาจารย์ที่ปรึกษามีบทบาทในการทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้ของกลุ่ม และมีความต้องการให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ในภาคการศึกษาต่อไป สำหรับสถาน ประกอบการมีความพึงพอใจมากที่สุดในด้านรูปแบบเนื้อหาของการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับ บริบทของสถานประกอบการ และได้รับผลประโยชน์จากการจัดกิจกรรมนี้ ผลการศึกษาในครั้งนี้ ทำให้หลักสูตร เกิดรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการและเป็นการสร้างความผูกพันกับชุมชนคือสถาน ประกอบการที่จะนำไปประยุกต์ใช้สำหรับภาคการศึกษาต่อไป

คำสำคัญ : สถานประกอบการ หลักสูตร กิจกรรมที่สร้างความผูกพัน

Abstract

This research aimed to develop the community engagement model in the subjects of the Bachelor of Science major in Environmental Health Program. Sample groups were 50 people composed of lecturers, third-year students in the Environmental Health Program, factory owners, community leaders, and officials of the Saen Suk Subdistrict Municipality, which derived from purposive sampling. The research tool was a community engagement learning model developed by faculty team members through the Plan Action Observation and Reflection (PAOR) process. It consists of planning the integration of group work activities in 4 subjects: Industrial waste and hazardous waste control, Air sampling and analysis, Water sampling and analysis, and Wastewater management and treatment. This is for students to learn in the workplace to build community engagement according to each course's content and assess the activities' satisfaction. The results showed that a model for teaching and learning to create community engagement developed makes students most satisfied with the advisor supporting group learning and want this kind of teaching and learning activities to be held in the next semesters. The enterprises were most satisfied with the format of teaching and learning content appropriate to the establishment's context and benefited from this activity. This study resulted in the curriculum forming an integrated teaching and learning model and creating a bond with the community, an enterprise that can be applied for the next semester.

Keywords: Factory, Course, Engagement activity

บทนำ

แนวคิดใหม่ในการจัดการศึกษา คือ การให้ชุมชน ท้องถิ่น และทุกส่วนของสังคม มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา การสร้างความสัมพันธ์กับชุมชนโดยรอบของสถานบันการศึกษาจึงเป็นส่วนสำคัญ เพราะพื้นที่ของชุมชนสามารถใช้เป็นพื้นที่เพื่อการเรียนการสอนหรือการวิจัยในระยะยาวร่วมกับการบูรณาการแนวคิดในการพัฒนาชุมชนไปพร้อม ๆ กัน (Benneworth et al., 2013) หลักการทำงานให้เกิดความผูกพันกับสังคม หรือ **Community engagement** นั้นประกอบด้วย การร่วมคิดร่วมทำแบบพันธมิตรและหุ้นส่วน เกิดประโยชน์ร่วมกันแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน เกิดผลงานวิชาการ และผลกระทบต่อสังคมที่ประเมินได้ (Clifford and Petrescu, 2012) เพราะมหาวิทยาลัยไม่ควรโดดเดี่ยวเพียงด้านวิชาการ แต่ต้องเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์หรือให้บริการทางวิชาการกับชุมชนภายนอกมหาวิทยาลัยควบคู่ไปด้วย เพื่อให้ชุมชนได้ประโยชน์มากที่สุด และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความก้าวหน้าของอาจารย์และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเอง ประกอบกับยุคปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเรียนรู้แค่ในมหาวิทยาลัยอาจจะไม่ทันต่อสถานการณ์ในพื้นที่ จึงจำเป็นต้องเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของชุมชน ไม่แบ่งแยกแต่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกับชุมชน (สถาบันคลังสมองของชาติ, 2561)

ชิรวัดณ์ นิจนตร (2559) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับบทบาทของมหาวิทยาลัยกับการรับใช้สังคมไว้ว่า มหาวิทยาลัยต้องเร่งพัฒนาศักยภาพในการทำงานรับใช้สังคมให้เกิดผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่ที่ดีของคนในท้องถิ่น เป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรก็ควรจะมีเชื่อมโยงกับการรับใช้สังคมในแต่ละด้าน และส่งผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชนอย่างแท้จริง การตั้งเป้าหมายอย่างมุ่งมั่นเพื่อที่จะร่วมมือกับพันธมิตรภายนอกมหาวิทยาลัยต้องเน้นไปที่การทำงานวิจัยหรือการบริการวิชาการเพื่อแก้ปัญหาและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนให้ได้มากที่สุด (Bernardo et al., 2014)

ภายใต้ยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่มุ่งหวังให้มหาวิทยาลัยมีบทบาทในการทำงานรับใช้สังคมให้มากขึ้น วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการช่วยเหลือและรับผิดชอบต่อสังคม จึงมีนโยบายให้มีการปรับหลักสูตรการเรียนการสอนให้มีพันธกิจที่สัมพันธ์กับองค์กรชุมชนให้ความสำคัญกับการบริการชุมชน เพื่อช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งและการพึ่งพาตนเองของชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้กำหนดความสามารถของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ไว้ว่าจะต้องสามารถวิเคราะห์ หาสาเหตุปัญหาด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในชุมชน โดยใช้เครื่องมือศึกษาชุมชนทางด้านสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อมผ่านกระบวนการวิจัย อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ศึกษาความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง และนำมาบูรณาการกับการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนให้เป็นไปตามสภาพปัญหาของชุมชนยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นการพัฒนาการเรียนการสอนที่จะทำให้เกิดการยอมรับ และสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน เพื่อให้ชุมชนได้เข้ามาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในประเด็นต่าง ๆ ที่ชุมชนมีส่วนเกี่ยวข้องจึงเป็นโจทย์ที่ท้าทายและรอการพัฒนา การสร้างความผูกพันระหว่างองค์กรกับชุมชนเป็นประเด็นที่สำคัญประการหนึ่งในการบริหารองค์กร

ในงานวิจัยของ Gruber et al. (2017) แสดงให้เห็นว่าการมหาวิทยาลัยระดับอุดมศึกษาสามารถช่วยให้ชุมชนเกิดการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่นได้ ผ่านโปรแกรมการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพโดยชุมชนในการประเมินสภาพปัจจุบันและความเสี่ยงจากเหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรง ทั้งกับประชาชนทั่วไปและผู้บริหารที่มีอำนาจตัดสินใจในท้องถิ่นร่วมกับทางมหาวิทยาลัย ทีมผู้วิจัยจึงเห็นว่า ควรมีการพัฒนาแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนขึ้น โดยใช้หลักการที่เน้นการร่วมคิดร่วมทำแบบพันธมิตรและหุ้นส่วน เพื่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ภายใต้แนวคิดดังกล่าวจะเป็นการตอบโจทย์การสร้างสรรค์คุณค่าของมหาวิทยาลัยต่อสังคมได้อย่างยั่งยืน โดยพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัยเป็นพื้นที่ที่ไม่ห่างไกลจากมหาวิทยาลัยมากจนเกินไป เพื่อความสะดวกของนักศึกษาในการเข้าไปศึกษาเรียนรู้และปฏิบัติการ เจ้าของสถานประกอบการก็ให้ความสำคัญ และมีความเต็มใจในการเป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ส่วนใหญ่จะเป็นสถานประกอบการขนาดเล็กที่นักศึกษาสามารถเข้าไปเรียนรู้ถึงกระบวนการผลิต สรรวจและประเมินของเสีย ความเสี่ยงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากสถานประกอบการนั้นๆ ได้ ดังนั้นจึงเป็นที่มาในการจัดทำวิจัยเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนผ่านการบูรณาการระหว่าง 4 วิชาวิชา ได้แก่ การควบคุมกากอุตสาหกรรมและของเสียอันตราย การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ด้านอากาศ การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์ และวิชาการจัดการและบำบัดน้ำเสีย เพราะวิชาเหล่านี้ เป็น 4 วิชาหลักในวิชาชีพออนามัยสิ่งแวดล้อม ที่นักศึกษาต้องมีความรู้ให้รอบด้าน เพื่อใช้ในการประเมินและสำรวจด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อสถานประกอบการ ซึ่งถือเป็นการประสานงานกันให้ได้

ประโยชน์กันหลายฝ่าย ได้แก่ สถาบันการศึกษา สถานประกอบการ อาจารย์ นักศึกษา รวมถึงชุมชนที่สถานประกอบการเหล่านั้นตั้งอยู่

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในพื้นที่ตำบลแสนสุข โดยมีขั้นตอนต่อไปนี้ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผล (Reflection) ทุกกระบวนการจะดำเนินการร่วมกับผู้เกี่ยวข้องในชุมชน ได้แก่ ผู้นำชุมชน เจ้าหน้าที่ของเทศบาลตำบลแสนสุข ทีมอาจารย์จากวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข และ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขานามัยสิ่งแวดล้อม ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนในรายวิชา การควบคุมกากอุตสาหกรรมและของเสียอันตราย การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ด้านอากาศ การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์ และวิชาการจัดการและบำบัดน้ำเสีย เจ้าของสถานประกอบการ ผู้นำชุมชน เจ้าหน้าที่ของเทศบาลตำบลแสนสุข รวมจำนวน 50 คน เนื้อหาที่จะบูรณาการ ได้แก่ เนื้อหาในส่วนของ การสำรวจ ประเมิน และเก็บตัวอย่างน้ำเสีย มลพิษทางอากาศ การตรวจวัด แสง เสียง ความร้อน ที่เกิดจากกระบวนการผลิตและอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย สถานประกอบการจำนวน 3 แห่งในเขตตำบลแสนสุข ได้แก่ โรงงานขนมจีน โรงงานลูกชิ้น โรงงานหมูบั้ง และห้องปฏิบัติการนามัยสิ่งแวดล้อม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างความผูกพันในชุมชน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นตอนการวางแผนและเตรียมการ (Planning and preparation phase)
- 2) ขั้นตอนดำเนินการ (Action phase)
- 3) การสังเกต (Observation phase)
- 4) ขั้นการสะท้อนผล (Reflection phase)

ส่วนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างความผูกพันในชุมชน จำนวน 9 ข้อ มี มีลักษณะคำถามแบบเลือกตอบแบบ rating scale 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบ ดังนี้

เห็นด้วยมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
เห็นด้วยมาก	ให้ 4 คะแนน
เห็นด้วยปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
เห็นด้วยน้อย	ให้ 2 คะแนน
เห็นด้วยน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ย ในช่วงคะแนนดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
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

ความกว้างของอันตรภาคชั้นของค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.8 ซึ่งได้มาจากการคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ส่วนที่ 3 แบบประเมินความคิดเห็นต่อการทำงานเป็นทีมของนักศึกษา จำนวน 5 ข้อ มีลักษณะคำถามแบบเลือกตอบ rating scale 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบ ดังนี้

มีความพึงพอใจมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
มีความพึงพอใจมาก	ให้ 4 คะแนน
มีความพึงพอใจปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
มีความพึงพอใจน้อย	ให้ 2 คะแนน
มีความพึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ย ในช่วงคะแนนดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
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

ความกว้างของอันตรภาคชั้นของค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.8 ซึ่งได้มาจากการคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ส่วนที่ 4 แบบสัมภาษณ์การถอดบทเรียนผลลัพธ์ที่นักศึกษาได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความผูกพันในชุมชน ประกอบด้วยข้อคำถามปลายเปิด 2 คำถาม ได้แก่ 1) ท่านคิดว่าการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักศึกษาเข้าไปเรียนรู้กับสถานประกอบการจริง มีข้อดี ข้อเสียเป็นอย่างไร 2) มีอะไรบ้างที่ท่านอยากให้ปรับปรุงสำหรับปีการศึกษาต่อไป

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดย การหาความตรง (Validity) โดยนำเครื่องมือที่สร้างเสร็จเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมด้านภาษา ความสมบูรณ์ของคำถาม และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง โดยข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.66-1 ทั้งนี้แบบสอบถามไม่ได้มีการทดลองใช้ (Try out) เนื่องจากหากกลุ่มเป้าหมายที่มีความคล้ายคลึงกันได้ยากเพราะเป็นงานวิจัยในชั้นเรียน

ขั้นตอนการดำเนินการ

- 1) ศึกษาข้อมูลเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 2) ประสานงานกับเจ้าหน้าที่จากเทศบาลตำบลแสนสุข/ สถานประกอบการ เพื่อหารือในการร่วมกระบวนการวิจัย
- 3) ร่วมกันค้นหาปัญหาและวางแผนกิจกรรม (Plan) กับกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในชุมชนทั้งหมดโดยมุ่งเน้นประเด็นปัญหาที่ต้องแก้ไขเกี่ยวกับ น้ำเสีย กลิ่นเหม็น แสงสว่าง เสียงดัง และปัญหาอากาศของเสียอันตรายในสถานประกอบการ จำนวน 2 ครั้ง
- 4) ทีมนักศึกษาและอาจารย์เข้าไปสำรวจพื้นที่ และสำรวจปัญหาในสถานประกอบการ เพื่อยืนยันข้อมูลปัญหาร่วมกับสถานประกอบการ จำนวน 1 ครั้ง
- 5) ทีมนักศึกษาสรุปปัญหาและเสนอแนะวิธีการแก้ไขปัญหา
- 6) ทีมนักศึกษาค้นข้อมูลต่อเจ้าหน้าที่จากภาครัฐในพื้นที่ ผู้แทนชุมชน และสถานประกอบการ
- 7) ประเมินผลโครงการโดยวัดจากแบบประเมินและการสัมภาษณ์
- 8) สรุปผลการดำเนินงาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วและตรวจสอบแบบสอบถามแล้วผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลข้อมูล โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขานาอมัย สิ่งแวดล้อมแบบสร้างความผูกพันกับชุมชน โดยบูรณาการการเรียนการสอนในรายวิชา 4 รายวิชา ได้แก่ วิชาการควบคุมกากอุตสาหกรรมและของเสียอันตราย วิชาการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ด้านอากาศ วิชาการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์ และวิชาการจัดการและบำบัดน้ำเสีย สามารถเรียงเรียงขั้นตอนของรูปแบบออกมาได้ ดังนี้

- 1) **ขั้นตอนการวางแผนและเตรียมการ (Planning and preparation phase)**
 1. ประชุมคณะกรรมการบริหารหลักสูตร เพื่อพัฒนาแนวคิดและหลักการในการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างความผูกพันกับชุมชน โดยมีการบูรณาการร่วมกันระหว่างแต่ละรายวิชา
 2. ร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และผลลัพธ์ที่ต้องการของแต่ละรายวิชา ที่คาดหวังจาก

การจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน และกำหนดเป็นแนวทางให้นักศึกษาเรียนรู้

3. ตัวแทนทีมอาจารย์ลงพื้นที่ในตำบลแสนสุขเพื่อประสานงานกับเทศบาลและคัดเลือกสถานประกอบการที่มีความเหมาะสม และมีความเต็มใจในการให้นักศึกษาเข้าไปเรียนรู้ พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน

4. ทีมอาจารย์ผู้สอนร่วมกันกำหนดช่วงเวลาของแต่ละกิจกรรมเพื่อเตรียมการตั้งแต่วันที่ก่อนเปิดภาคการศึกษา

2) ขั้นตอนการ (Action phase)

1. อาจารย์ประธานรายวิชาของแต่ละรายวิชา แนะนำแนวคิด วัตถุประสงค์ และกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนให้กับนักศึกษาทราบในช่วงแรกของการเรียน

2. นักศึกษาแบ่งกลุ่มเพื่อจับฉลากสถานประกอบการ จากนั้นทำการกำหนดอาจารย์ที่ปรึกษาประจำกลุ่ม

3. จัดประชุมชี้แจงร่วมกันระหว่างทีมอาจารย์ของหลักสูตร นักศึกษา ผู้แทนเทศบาล ผู้แทนชุมชน และผู้แทนสถานประกอบการ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ และพูดคุยทำความเข้าใจกันระหว่างนักศึกษาและสถานประกอบการ รวมถึงนัดหมายในการลงพื้นที่ครั้งที่ 1 (รูปที่ 1)

4. ทีมนักศึกษาประชุมร่วมกันเพื่อวางแผนในการลงพื้นที่ของสถานประกอบการครั้งที่ 1 โดยนำเสนอแผนงานต่ออาจารย์ที่ปรึกษาประจำกลุ่มเพื่อให้คำปรึกษา

5. ทีมนักศึกษาและอาจารย์ร่วมลงพื้นที่ในแต่ละสถานประกอบการ ครั้งที่ 1 เพื่อทำการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น และนำข้อมูลที่ได้กลับมาวางแผนในการลงสำรวจครั้งที่ 2

6. ทีมนักศึกษาและอาจารย์ จัดประชุมคืนข้อมูลจากการสำรวจสถานประกอบการครั้งที่ 1 ให้กับผู้แทนเทศบาล ผู้แทนชุมชน และผู้แทนสถานประกอบการ โดยข้อมูลจะประกอบไปด้วยข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ และแผนการตรวจวัดในครั้งที่ 2 พร้อมรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากสถานประกอบการ เพื่อนำแผนกลับมาปรับปรุงให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์

7. ทีมนักศึกษาและอาจารย์ลงพื้นที่ ครั้งที่ 2 ในแต่ละสถานประกอบการ เพื่อทำการเก็บตัวอย่างและตรวจวัดคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัยตามแผนที่วางไว้ (รูปที่ 1)

8. นักศึกษาร่วมกันจัดทำรายงานสรุปและอภิปรายผลด้วยวิธีการนำตัวเอง (Self-directed learning) ภายใต้คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

9. ทีมนักศึกษาและอาจารย์คืนข้อมูลจากการสำรวจสถานประกอบการครั้งที่ 2 ให้กับ ผู้แทนเทศบาล ผู้แทนชุมชน และผู้แทนสถานประกอบการ โดยข้อมูลจะประกอบไปด้วยผลการตรวจวัดทางด้านสิ่งแวดล้อม และอาชีวอนามัย พร้อมรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากสถานประกอบการ เพื่อนำแผนกลับมาปรับปรุงรายงานให้สมบูรณ์



รูปที่ 1 การประชุมหารือกับสถานประกอบการ และการลงพื้นที่เพื่อทำการเก็บตัวอย่างและตรวจวัดคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมในสถานประกอบการ

3) ขั้นการสังเกต (Observation phase)

ทั้งนี้ในช่วงของขั้นดำเนินการ จะมีกระบวนการสังเกตของทีมอาจารย์ สอดแทรกเข้าไปด้วยในทุกขั้นตอนของการดำเนินการ และมีการนำข้อสังเกตมาปรับปรุงในช่วงการดำเนินการอยู่เสมอ เช่น การกำหนดให้มีการนำเสนอแผนการลงเก็บข้อมูลในสถานประกอบการก่อนที่จะลงพื้นที่จริง และมีการซ้อมการนำเสนอการคืนข้อมูลก่อนที่จะมีการคืนข้อมูลจริงในวันที่กำหนด เพื่อให้นักศึกษาได้รับทราบจุดแข็ง จุดอ่อนที่ต้องนำไปแก้ไขและปรับปรุงให้งานมีความสมบูรณ์มากขึ้น

4) ขั้นการสะท้อนผล (Reflection phase)

1. นักศึกษาทำแบบประเมินความพึงพอใจการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนการทำงานเป็นทีม รวมถึงตอบคำถามในการสัมภาษณ์
2. สถานประกอบการ เทศบาล และผู้แทนชุมชนทำแบบประเมินความพึงพอใจการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน
3. ทีมวิจัยสรุปและประเมินผลรูปแบบของระบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนในภาพรวม
4. ทีมวิจัยร่วมทบทวน กระบวนการพัฒนารูปแบบในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษาต่อไป

ผลลัพธ์ในการสร้างความผูกพันกับชุมชนกับการบูรณาการในรายวิชาของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม วัดผลจากความพึงพอใจของนักศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนของนักศึกษา (n=34)

รายละเอียดความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1. รูปแบบการจัดการเรียนการสอนช่วยกระตุ้นการเรียนรู้จริง ทำให้มีทักษะมากขึ้น	4.31	0.66	มากที่สุด
2. ลักษณะการจัดกิจกรรมในชุมชนและสถานประกอบการมีความเหมาะสม	4.00	0.78	มาก
3. วัตถุประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ปฏิบัติได้จริง	4.37	0.66	มากที่สุด
4. รายละเอียดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาในหลักสูตร	4.29	1.19	มากที่สุด
5. อาจารย์ที่ปรึกษามีบทบาทในการทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้ของกลุ่ม	4.66	0.49	มากที่สุด
6. ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสม	3.66	0.86	มาก
7. นักศึกษารับทราบบทบาทของตนเองและปฏิบัติได้เหมาะสม	4.26	0.52	มากที่สุด
8. ต้องการให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ในภาคการศึกษาต่อไป	4.46	0.49	มากที่สุด
9. รูปแบบกิจกรรมที่ต้องลงไปทำในชุมชนของแต่ละรายวิชามีความเหมาะสม	4.43	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจมากที่สุด 3 ลำดับแรก ในด้านอาจารย์ที่ปรึกษามีบทบาทในการทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้ของกลุ่ม (Mean= 4.66 S.D= 0.49) ต้องการให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ในภาคการศึกษาต่อไป (Mean= 4.46 S.D= 0.49) และ รูปแบบกิจกรรมที่ต้องลงไปทำในชุมชนของแต่ละรายวิชามีความเหมาะสม (Mean= 4.43 S.D= 0.52) สำหรับข้อที่นักศึกษามีความพึงพอใจต่ำที่สุด คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสม (Mean= 3.66 S.D= 0.86) ผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมของนักศึกษา สรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลสรุปแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมของนักศึกษา (n=34)

พฤติกรรมการทำงานเป็นทีม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1. สามารถร่วมกันวางแผนการดำเนินงานและกำหนดหน้าที่รับผิดชอบได้	4.29	0.55	มากที่สุด
2. สามารถร่วมกันดำเนินงานตามแผนงานที่กำหนดได้บรรลุตามเป้าหมาย	4.37	0.61	มากที่สุด
3. สามารถสื่อสารกันในกลุ่มได้ดี เพื่อให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพ	4.29	0.59	มากที่สุด
4. สามารถแบ่งปันความรู้ เสริมความคิดของกันและกันในการทำงานกลุ่มให้สำเร็จ	4.43	0.61	มากที่สุด
5. มีความเข้าใจและแสดงความเห็นอกเห็นใจสมาชิกในกลุ่ม เต็มใจช่วยงานและเสียสละ	4.37	0.60	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมของนักศึกษา มากที่สุด 3 ลำดับแรก ในด้านสามารถแบ่งปันความรู้เสริมความคิดของกันและกันในการทำงานกลุ่มให้สำเร็จ (Mean= 4.43 S.D= 0.61) สามารถร่วมกันดำเนินงานตามแผนงานที่กำหนดได้บรรลุตามเป้าหมาย (Mean= 4.37 S.D= 0.61) และ มีความเข้าใจและแสดงความเห็นอกเห็นใจสมาชิกในกลุ่ม เต็มใจช่วยงานและเสียสละ (Mean= 4.37 S.D= 0.60)

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในโครงการการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนของผู้ประกอบการ เทศบาล และผู้แทนจากชุมชนในพื้นที่ (n=5)

รายละเอียดความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1. กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน มีความเหมาะสมกับสถานประกอบการของท่าน	4.40	0.80	มากที่สุด
2. การได้รับประโยชน์จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน	4.40	0.80	มากที่สุด
3. นักศึกษาสามารถให้คำแนะนำในการจัดการปัญหาของชุมชนหรือสถานประกอบการได้	4.00	0.89	มาก
4. นักศึกษามีพฤติกรรมในการทำงานร่วมกับสถานประกอบการได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.80	มากที่สุด
5. ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.40	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้ประกอบการ ผู้แทนจากเทศบาล และผู้แทนจากชุมชนในพื้นที่ มีความพึงพอใจมากที่สุดเท่ากันในด้านกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน มีความเหมาะสมกับสถานประกอบการ (Mean= 4.40 S.D= 0.80) การได้รับประโยชน์จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน (Mean= 4.40 S.D= 0.80) นักศึกษามีพฤติกรรมในการทำงานร่วมกับสถานประกอบการได้อย่างเหมาะสม (Mean= 4.40 S.D= 0.80) ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสม (Mean= 4.40 S.D= 0.49) สำหรับข้อที่ผู้ประกอบการ ผู้แทนจากเทศบาล และผู้แทนจากชุมชนในพื้นที่ มีความพึงพอใจต่ำที่สุดในเรื่อง นักศึกษาสามารถให้คำแนะนำในการจัดการปัญหาของชุมชนหรือสถานประกอบการได้ (Mean= 4.00 S.D= 0.89)

จากผลการสัมภาษณ์ นักศึกษาทั้ง 34 คน ด้วยคำถามเชิงคุณภาพ 2 คำถาม นักศึกษาส่วนใหญ่ให้คำตอบใกล้เคียงกัน โดยผู้วิจัยได้แยกประเด็นสรุปตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

รูปแบบการจัดการกิจกรรมดี แต่การเก็บข้อมูลควรจะให้เก็บข้อมูลในความเป็นจริง เช่น เก็บข้อมูล 1 สัปดาห์แล้วก็ให้สามารถเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานได้จริง การกำหนดวันลงพื้นที่ล่วงหน้าเพื่อให้สถานประกอบการเตรียมตัว การประสานงานกับสถานประกอบการควรประสานงานกับเจ้าของกิจการโดยตรงเพื่อทำการอธิบายขั้นตอนที่นักศึกษาจะเข้าไปทำกิจกรรม เวลาที่ได้เข้าไปดำเนินการมีจำกัด ทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลไม่ได้เต็มที่อยากให้คัดเลือกสถานประกอบการที่สามารถเข้าไปศึกษาได้ทุกระบวนการและทุกขั้นตอน และอยากให้ทำตลอดปีการศึกษา

ความคิดเห็นในด้านผลลัพธ์

นักศึกษาอยากให้จัดกิจกรรมแบบนี้ในภาคเรียนต่อไป เพื่อให้รุ่นน้องได้ฝึกประสบการณ์การทำงานร่วมกับชุมชน เพราะเป็นกิจกรรมที่ดีที่ทำให้นักศึกษาได้ทำงานหรือลงพื้นที่จริง ได้เห็นกระบวนการต่างๆ ภายในชุมชนหรือสถานประกอบการจริง เกิดการทำงานเป็นทีม สมาชิกมีการวางแผนร่วมกัน ถึงว่าบางครั้งอาจจะมีส่วนที่ผิดพลาดบ้าง แต่ก็สามารถช่วยกันแก้ไขปัญหานั้นๆได้

วิจารณ์ผล

Community engagement คือขบวนการทำงานประสานร่วมกันผ่านกลุ่มบุคคลที่มีความสนใจที่คล้ายกัน หรือมีปัญหาที่คล้ายกันในการร่วมกันระบุปัญหาเพื่อนำไปแก้ไขให้เกิดความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น โดยมีหลักการว่าจะต้องมีความชัดเจนในกลุ่มประชากรที่จะสัมพันธ์ด้วย และกำหนดเป้าหมายที่จะดำเนินการร่วมกันให้ชัดเจน การประสานงานต้องเป็นในรูปแบบของการให้ชุมชนมีส่วนร่วม มีการสื่อสารไปกลับทั้งสองฝ่ายตลอดเวลา และพัฒนาโครงการมาจากแนวทางแก้ไข สุดท้ายจะต้องทำให้เกิดเป็นความสัมพันธ์ที่เรียกว่าความไว้วางใจ และนำไปสู่การปรับปรุงสุขภาพของประชาชน ลดความไม่เท่าเทียม เป็นนวัตกรรมที่ยั่งยืน และเกิดเป็นวัฒนธรรมใหม่ (Maurrasse, 2010) จากผลการศึกษาข้างต้น พบว่า รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชนในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาขึ้นมาเป็นครั้งแรกของหลักสูตร เพื่อเป็นการทดสอบว่าหากจะเน้นการเรียนการสอนที่ไม่ใช่อยู่ในห้องเรียน แต่ให้นักศึกษาได้ลงทำงานในพื้นที่จริง รูปแบบการเรียนการสอนจะต้องเป็นอย่างไร ซึ่งผลการวิจัยก็ทำให้เห็นว่ากระบวนการในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน ควรจะประกอบด้วย ขั้นตอนของการวางแผนและเตรียมการ ขั้นตอนการดำเนินการและสังเกต และขั้นตอนของการสะท้อนผลเพื่อเป็นการสื่อสารไปกลับทั้งสองฝ่ายตลอดเวลา เพราะทุกขั้นตอนมีความสำคัญที่จะทำให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างความผูกพันกับชุมชนประสบความสำเร็จ และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจในทัศนะของนักศึกษาให้คะแนนน้อยกว่าข้ออื่น คือ เรื่อง ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสม ซึ่งในข้อนี้เมื่อพิจารณาจากแผนการของแต่ละกิจกรรมก็พบว่า แต่ละรายวิชามีข้อจำกัดในการที่จะต้องปูพื้นฐานทางวิชาการให้นักศึกษาให้ครบถ้วนก่อน ถึงจะเริ่มให้นักศึกษาได้ลงพื้นที่ปฏิบัติการจริง ซึ่งจะเหลือเวลาในช่วงท้ายของเทอมประมาณ 2 สัปดาห์ ก่อนที่จะมีการคืนข้อมูลครั้งสุดท้าย ทำให้นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นวาระเวลาที่ได้น้อยเกินไป ในกรณีที่ผลการทดลองผิดพลาด ก็จะไม่มีความเพียงพอในการแก้ไข ดังนั้นส่วนใหญ่ผลจากแบบสอบถามจึงพึงพอใจในข้อนี้น้อยที่สุด ประกอบการข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ก็ตรงกันว่า ควรจะมีการปรับเพิ่มเวลาการลงพื้นที่ให้เหมาะสมกว่านี้ ซึ่งทางที่อาจารย์ก็จะได้นำกลับไปทบทวนแล้วปรับให้เหมาะสมมากขึ้นสำหรับใช้รูปแบบนี้ในภาคการศึกษาต่อไป

สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการ ผู้แทนจากเทศบาล และผู้แทนจากชุมชนในพื้นที่ พบว่า ในข้อคำแนะนำในการจัดการปัญหาของชุมชนหรือสถานประกอบการของนักศึกษายังมีความพึงพอใจน้อยกว่าข้ออื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจาก เป้าหมายของกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน ทางที่วิจัยต้องการที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเป็นหลัก และต้องการให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ในการทำงานในพื้นที่ที่เป็นสถานประกอบการจริง ไม่ใช่เพียงแค่เรียนในห้องเรียน ดังนั้น ในส่วนของข้อเสนอแนะที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาจึงยังอาจต้องใช้ประสบการณ์ในการทำงาน และการค้นคว้ามากกว่านี้ และเมื่อนักศึกษาพบปัญหาที่ไม่มีเวลาเพียงพอในการที่จะจัดทำโครงการมาแก้ไข เนื่องจากจบภาคการศึกษาพอดี ทางสถานประกอบการจึงอาจมีความพึงพอใจในด้านนี้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับข้ออื่น ทั้งนี้ ในการแก้ไขปัญหาสำหรับครั้งต่อไป ทางที่อาจารย์ผู้ประสานงานจะต้องทำการชี้แจงวัตถุประสงค์ให้สถานประกอบการเข้าใจว่าทางหลักสูตรต้องการอะไรจากสถานประกอบการ และผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาเป็นอย่างไร เพื่อให้มีความเข้าใจที่

ตรงกันทั้งสองฝ่าย หากทางสถานประกอบการมีความต้องการให้นักศึกษาเข้าไปแก้ไขปัญหาให้ ก็อาจต้องแจ้งความประสงค์มาที่หลักสูตรอีกครั้ง เพื่อจะได้วางแผนให้กับนักศึกษารุ่นถัดไปได้หยิบประเด็นปัญหามาแก้ไข หรือส่งต่อไปยังนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่มีการเรียนในรายวิชาการวิจัยด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมต่อไป ประเด็นที่สำคัญประการหนึ่งในการที่จะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนและสถาบันการศึกษาให้มี ประสิทธิภาพ คือ แนวทางการดำเนินการสร้างและรักษาความสัมพันธ์ระหว่างสถาบันกับชุมชนที่ต้องตอบโจทย์ ความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง และมีกลยุทธ์ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงเพื่อการสร้างและรักษาความสัมพันธ์ (ชุตินา เกศดา ยุรัตน์, 2555)

สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อมเพื่อสร้างความผูกพันกับชุมชน โดยบูรณาการกิจกรรมงานกลุ่มในรายวิชา จำนวน 4 รายวิชา ได้แก่ วิชาการควบคุมกากอุตสาหกรรมและของเสียอันตราย การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ด้านอากาศ การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์ และวิชาการจัดการและบำบัดน้ำเสีย มีสถานประกอบการเข้าร่วม จำนวน 3 แห่ง ได้แก่ โรงงานขนมจีน โรงงานลูกชิ้น และ โรงงานหมูปิ้ง ซึ่งทั้ง 3 แห่ง ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ของตำบลแสนสุข อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี รูปแบบของระบบการจัดการเรียนการสอนแบ่งเป็น 3 ช่วงคือ ช่วงการวางแผนและการเตรียมการ ช่วงการดำเนินการและการสังเกต และขั้นตอนสะท้อนผล ซึ่งถือเป็นรูปแบบหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความผูกพันในชุมชนโดยเน้นการบูรณาการในรายวิชาและสถานประกอบการ ส่งผลให้นักศึกษามีพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมมากขึ้น และสามารถร่วมกันดำเนินงานตามแผนงานที่กำหนดได้บรรลุตามเป้าหมาย นักศึกษาต้องการให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ในภาคการศึกษาต่อไป แต่ควรปรับระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมให้มีความเหมาะสมมากกว่านี้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และขอขอบคุณ สถานประกอบการทั้ง 3 แห่ง ในเขตเทศบาลตำบลแสนสุข ที่ให้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการให้ข้อมูล และอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชุตินา เกศดา ยุรัตน์. การบริหารความสัมพันธ์เชิงบูรณาการผ่านการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างชุมชนกับชุมชนกับสถาบันอุดมศึกษาเอกชน. ในวารสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ ประจำปี 2555: วิเคราะห์ภาพอนาคตของประชาคมอาเซียน 2015-2020; 25 พฤษภาคม 2555; วิทยาเขตกล้วยน้ำไท. หน้า 3-12.

ชิรวัดน์ นิจนตร. บทบาทของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีกับการรับใช้สังคม. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต 2559 กรกฎาคม-ธันวาคม; 12(2) : 193-226.

- สถาบันคลังสมองของชาติ. 2561. กรณีตัวอย่างตัวชี้วัดการทำงานวิชาการเพื่อสังคมระดับสถาบันในต่างประเทศ แหล่งข้อมูล: <http://www.knit.or.th/web/?p=33707> ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2562.
- Benneworth, P., Charles, D., Hodgson, C., & Humphrey, L. 2013. The relationship of community engagement with universities' core missions. *University engagement with socially excluded communities*, 85-101.
- Bernardo, M. A. C., Butcher, J., & Howard, P. 2014. The leadership of engagement between university and community: Conceptualizing leadership in community engagement in higher education. *International Journal of Leadership in Education*, 17(1), 103-122.
- Clifford, D., & Petrescu, C. 2012. The keys to university–community engagement sustainability. *Nonprofit Management and Leadership*, 23(1), 77-91.
- Gruber, J. S., Rhoades, J. L., Simpson, M., Stack, L., Yetka, L., & Wood, R. 2017. Enhancing climate change adaptation: strategies for community engagement and university–community partnerships. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 7, 10-24.
- Maurrasse DJ. Standards of practice in community engagement. In Fitzgerald HE, Burack C, Seifer SD, editors. *Handbook of engaged scholarship: Contemporary landscapes, future directions: Vol. 2. Community–campus partnerships*. East Lansing, MI: Michigan State University Press; 2010, p. 223–233.

การศึกษาแผนที่การกระจายตัวของคลอฟีนาเพอร์ในดินโดยใช้เทคนิคไมโคร
เอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ กรณีศึกษาแปลงค่น้ำ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

A Study on the distribution of chlorfenapyr mapping in soil using
micro-X-ray fluorescence spectroscopy :A case study of *Brassica
oleracea var.alboglabra* Kamphaeng Saen District Nakhon Pathom
Province

วัชรีย์ ต้อยแก้ว^{1*} รัตนะ บุลประเสริฐ^{2*} จิรทยา เร่มมนตรี² ไพยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์³

Whatcharee Toikaew^{1*} Rattana Boonprasert^{2*} Jirataya Roemmontri² Piyarat Vijuksungsith³

¹สาขาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถ.พุทธมนทลสาย 4 ต.

ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

²คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถ.พุทธมณฑลสาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

³นักวิจัย, ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง (ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ) คณะเกษตร กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹Environmental Management and Technology, Faculty of environment and resource studies

Mahidol university 999 Phuttamonthon 4 Road, Salaya, Nakhon Pathom 73170

²Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Nakhon Pathom, 73170, Thailand

³Researcher, Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Academic Service Center,

Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,

Nakhon Pathom, 73140, Thailand

*Corresponding author E-mail whatcharee.toi@gmail.com, rattana.boonprasert@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์หรือ micro X-ray fluorescence spectroscopy (μ -XRF) ศึกษาและจัดทำแผนที่การกระจายตัวของสารกำจัดศัตรูพืชชนิดคลอฟีนาเพอร์ในดินของพื้นที่ปลูกค่น้ำ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ศึกษาการกระจายตัวของคลอรีนที่เป็นส่วนประกอบหลักของส่วนผสมของสารกำจัดศัตรูพืชคลอฟีนาเพอร์ จากตัวอย่างดินปลูกค่น้ำเพื่อตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของธาตุคลอรีน ผลการศึกษาพบว่าการกระจายตัวของคลอรีนบริเวณบนผิวดินมากกว่าแนวตั้งของดินปลูกค่น้ำ และความเข้มข้นของคลอรีนบริเวณผิวดินค่น้ำมีความเข้มข้นมากกว่าบริเวณแนวตั้ง โดยการกระจายของคลอรีนจะสูงเมื่อความเข้มข้นของคลอฟีนาเพอร์เพิ่มขึ้น ดังนั้นสามารถใช้การกระจายตัวของสารกำจัดศัตรูพืชชนิดคลอฟีนาเพอร์เป็นดัชนีคุณลักษณะเพื่อเป็นข้อมูลการคาดการณ์เพื่อลดการแพร่กระจาย การปนเปื้อน และการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพและถูกต้อง

คำสำคัญ : สารกำจัดศัตรูพืช คลอฟีนาเพอร์ คลอรีน เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ ดินปลูกค่น้ำ

Abstract

The aim of the research was to use to apply micro X-ray fluorescence spectroscopy (μ -XRF) to study and map the distribution of chlorfenapyr pesticides in soil growing Brassica oleracea var. alboglabra farms in Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom. The micro-X-ray fluorescence technique was used to study the distribution of chlorine, which is the main component mixed in chlorfenapyr pesticides from samples of soil growing Brassica oleracea var. alboglabra to determine the distribution pattern of elemental chlorine by using the method of tracking the distribution of Chlorine (Cl), which is the main component of the pesticide mixture chlorfenapyr in soil from Brassica oleracea var. alboglabra to examine the distribution pattern of chlorine. Results found that there was the distribution of Cl both on the soil surface was greater than on vertical soil and the concentration of chlorine on the surface of the soil was more intense than the vertical. The distribution of chlorine is high when the concentration of chlorfenapyr is increased. Therefore, it can be used the distribution of pesticides chlorfenapyr as a characterization index as predictive data for efficient and accurate reduction in the spread, contamination, and environmental management.

Keywords : Pesticide, Chlorfenapyr, Chlorine (Cl), Micro X-ray fluorescence spectroscopy (μ -XRF), Soil growing Brassica oleracea var. alboglabra

บทนำ

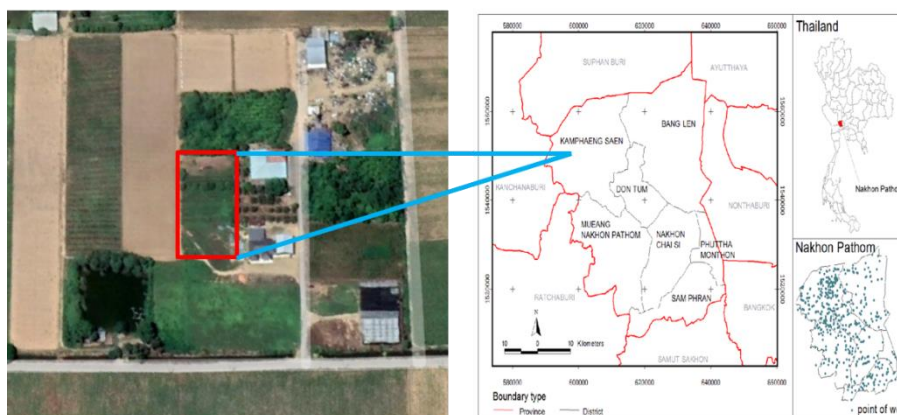
ประเทศไทยเป็นที่รู้จักด้านการทำเกษตรกรรมและมีลักษณะภูมิประเทศที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยปัจจุบันเกษตรกรไทยส่วนใหญ่พึ่งพาการทำเกษตรแบบใช้สารเคมี เช่น สารกำจัดศัตรูพืช เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายต่อผลผลิต ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้นคุ้มค่ากับการลงทุนและประหยัดเวลา สถานการณ์การใช้สารกำจัดศัตรูพืชทั่วโลก ประเทศไทยติด 1 ใน 10 ประเทศที่มีปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืช (ThaiPAN 2021) และคาดว่าแนวโน้มการใช้สารกำจัดศัตรูพืชทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น (Benbouzid, Berrebbah 2015) ซึ่งคลอพินาเพอร์เป็นสารกำจัดศัตรูพืชถูกสังเคราะห์หลังจากแยกสารพิษออกจากแบคทีเรีย *Streptomyces fumanus* actinomycete โดย American Cyanamid (Leonard N.D.) ที่นิยมใช้กันโดยเกษตรกรในการควบคุมศัตรูพืช (Xu, Xu et al. 2022) และประเทศไทยมีการนำเข้าเพิ่มมากขึ้นทุกปี (Agriculture 2019) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่ค่อนข้างอันตรายซึ่งมีความเสี่ยงสูง ความสามารถในการละลายต่ำ ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ (WHO 2017) ความดันไอสูง (Yang, Luo et al. 2020) และเป็นสารกำจัดศัตรูพืชชนิดแทรกซึม แบบถูกตัวตายและกินตาย (Leonard N.D.) และมี

รายงานพบสารตกค้างของคลอไพนาเพอร์ในผักคะน้า (Network 2019) คะน้าเป็นผักที่ปลูกง่ายตลอดทั้งปีและเป็นพืชที่นิยมนำมาประกอบอาหารไทยและจังหวัดนครปฐมมีพื้นที่การปลูกคะน้ามากที่สุดในประเทศไทย (Information 2019) ซึ่งการใช้สารกำจัดศัตรูพืชมีเพียง 0.1% ที่ใช้บรรลุเป้าหมายส่วน 99.9% จะปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม (Pimentel 1995) และสารกำจัดศัตรูพืชบางชนิดที่ฉีดพ่นผลผลิตจะยังคงอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกและบางชนิดจะเข้าสู่ดิน น้ำ อากาศ สุขภาพของเกษตรกร ผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่ากังวลอย่างยิ่ง (Lefrancq, Imfeld et al.2013) (Zhang, Hu et al. 2016) (Sujatha, Sahoo et al. 2021) ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิค micro X-ray fluorescence spectroscopy เป็นเทคนิคที่เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้ในการศึกษาองค์ประกอบในตัวอย่าง (SLRI 2019) (Majumdar, Peralta-Videa et al.2012) หรือรูปแบบขององค์ประกอบที่มีอยู่แตกต่างกัน (Donner, Howard 2011) และมีความแม่นยำ นอกจากนี้วิธีการเตรียมตัวอย่างไม่ยุ่งยาก และไม่ทำลายคุณสมบัติของตัวอย่าง สามารถศึกษาการกระจายตัวของธาตุในตัวอย่างที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (SLRI 2019) (Haschke 2014) ก่อนหน้านี้มีการศึกษาการสะสมของสารหนูในดินและพืชโดยการถ่ายภาพสเปกโตรสโกปีเอ็กซ์เรย์ไมโครเอ็กซ์เรย์ (Neidhardt, Kramar et al.2015) ใช้เทคนิคศึกษาการกระจายตัวของธาตุที่ปนเปื้อนในดิน (Itabashi, Hashimoto et al.2019) ใช้เทคนิค Micro X-ray fluorescence spectroscopy ศึกษาการกระจายทองแดงของดินในไร่ร่องุ่น (Jacobson, Dousset et al.2007) และการศึกษาการกระจายตัวของตะกั่วในดิน (Harnpicharnchai, Chaiear et al. 2013) ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาแผนผังการกระจายตัวของคลอรีนที่เป็นองค์ประกอบหลักของคลอไพนาเพอร์ที่เป็นสารกำจัดศัตรูพืช ในตัวอย่างดินคะน้า อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยใช้เทคนิค micro X-ray fluorescence spectroscopy

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้จะดำเนินการเก็บตัวอย่างของดินจากแปลงคะน้า อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (14°04'44.06"N 99°54'49.62"E) โดยพื้นที่เก็บตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 1 โดยใช้วิธีการเก็บแบบสุ่ม โดยใช้ตัวอย่างเครื่องมือเก็บตัวอย่างคือ Soil core sampler เป็นช่วงระยะเวลาก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต จำนวน 6 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-5 ซม. ก่อนหน้านี้ได้มีศึกษาการกระจายตัวของธาตุตัวอย่างดินที่ระดับความลึกไม่เกิน 5 ซม. เพื่อกำหนดการกระจายของทองแดงบนผิวดิน (Neidhardt, Kramar et al.2015) และได้มีศึกษาพื้นผิวดินเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างจากการปลูกผัก (Harnpicharnchai, Chaiear et al. 2013) เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นเตรียมตัวอย่างดินคะน้าผิวดินขนาด 0.5×0.5 ซม. (เซนติเมตร) (Neidhardt, Kramar et al.2015) และแนวตั้งขนาด 1×1 ซม. โดยดินคะน้าที่มีคลอไพนาเพอร์แตกต่างกัน และนำดินคะน้าไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค μ -XRF สถานีทดลองระบบลำแสงที่ BL6b: micro X-ray fluorescence spectroscopy ที่สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย μ -XRF เป็น

เทคนิคที่เป็นที่ยอมรับซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการวิเคราะห์ธาตุ ข้อมูลของ μ -XRF ในการทดลองครั้งนี้ พลังงานรังสีเอ็กซ์ 2-10 keV (กิโลอิเล็กตรอนโวลต์) ขนาดของลำแสงซินโครตรอน 30 ไมครอน และตรวจจับรังสีเอ็กซ์ที่มีความละเอียดพลังงาน 139 keV วัดตัวอย่างในอากาศ โดยตัวอย่างจะตั้งฉากกับลำแสงซินโครตรอน และกำหนดค่าต่างๆของตัวอย่างตามความเหมาะสม ดังตารางที่ 1 หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกนำวิเคราะห์ผลการทดลองโดย PyMca เวอร์ชัน 5.3.1 (Solé and Papillon 2004) เพื่อดูแผนที่การกระจายตัวของคลอรีน

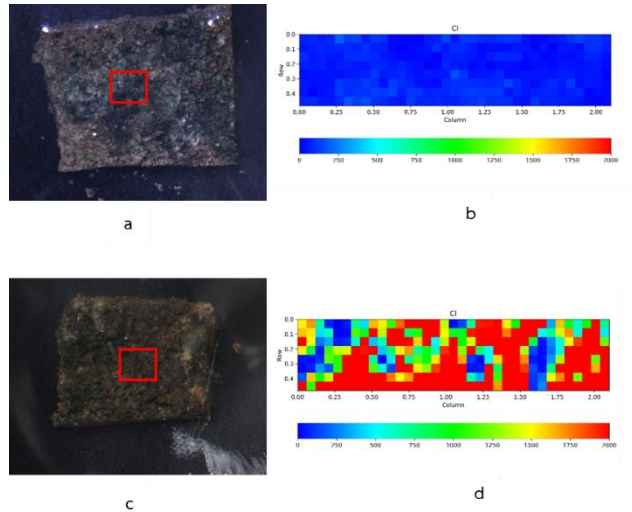


ภาพที่ 1 แปลงคณน้ำ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (ที่มา: Google Earth)

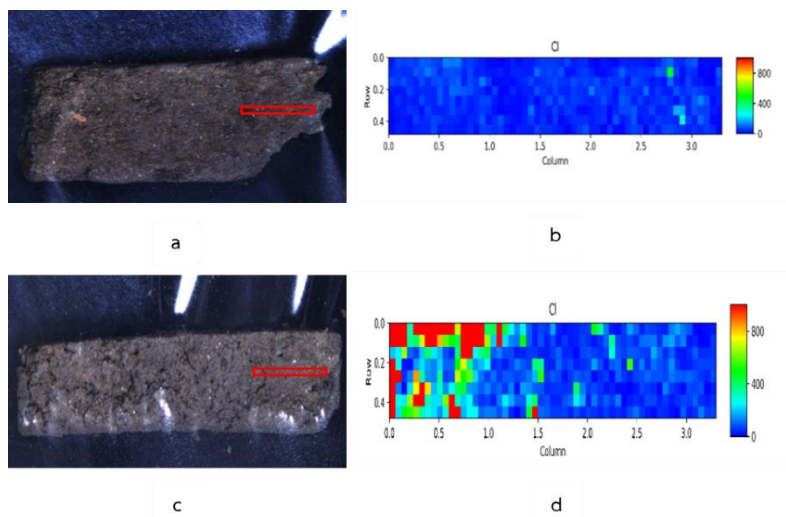
ผลการวิจัย

จากการศึกษาของการใช้เทคนิค micro X-ray fluorescence spectroscopy ดูการกระจายของคลอฟีนาเพอร์และทำการวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างเพื่อทำแผนภาพการกระจายตัวของธาตุโดยใช้โปรแกรม PyMca พบว่ามีธาตุที่เป็นส่วนประกอบของคลอฟีนาเพอร์ในกระตาขรองดังนี้ คลอรีน (Cl) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) เหล็ก (Fe) และ โบรมีน (Br) ที่แสดงผลจากเส้นโค้งที่สูงสุดที่พลังงานรังสีเอ็กซ์ของธาตุคือ คลอรีน 2.622 keV โพแทสเซียม 3.313 keV แคลเซียม 3.690 keV เหล็ก 6.404 keV และพลังงานลำแสง และ โบรมีน 11.924 keV ซึ่งคลอรีนเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักในส่วนผสมของสารกำจัดศัตรูพืชคลอฟีนาเพอร์ และผลการศึกษาแผนภาพการกระจายตัวของคลอรีนในดินคณน้ำบริเวณผิวดินและแนวตึงที่มีคลอฟีนาเพอร์แตกต่างกัน โดยมีช่วงสเปกตรัมตั้งแต่ฟิสิกเซลสีน้ำเงินเข้ม(ความเข้มต่ำสุด)ไปจนถึงฟิสิกเซลสีแดง(ความเข้มสูงสุด) พบว่าแผนภาพการกระจายตัวของคลอรีนบนผิวดินของดินคณน้ำแสดงสเปกตรัมในช่วงฟิสิกเซลสีน้ำเงินเข้มแสดงดังภาพที่ 2a และ 2b และดินคณน้ำที่เพิ่มคลอฟีนาเพอร์แสดงสเปกตรัมในช่วงฟิสิกเซลสีน้ำเงินเข้มถึงฟิสิกเซลสีแดง แสดงดังภาพที่ 2c และ 2d ส่วนบริเวณแนวตึงของดินคณน้ำแสดงสเปกตรัมในช่วงฟิสิกเซลสีน้ำเงินเข้มจนถึงฟิสิกเซลสีเขียว แสดงดังภาพที่ 3a และ 3b และดินคณน้ำที่เพิ่มคลอฟีนาเพอร์แสดงสเปกตรัมในช่วงฟิสิกเซลสีน้ำเงินเข้มและฟิสิกเซลสีแดง แสดงดังภาพที่ 3c และ 3d จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบแผนภาพการกระจายตัวของคลอรีนพบว่าการกระจายตัวบริเวณผิวดินมีการกระจายของคลอรีนมากกว่าบริเวณแนวตึงและผลก่อนหน้านี้นี้บ่ง

บอกว่าคลอฟีนาเพอร์สลายตัวช้าในดิน (Albers, Klein et al. 2006) และดินค่น้ำที่มีการเพิ่มคลอฟีนาเพอร์เข้าไปจะมีความเข้มข้นของคลอรีนที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนจากแผนภาพการกระจาย ดังนั้นพื้นที่การปลูกค่น้ำที่ใช้คลอฟีนาเพอร์สะสมบริเวณผิวดินมากกว่าบริเวณแนวตั้ง สามารถใช้เป็นตัวชี้ลักษณะเฉพาะของกลุ่มสารกำจัดศัตรูพืชคลอฟีนาเพอร์ในตัวอย่าง



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของคลอรีน a) ผิวดินของดินค่น้ำ b) การกระจายตัวของคลอรีนบริเวณผิวดินของดินค่น้ำ c) ผิวดินของดินค่น้ำที่เพิ่มคลอฟีนาเพอร์ และ d) การกระจายตัวของคลอรีนบริเวณผิวดินของดินค่น้ำที่เพิ่มคลอฟีนาเพอร์



ภาพที่ 3 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของคลอรีน a) แนวตั้งของดินค่น้ำ b) การกระจายตัวของคลอรีนบริเวณแนวตั้งของดินค่น้ำ c) แนวตั้งของดินค่น้ำที่เพิ่มคลอฟีนาเพอร์ และ d) การกระจายตัวของคลอรีนบริเวณแนวตั้งของดินค่น้ำที่เพิ่มคลอฟีนาเพอร์

วิจารณ์ผล

งานวิจัยนี้เป็นการใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโทรสโกปีศึกษาการกระจายตัวของคลอฟีนาเพอร์บริเวณผิวดินและแนวตั้งของดินคະນ້າที่มีคลอฟีนาเพอร์แตกต่างกัน เพื่อดูแนวโน้มลักษณะการกระจายตัวของธาตุเชิงคุณภาพ ผลการศึกษาบริเวณผิวดินของดินคະນ້ามีการกระจายตัวและความเข้มของคลอรีนมากกว่าบริเวณแนวตั้ง ดังนั้นจึงบ่งชี้ว่าการกระจายตัวของคลอฟีนาเพอร์ในบริเวณของดินคະນ້าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มชั้นของคลอฟีนาเพอร์เพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มของคลอฟีนาเพอร์สะสมบริเวณผิวดินมากกว่าแนวตั้ง และคลอฟีนาเพอร์จะจับกับอนุภาคของดินอย่างแน่นหนา ซึ่งก่อนหน้านี้มีการศึกษาความเป็นพิษของคลอฟีนาเพอร์มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ Benbouzid and Berrebbah (2015) สัตว์ปีก Albers et al. (2006) ความเสี่ยงต่อสุขภาพ Tharakanath et al. (2013) รวมถึงส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม จากการทำแผนที่การกระจายของคลอรีนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในส่วนผสมของสารกำจัดศัตรูพืชคลอฟีนาเพอร์ แสดงให้เห็นว่าเทคนิค μ -XRF นี้สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูง ก่อนหน้านี้มีการใช้เทคนิคศึกษาองค์ประกอบของดินในพื้นที่เกษตรกรรม Hussain et al. (2021) และเหมาะสมกับงานด้านสิ่งแวดล้อมหรือด้านอื่นๆเช่น ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่นๆ ตัวอย่างเช่น เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี (ASS) สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่าง Adolfo and Nasciment (2019) แต่ไม่สามารถทำแผนที่เพื่อดูองค์ประกอบของตัวอย่างได้ นี่เป็นการพิสูจน์ว่าเทคนิค μ -XRF เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาองค์ประกอบของตัวอย่าง

สรุปผล

ดังนั้นจากงานวิจัยใช้เทคนิคไมโครเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโทรสโกปี ศึกษาการกระจายตัวของคลอฟีนาเพอร์บริเวณผิวดินและแนวตั้งของดินคະນ້า อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพมีความแม่นยำสูง วิธีการเตรียมตัวอย่างทำได้รวดเร็ว ง่าย และไม่ทำลายคุณสมบัติของตัวอย่าง สามารถประเมินการกระจายตัวของคลอฟีนาเพอร์ในเชิงคุณภาพที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบหลักในส่วนผสมของสารกำจัดศัตรูพืชได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ ซึ่งผิวดินของดินคະນ້ามีการกระจายตัวและความเข้มของคลอรีนมากกว่าบริเวณแนวตั้ง ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์ในการระบุพื้นที่ที่มีสารกำจัดศัตรูพืชคลอฟีนาเพอร์ในดินของพื้นที่เกษตรกรรม สามารถใช้เป็นข้อมูลการคาดการณ์เพื่อลดการแพร่กระจาย การปนเปื้อน และการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพและถูกต้อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และนักวิทยาศาสตร์สถานีทดลองระบบลำแสงที่ 6 (BL6b: Micro-X-ray Fluorescence) จังหวัดนครราชสีมา สำหรับทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Agriculture, P.a.A.C.D.o. 2019. *Information on the import of agricultural pesticides in 2019*. Available from: https://www.doa.go.th/ard/?page_id=386. Accessed May.1,2019.
- Albers, P. H., Klein, P. N., Green, D. E., Melancon, M. J., Bradley, B. P., Noguchi, G. J. E. T., & Journal, C. A. I. (2006). Chlorfenapyr and mallard ducks: overview, study design, macroscopic effects, and analytical chemistry. *25*(2), 438-445.
- Benbouzid, H., H. Berrebbah, and M.J.A.i.E.B. Djebar, *Toxicity of the chlorfenapyr: growth inhibition and induction of oxidative stress on a freshwater protozoan: Paramecium sp.* 2015. **9**(3): p. 281-285.
- Donner, E., Howard, D. L., Jonge, M. D. d., Paterson, D., Cheah, M. H., Naidu, R., & Lombi, E. (2011). X-ray Absorption and Micro X-ray Fluorescence Spectroscopy Investigation of Copper and Zinc Speciation in Biosolids. *Environmental Science & Technology*, *45*(17), 7249-7257. doi:10.1021/es201710z
- Harnpicharnchai, K., N. Chaiear, and L. Charentanyarak, *Residues of organophosphate pesticides used in vegetable cultivation in ambient air, surface water and soil in Bueng Niam Subdistrict, Khon Kaen, Thailand*. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 2013. **44**: p. 1088-97.
- Haschke, M. J. S. S. S. S. (2014). Laboratory micro-X-ray fluorescence spectroscopy. *55*.
- Hussain, S. I., Phillips, L. A., Hu, Y., Frey, S. K., Geuder, D. S., Edwards, M., . . . Blowes, D. W. (2021). Differences in phosphorus biogeochemistry and mediating microorganisms in the matrix and macropores of an agricultural clay loam soil. *Soil Biology and Biochemistry*, *161*, 108365. doi:<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108365>
- Information Technology and Communication center, D.o.A.E. 2019. *Information on the situation of kale cultivation by province 2017* Available from: <http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/rortor/veget/17.pdf>. Accessed Aug.13,2019.
- Itabashi, T., Li, J., Hashimoto, Y., Ueshima, M., Sakanakura, H., Yasutaka, T., . . . Hosomi, M. (2019). Speciation and Fractionation of Soil Arsenic from Natural and Anthropogenic Sources: Chemical Extraction, Scanning Electron Microscopy, and Micro-XRF/XAFS Investigation. *Environmental Science & Technology*, *53*(24), 14186-14193. doi:10.1021/acs.est.9b03864

- Jacobson, A. R., Dousset, S., Andreux, F., & Baveye, P. C. (2007). Electron Microprobe and Synchrotron X-ray Fluorescence Mapping of the Heterogeneous Distribution of Copper in High-Copper Vineyard Soils. *Environmental Science & Technology*, 41(18), 6343-6349. doi:10.1021/es070707m
- Lefrancq, M., Imfeld, G., Payraudeau, S., & Millet, M. (2013). Kresoxim methyl deposition, drift and runoff in a vineyard catchment. *Science of The Total Environment*, 442, 503-508. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.09.082
- Leonard, P.K. N.D. *CHLORFENAPYR, A NOVEL IPM COMPATIBLE RESISTANCE MANAGEMENT TOOL FOR FRUIT PRODUCTION*. Available from: https://www.actahort.org/books/525/525_30.htm.
- Majumdar, S., Peralta-Videa, J. R., Castillo-Michel, H., Hong, J., Rico, C. M., & Gardea-Torresdey, J. L. (2012). Applications of synchrotron μ -XRF to study the distribution of biologically important elements in different environmental matrices: A review. *Analytica Chimica Acta*, 755, 1-16. doi:https://doi.org/10.1016/j.aca.2012.09.050
- Neidhardt, H., Kramar, U., Tang, X., Guo, H., & Norra, S. (2015). Arsenic accumulation in the roots of *Helianthus annuus* and *Zea mays* by irrigation with arsenic-rich groundwater: Insights from synchrotron X-ray fluorescence imaging. *Geochemistry*, 75(2), 261-270. doi:https://doi.org/10.1016/j.chemer.2015.04.001
- Network, T.P.A. 2019. *Results of the random pesticide residue test in fruits and vegetables in 2019*. Available from: <http://www.thaipan.org/tags/vegetable-test-results>. Accessed Oct.26,2019
- Pimentel, D.J.J.o.A. and e. *Ethics, Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics*. 1995. 8(1): p. 17-29.
- Sarkar, S., Gil, J. D. B., Keeley, J., & Jansen, K. (2021). *The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food*: European Union.
- SLRI. (2019). "What is Synchrotron Light. What is Synchrotron Light.". Available from https://www.slri.or.th/en_web/what-is-synchrotron-light.html. Accessed Mar.20, 2019.
- Solé, V. and E. Papillon, *PyMCA-X-Ray Spectrum Analysis in Python*. 2004, NoBUGS.
- Sujatha, B., S. Sahoo, and V. Kumar, *Effect of Pesticides on Soil Health*. 2021.
- ThaiPAN) .2021.(Where does Thailand rank in the world for pesticide usage?. Available from: <https://thaipan.org/highlights/2426>. Accessed Jan.15, 2022.

- Tharaknath, V. R., Prabhakar, Y., Kumar, K. S., & Babu, N. K. J. A. o. I. A. o. N. (2013). Clinical and radiological findings in chlorfenapyr poisoning. *16*(2), 252.
- WHO. (2017). WHO SPECIFICATIONS AND EVALUATIONS FOR PUBLIC HEALTH PESTICIDES. Available from https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/vcp-documents/WHOVC-SP_Chlorfenapyr_2017.pdf. Accessed Apr.18,2019
- Xu, F., Xu, D., Hu, M., Chen, L., Xu, C., Zha, X. J. F. A., & A, C. P. (2022). Dissipation behaviour, residue analysis, and dietary safety evaluation of chlorfenapyr on various vegetables in China. *39*(4), 724-739.
- Yang, J., Luo, F., Zhou, L., Sun, H., Yu, H., Wang, X., . . . Chen, Z. (2020). Residue reduction and risk evaluation of chlorfenapyr residue in tea planting, tea processing, and tea brewing. *Science of The Total Environment*, *738*, 139613. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139613>
- Zhang, C., Hu, R., Huang, J., Huang, X., Shi, G., Li, Y., . . . Chen, Z. (2016). Health effect of agricultural pesticide use in China: implications for the development of GM crops. *Scientific Reports*, *6*(1), 34918. doi:10.1038/srep34918

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบกระถินและใบน้อยหน่า สำหรับกำจัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4

The development of powdered products from acacia leaves and
custard apple leaves for the eradication of mosquito larvae, phase 4

หิรณวดี สุวิบูรณ์^{1*} รอฮานา ฮะปาน² ฮารีฟะ เจดมาน³ กามีละห์ แวกาจิ⁴

Hirunwadee Suvi boon^{1*} Rohana Hahpan² Hareefah Ngedman³. Kamiilah Weakaji⁴

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ต.เขารูปช้าง อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา 90000

¹ Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University Tambon Khoa-Roob-Chang ,
Muang District , Songkhla 90000

*Corresponding author E-mail: Hirunwadee.su@skru.ac.th

บทคัดย่อ

ยุงลายเป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออกนับเป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุข ปัจจุบันมีการนำสารสกัดจากพืชหลายชนิดมาใช้ในการกำจัด เพื่อทดแทนสารเคมีเนื่องจากสลายตัวได้ง่ายและไม่มีฤทธิ์ตกค้างในสิ่งแวดล้อม การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบกระถิน แบบผสม (1:1) และใบน้อยหน่า ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 รวมถึงศึกษาผลกระทบของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำโดยใช้ปลาหางนกยูง ผลการศึกษาพบว่าที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ ดีกว่าระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่ 12 ชั่วโมง ซึ่งความเข้มข้นของสารสกัดสัมพันธ์กับประสิทธิภาพโดยผลิตภัณฑ์ชนิดผงความเข้มข้นร้อยละ (W/V) 5.00 จากใบกระถิน มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายสูงกว่าแบบผสม (1:1) และใบน้อยหน่าร้อยละ 89.32, 64.00 และ 45.32 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายของผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบกระถินดีกว่าแบบผสม (1:1) และใบน้อยหน่า โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับผลการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ โดยเติมผลิตภัณฑ์ชนิดผงทั้ง 3 สูตร คือ สูตรใบกระถิน สูตรแบบผสม (อัตราส่วนผงใบกระถินต่อใบน้อยหน่า เท่ากับ 1:1) และสูตรใบน้อยหน่า ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5.00 ลงไปในน้ำ พบว่าค่า pH ของน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และสังเกตพบปลาหางนกยูงไม่ตายในชุดทดสอบ ที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์ชนิดผง ใบกระถิน ใบน้อยหน่า ลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4

Abstract

Aedes mosquitoes are a carrier of dengue fever, which is considered an important health problem. Currently, many plant extracts are used for disposal. To replace chemicals because they are easily disintegrated and do not have residual effects in the environment. The objective of this research was to study the efficiency of powdered products from Acacia leaves, mixed form (1: 1) and custard apple in the eradication of Phase 4 mosquito larvae by using powdered products, including the study of the effect of products on aquatic organisms using guppy fish. The results showed that at 24 hours of action the mosquito larvae were more effective than the 12 hours. which the concentration of the extracts was related to the efficiency by the percentage of powder products (W / V) 5.00 from the leaves of Acacia leaves were more effective in removing larvae than the Annona and Mixed form 89.32, 64.00 and 45.32 percent respectively. The elimination of mosquito larvae of the powdered products from Acacia leaves was better than the less leaves and mixed type. There is a significant difference at the 95% confidence level for the study of the impact on aquatic organisms. By adding 3 types of powdered products, namely Acacia leaf formula, mixed formulas (The ratio of Acacia leaf powder to Annona leaves is 1: 1) And Annona leaves formula. At the concentration of 5.00 percent into the water, it was found that the pH of the water slightly increased but still within the aquaculture standards. And noticed guppy fish not dead in the test kit At the duration of action 24 hours.

Keywords : powdered products, acacia leaves, custard apple leaves and mosquito larvae

บทนำ

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคติดต่อที่นำเชื้อโดยยุงลาย เป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่มีความสำคัญทำให้มีผู้ป่วยในแต่ละปีมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และอาจรุนแรงมีภาวะช็อกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นสาเหตุทำให้เสียชีวิต ปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีการระบาดและการขยายพื้นที่เกิดโรคออกไปอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโดยเฉพาะชุมชนเมืองเกิดขึ้นจำนวนมาก ทำให้การแพร่กระจายของเชื้อเป็นไปได้อย่างรวดเร็วในประเทศไทย การกำจัดยุงลายเพื่อควบคุมโรคไข้เลือดออก นิยมใช้สารเคมีที่มีส่วนประกอบของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroids) เช่น Allethrin, d- Allethrin, Esbiothrin เป็นต้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยการตกค้างของสารเคมีถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร รวมถึงเมื่อใช้ในระยะเวลาอันยาวนานยังทำให้เกิดอาการดื้อยาในยุง

ปัจจุบันจึงมีการศึกษาโดยใช้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรชนิดที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เพื่อใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมและกำจัดยุงลาย ทั้งยังสามารถลดปัญหาที่อาจเกิดจากการใช้สารเคมีได้อีกด้วย อาทิ

จากการศึกษาของ สมบูรณ์ แสงมณีเดช (2547) พบว่าสารโรทีโนนที่อยู่ในรากหางไหลแห้งมีฤทธิ์ กำจัดลูกน้ำยุงได้ดีที่เวลา 360 นาทีความเข้มข้นที่เหมาะสม 10 กรัม/ลิตร สามารถทำให้ลูกน้ำยุงลายตายถึงร้อยละ 90 คอซีเย เซกะมิ และ ซูร์ยานี อาลีลูวี (2556) ใช้สารสกัดจากใบกระถินซึ่งมีสารมิโมซินที่มีผลต่อสัตว์ และ โดยทำการสกัดจากพืชแห้งกับเอทานอลร้อยละ 80 ที่ อัตราส่วน 1:5 หมักเป็นเวลา 5 วัน ความเข้มข้นร้อยละ 2.50 (v/v) ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง กำจัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 ได้สูงสุดร้อยละ 98.67 และสารสกัดจากการใช้ใบกระถินในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ พบว่าสารสกัดจากใบกระถินสามารถกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ ระยะที่ 1 2 3 และ 4 ได้ดี (ระดับ เสนาประดิษฐ์, 2531) บุคอรื คงหนู และ สมพงศ์ หนิยุณ (2560) ใช้สารสกัดชนิดน้ำและชนิดผงจากใบยาสูบที่มีสารนิโคตินซึ่งเป็นพิษกับแมลง พบว่าที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง สารสกัดชนิดน้ำ ความเข้มข้นร้อยละ (V/V) 3.00 จากใบยาสูบ (พันธุ์พื้นเมืองสงขลา) มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายสูง ร้อยละ 100.00 ส่วนสารสกัดชนิดผงความเข้มข้นร้อยละ (W/V) 3.00 จากใบยาสูบ (พันธุ์พื้นเมืองสงขลา) มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายร้อยละ 96.00 แต่สารสกัดจากใบยาสูบมีผลทำให้ปลาหางนกยูงตายที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง สำหรับใบน้อยหน่าพบว่ามีสารแอนโนเนอิน (anonaine) มีกลไกการออกฤทธิ์ต่อแมลง โดยไปยับยั้งขบวนการหายใจที่เกิดมีผลทำให้แมลงตายในที่สุด นอกจากนี้ผงใบพืชที่มีขนาดเล็กอาจไปอุดตันรูหายใจของแมลง ทำให้แมลงขาดออกซิเจนในการหายใจ (พัชรภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์ และ ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์, 2557) กฤษณธร สินตะละ และคณะ (2562) พบว่าสารสกัดจากใบน้อยหน่าความเข้มข้นร้อยละ 5 มีประสิทธิภาพในการกำจัดเห็บโค ถึงแม้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรธรรมชาติที่นำมาใช้งานจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายได้สูง แต่มีความยุ่งยากในการนำมาใช้งาน และไม่สะดวกในการจัดเก็บจึงไม่เป็นที่นิยมใช้มากนัก ซึ่งงานวิจัยนี้ ได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าวจึงศึกษาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบกระถินและใบน้อยหน่าเพื่อให้สะดวก ต่อการใช้งาน ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ใช้ได้หลายครั้งโดยยังมีความคงตัวที่ดี

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างพืช

การเตรียมใบกระถินโดยเลือกเด็ดต่ำกว่ายอด 2-3 ใบ และยังมีสีเขียวอ่อน ซึ่งสารมิโมซินในใบกระถินพบได้ในใบอ่อนสูงกว่าใบแก่ (พิมลพรรณ อนันต์กิจไพศาล, 2554) ส่วนใบน้อยหน่าแก่ (กฤษณธร สินตะละ และคณะ, 2562) นำใบพืชทั้ง 2 ชนิดมาล้าง ผึ่งให้แห้ง แล้วนำมาหั่นละเอียด ตากในที่ร่มเงาหรืออบในตู้อบที่อุณหภูมิไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิทป่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 500 ไมโครเมตร เก็บไว้ในถุงซิบบ

การเตรียมผลิตภัณฑ์ชนิดผง

ทำเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดผง 3 สูตร คือ สูตรใบกระถิน สูตรใบน้อยหน่า และสูตรผสม (1:1) โดยนำตัวอย่างพืชแห้งที่บดละเอียดแช่ในเอทานอลร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 1:5 ระยะเวลาในการ สกัด 5 วัน โดยคนวันละ 1 ครั้ง และนำสารสกัดที่ได้ไปอบในตู้อบความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนแห้งเป็นระยะเวลา 1-2

วัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำไปบด และร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 500 ไมโครเมตร จะได้ผลิตภัณฑ์ชนิดผง นำผลิตภัณฑ์ชนิดผงมาเตรียมเป็นสารละลายไว้ทดสอบกับลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 จำนวน 6 ความเข้มข้นร้อยละ (w/v) 0 (ชุดควบคุม), 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0

การทดสอบการออกฤทธิ์กับลูกน้ำยุงลาย

การทดสอบนี้ใช้ยุงลายที่ปลอดเชื้อ เพื่อป้องกันโรคจากยุงที่เป็นพาหะนำโรค ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา มาเพาะเลี้ยงจนได้ลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 เพียงพอกับการศึกษา ใน 1 ชุดการทดสอบ ประกอบด้วยลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 จำนวน 25 ตัว (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) ก่อนการทดลองจะคัดเลือกลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 ที่แข็งแรงใส่ในภาชนะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm สูง 4 cm เติมน้ำ 100 mL (พักไว้ 24 ชั่วโมง) หยดสารละลายปริมาตร 1 mL ลงในชุดทดสอบ บันทึกการตายของลูกน้ำยุงลายที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 12 และ 24 ชั่วโมง

การทดสอบผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

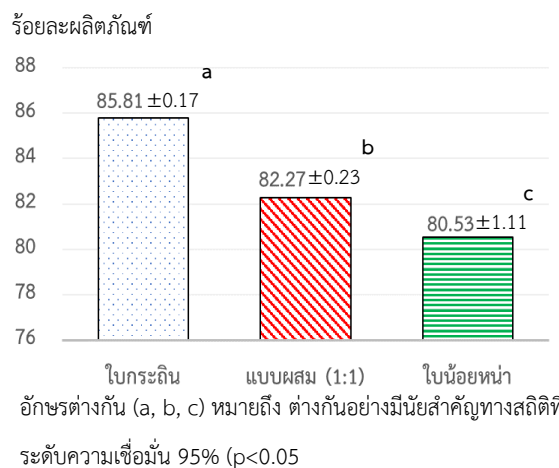
เตรียมปลาหางนกยูงอายุประมาณ 2 เดือน จำนวน 3 ตัว ใส่ในภาชนะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm สูง 4 cm เติมน้ำ 100 mL (พักไว้ 24 ชั่วโมง) หยดสารละลายความเข้มข้นสูงสุดที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย ปริมาตร 1 mL ลงในชุดทดสอบ บันทึกผลที่ระยะเวลา 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง

ผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากพืชแห้ง โดยใช้อัตราส่วนใบแห้งต่อเอทานอล (ร้อยละ 95) ที่ 1:5 (w/v) ระยะเวลาในการสกัด 5 วัน ผลิตภัณฑ์ชนิดผงสูตรใบกระถินมีร้อยละผลิตภัณฑ์สูงสุดคิดเป็น 85.81 ± 0.17 (42.91 ± 0.09 g) รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ชนิดผงสูตรผสม และสูตรใบน้อยหน่ามีค่าร้อยละ 82.27 ± 0.23 (41.14 ± 0.12 g) และ 80.53 ± 1.11 (40.26 ± 0.56 g) (dry wt) โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P-value) ภาพที่ 1 เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตเบื้องต้นจากค่าดำเนินการ (ค่าไฟ) และสารเคมี (Ethanol ร้อยละ 95) ที่ใช้ พบว่าผลิตภัณฑ์ชนิดผงสูตรใบกระถิน สูตรผสม และ สูตรใบน้อยหน่า มีต้นทุน 1.15, 1.24 และ 1.29 บาท/g

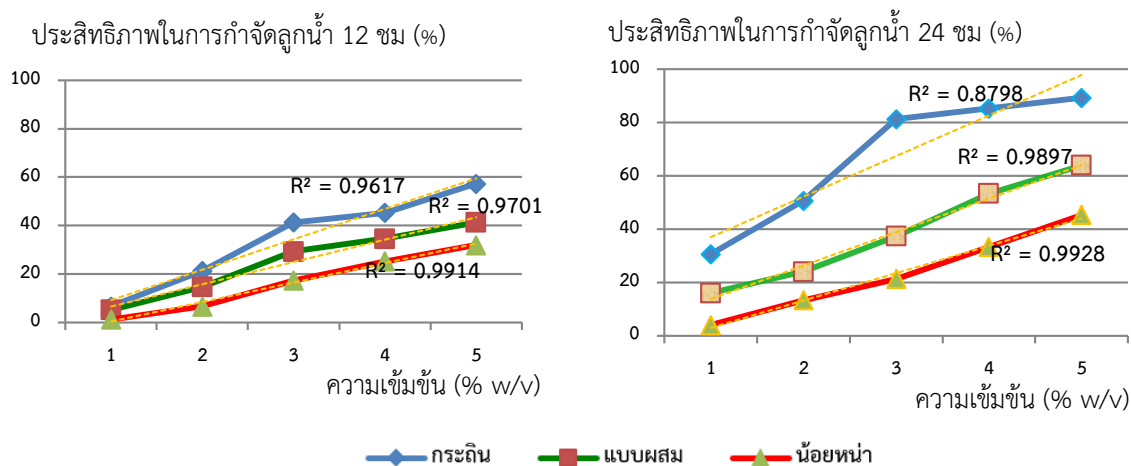
การศึกษาร้อยละประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์การกำจัดลูกน้ำยุงลายของผลิตภัณฑ์ชนิดผง พบว่าในชุดควบคุมไม่พบการตายของลูกน้ำยุงลาย โดยความเข้มข้นของสารละลายผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบกระถินที่ความเข้มข้นร้อยละ



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบร้อยละผลิตภัณฑ์ 3 สูตร

ละ 5 w/v ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 89.32(22.33±0.58 ตัว) รองลงมาเป็นสูตรผสม (1:1) และสูตรน้อยหน้า ความเข้มข้นร้อยละ 5 w/v ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย 64.00(16.00±2.00 ตัว) และ 45.32(11.33±1.15 ตัว) ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายต่ำสุดที่ผลิตภัณฑ์ชนิดผงสูตรน้อยหน้าความเข้มข้นร้อยละ 1 w/v ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (ตารางที่ 1) ซึ่งประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายของผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบกระถิน และใบน้อยหน้าต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบยาสูบพันธุ์พื้นเมืองสงขลา (บุคอรี คงหนู และ สมพงศ์ หนิยูนุ, 2560)

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ด้วยสถิติแบบ T-test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) และยังเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายผลิตภัณฑ์ชนิดผงอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 ยิ่งเพิ่มขึ้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 1-5 และมีแนวโน้มลดลงที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง มีความสัมพันธ์โดยตรงกับประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 ที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 12 และ 24 ชั่วโมง ค่า R^2 สูงกว่า 0.87 โดยผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากสูตรใบน้อยหน้ามีค่า R^2 สูงกว่า 0.99 (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ชนิดผงกับประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย

ตารางที่ 1 ร้อยละประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์การกำจัดลูกน้ำยุงลายของผลิตภัณฑ์ชนิดผง

ความเข้มข้น (%w/v)	สูตรใบกระถิน (ร้อยละ(ตัว))		สูตรผสม (ร้อยละ(ตัว))		สูตรน้อยหน้า (ร้อยละ(ตัว))	
	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
ควบคุม	0	0	0	0	0	0
1	6.68	30.68	5.32	16.00	1.32	4.00
	(1.67±0.58)	(7.67±1.15)	(1.33±0.58)	(4.00±1.00)	(0.33±0.58)	(1.00±0.00)
2	21.32	50.68	14.68	24.00	6.68	13.32
	(5.33±1.15)	(12.67±2.80)	(3.67±0.58)	(6.00±2.00)	(1.67±0.58)	(3.33±1.15)
3	41.32	81.31	29.32	37.32	17.32	21.32
	(10.33±1.53)	(20.33±1.15)	(7.33±1.53)	(9.33±0.58)	(4.33±0.58)	(5.33±1.15)
4	45.32	85.32	34.68	53.32	25.32	33.32
	(11.33±1.15)	(21.33±0.58)	(8.67±0.58)	(13.33±1.15)	(6.33±0.58)	(8.33±1.15)
5	57.32	89.32	41.32	64.00	32.00	45.32
	(14.33±0.58)	(22.33±0.58)	(10.33±1.53)	(16.00±2.00)	(8.00±1.00)	(11.33±1.15)

การศึกษาผลกระทบของผลิตภัณฑ์ชนิดผงต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ เมื่อนำสารละลายผลิตภัณฑ์ชนิดผงใบกระถินและใบน้อยหน้าที่ความเข้มข้นร้อยละ 5.00 มาทดสอบกับปลาหางนกยูงอายุประมาณ 2 เดือน พบว่าเมื่อเติมสารละลายทำให้น้ำมีสีโดยสูตรใบกระถินมีสีเหลือง



ภาพที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ชนิดผงกับปลาหางนกยูง

อ่อนและสูตรใบน้อยหน้ามีสีเขียวอ่อน (ภาพที่ 3) และน้ำมีค่า pH เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงน้ำค่า pH 6.5-9.0 (กรมประมง, 2554) และมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน pH ที่เหมาะสม 5.0-9.0 (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) และไม่มีผลต่อปลาหางนกยูง (ตารางที่ 2) ส่วนผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบยาสูบ (พันธุ์พื้นเมืองสงขลา) ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง ทำให้ปลาหางนกยูงตายทั้งหมด (บุคอรี คงหนู และ สมพงศ์ หนิยุณ, 2560)

สรุปผล

ผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบกระถินมีผลต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 มากกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบน้อยหน้าสังเกตได้จากเมื่อเพิ่มปริมาณผลิตภัณฑ์ชนิดผงจากใบน้ำประสิทธิภาพการกำจัดลูกน้ำยุงลายลดลง โดยสารละลายชนิดผงจากใบกระถินที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 (w/v) มีประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ในการกำจัดลูกน้ำ

ยุ่งลายสูงสุดร้อยละ 89.32 ที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบค่า R^2 มีจากที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง แนวโน้มลดลง ค่า pH ไม่มีผลต่อแหล่งน้ำ ไม่ส่งผลกระทบต่อปลาหางนกยูง แต่อาจทำให้น้ำเปลี่ยนสี ทั้งยังมีต้นทุนในการผลิตต่ำสุด จึงมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2 ร้อยละประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ชนิดผงทั้ง 3 สูตรกับปลาหางนกยูง

ความเข้มข้น %(w/v)	ผลิตภัณฑ์ ชนิดผง	การเปลี่ยนสี ของน้ำ	ค่า pH ของน้ำที่ 48 ชั่วโมง		จำนวนการตาย ของปลาหาง นกยูง (ตัว)
			pH(ก่อน)	pH(หลัง)	
0	ชุดควบคุม	-	7.11	7.85	0
5	สูตรใบกระถิน	สีเหลืองอ่อน	6.98	7.05	0
	สูตรแบบผสม	สีเหลืองอมเขียวอ่อน	6.63	6.71	0
	สูตรใบน้อยหน้า	สีเขียวอ่อน	6.58	6.67	0

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมโรคติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข. 2544. การประเมินผลโครงการประชาร่วมใจป้องกัน และควบคุมโรคไข้เลือดออก. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2554. คุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. แหล่งที่มา: <http://fisheries.go.th>, 20 มกราคม 2564.

กฤษณธร สินตะละ, ประมวล เต็มสมบัติถาวร, ณภัธ นรินทร์รัตน์ และ สุชาติพิทย์ ไชยวงศ์. 2562. การใช้สมุนไพรใบน้อยหน้ากำจัดเห็บโค. วารสารแก่นเกษตร. 47(พิเศษ 2): 927-932.

คอซีย์ เชะกมิ และ ชุมนีย์อาลีลูวี. 2556. การศึกษาประสิทธิภาพการใสสารสกัดจากใบไมยราบ และใบกระถิน ในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย ระยะที่ 4. ปริญาตตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

จิตติจันทร์แสง. 2536. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออก, ใน การควบคุม ที่เป็นปัญหาสาธารณสุขของกัญญาวิทยาทางการแพทย์, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข; กรุงเทพฯ.

บุคอรี้ คงหนู และ สมพงศ์ หนิยุ. 2561. การศึกษาสารสกัดชนิดน้ำและชนิดผงจากใบยาสูบพันธุ์ (พื้นเมือง) ในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย (*Aedes Aegypti* Linn.) ใน: การประชุมมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 9 20-21 กรกฎาคม 2561 มหาวิทยาลัยมหาดใหญ่, สงขลา.

พัชรภรณ์ วาณิชย์ปกรณ และ ยืนยง วาณิชย์ปกรณ. 2557. ฤทธิ์ชีวภาพของผงใบน้อยหน้า ใบย้อยโหน่ง และ ใบทุเรียนเทศต่อการควบคุมด้วงวงข้าว. วารสารแก่นเกษตร. 42(พิเศษ 1): 249-254.

พิมลพรรณ อนันต์ไพศาล. 2554. 108 สมุนไพรไทยใช้เป็น หายป่วย. พิมพ์ครั้งที่ 1. เพื่อนอักษร, กรุงเทพฯ.

สมบูรณ์ แสงมณีเดช. 2547. การใสสารสกัดรากหางไหลแห้งในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สังเคราะห์และลักษณะเฉพาะของไฮดรอกซีอะพาไทต์จากเกล็ดปลานิล
ด้วยเทคนิคทางความร้อน

Synthesis and Characteristic of Hydroxyapatite from Tilapia Fish Scale
via Heat Treatment Technique

จงกล แก้วนิล¹ กฤษณา ฟักสวัสดิ์² กนกวรรณ บุญสุข² พัชรินทร์ แนมจันทร์³

วีรณัฐ แก้ววิเศษ⁴ และ กิตติศักดิ์ชัย แนมจันทร์^{1*}

Jongkon Kaeonin¹ Kridsada Faksawat² Kanokwan Boonsook² Patcharin Naemchanthara³

Weeranut Kaewwiset⁴ and Kittisakchai Naemchanthara^{1*}

¹ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

¹Department of Physics, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi,

126 Pracha Uthit Rd., Bang Mod, Thung Khru, Bangkok, 10140

²กองวัณโรค กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข 116 ถนนสุเทพเสวี แขวงบางโคล่ เขตบางคอแหลม กรุงเทพฯ 10120

²Division of Tuberculosis, Department of Disease Control, Ministry of Public Health

116 Sut Prasoet Rd, Bang Khlo, Bang Kho Laem, Bangkok, 10120

³สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมวัสดุและกระบวนการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

พระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง 19 หมู่ 11 ตำบลหนองละลอก อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง 21120

³Department of Material and Process Engineering Technology, Faculty of Engineering and Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Rayong Campus, 19 Moo. 11, Nonglalo, Bankhai, Rayong, 21120

⁴โครงการจัดตั้งภาควิชาฟิสิกส์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1 หมู่ 6 ถนนมาลัยแมน ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

⁴Department of Physics, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,

1 Moo. 6 Malaiman Rd., Kamphaeng Saen, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom, 73140

*Corresponding author E-mail: puri_kit@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมและการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์จากเกล็ดปลานิล โดยนำเกล็ดปลานิลต้มในน้ำเดือดเพื่อกำจัดเนื้อเยื่อและสิ่งสกปรกต่าง ๆ สำหรับการกำจัดโปรตีนและเจลาตินนั้น จะทำได้โดยการนำเกล็ดปลานิลแช่ในสารละลายไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ตามลำดับ จากนั้นนำเกล็ดปลานิลบดและเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกันที่ 400, 800 และ 1,200°C โครงสร้างผลึกของเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกันจะศึกษาด้วยเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (XRD) นอกจากนี้หุ้ผึ้งกั้นทางเคมีและรูปร่างสันฐานของเกล็ดปลานิลทั้งก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน นั้นจะวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์หุ้ผึ้งกั้นทางเคมีด้วยแสงอินฟราเรด (FTIR) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ตามลำดับ โดยผลของการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์พบว่าโครงสร้างผลึกของเกล็ดปลานิลก่อนการเผาประกอบด้วยบรูไซต์และไฮดรอกซีอะพาไทต์ แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างของเจลาตินและคอลลาเจนนั้น ไม่สามารถตรวจวัดด้วยการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ได้ แต่หุ้ผึ้งกั้นของ amide III ที่บ่งบอกถึงโครงสร้างของเจลาติน และคอลลาเจนสามารถตรวจวัดได้จากเครื่องวิเคราะห์หุ้ผึ้งกั้นทางเคมีด้วยแสงอินฟราเรดและเมื่อเกล็ดปลานิล

ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 400°C นั้น ผลของรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของเกล็ดปลาที่มีเพียงเฟสของไฮดรอกซีอะพาไทต์เท่านั้น นอกจากนี้ความเป็นผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์จะสูงขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิการเผา โดยสามารถยืนยันผลการทดลองนี้ด้วยผลการวิเคราะห์จากเครื่องวิเคราะห์มุมฟังก์ชันทางเคมีด้วยแสงอินฟราเรดและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ดังนั้นงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเกล็ดปลานิลสามารถใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่บริสุทธิ์และมีความเป็นผลึกสูงได้

คำสำคัญ : ไฮดรอกซีอะพาไทต์ เกล็ดปลา ปลานิล บรูไซต์ เทคนิคทางความร้อน

Abstract

This research aimed to study the preparation and synthesis of hydroxyapatite from tilapia fish scales. The tilapia fish scale was washed with water to remove the tissue and other contaminants. To remove protein and gelatin, the tilapia fish scale was soaked in hydrochloric and sodium hydroxide solutions, respectively. The tilapia fish scale was grounded and heated with different temperatures at 400, 800 and 1,200°C. The crystal structure of the tilapia fish scale before and after heated with different temperatures was investigated by X-ray diffraction (XRD). The chemical function group and morphology of the tilapia fish scales before and after heated with different temperatures were analyzed by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and scanning electron microscopy (SEM), respectively. The XRD result showed that the crystal structure of tilapia fish scale before heating consists of brushite and hydroxyapatite. However, the XRD result cannot detect the gelatin and collagen structure. While the FTIR result showed that the tilapia fish scale before heating has the functional group of amide III, indicating the gelatin and collagen structure. After heating at 400°C, the XRD result showed that the tilapia fish scale has a pure hydroxyapatite phase. The crystallinity of hydroxyapatite increases with increasing the heating temperature. These results were confirmed by the FTIR and SEM results. This research indicates that the tilapia fish scale can be used as a precursor for synthesizing a pure hydroxyapatite with high crystallinity.

Keywords : Hydroxyapatite, Fish scale, Tilapia, Brushite, Heat treatment technique

บทนำ

กระดูกถือเป็นอวัยวะสำคัญอย่างหนึ่งในร่างกายทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะของกล้ามเนื้อและเป็นโครงร่างให้ร่างกายสามารถคงรูปอยู่ได้ เมื่อกระดูกได้รับความเสียหายจากการแตกหักหรือโรคทางระบบกระดูก ร่างกายจะสามารถสร้างกระดูกขึ้นมาด้วยตัวเองได้แต่ใช้ระยะเวลาในการรักษาและฟื้นฟูตัวเองค่อนข้างนาน

จึงได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก (Bone tissue engineering) เพื่อทดแทนบริเวณที่เกิดความบกพร่องหรือแตกหักของกระดูกสำหรับการลดระยะเวลาในการฟื้นฟูตัวเองของกระดูก (Faksawat (2020)) โดยวัสดุทดแทนที่จะใช้สำหรับเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกนั้น ต้องมีความเข้ากันได้ทางชีวภาพกับร่างกาย มีสมบัติเชิงกลที่เหมาะสมกับกระดูกในบริเวณที่ถูกปลูกถ่าย สามารถย่อยสลายไม่เกิดความเป็นพิษต่อร่างกาย รวมถึงต้องมีความเป็นรูพรุนที่เชื่อมต่อกันเพื่อขนส่งออกซิเจน และสารอาหาร โดยวัสดุทดแทนที่มีสมบัติเหมาะสมสำหรับเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกคือ ไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite; HAp) (Pon-On et al. (2016)) เนื่องจากเป็นวัสดุไบโอเซรามิกส์ที่มีสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟต อีกทั้งยังมีองค์ประกอบคล้ายกับแร่ธาตุของกระดูกและฟันตามธรรมชาติ จึงได้รับความสนใจในการศึกษาและวิจัยสำหรับประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ ในหลายงานวิจัยมีการศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์จากกระดูกวัว กระดูกหมู และฟันหมู (Xiaoying et al. (2007)) เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าวัสดุเหลือทิ้งที่ใช้ในการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์นั้นส่วนใหญ่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางชีวภาพหรือเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตหรือแปรรูปอาหาร สำหรับประเทศไทยนั้น ปลานิล (Tilapia fish) เป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งเป็นที่นิยมในการบริโภคอย่างแพร่หลายทั้งภายในและภายนอกประเทศ จึงทำให้เกิดเกล็ดปลานิลเหลือทิ้งจำนวนมากประกอบด้วยเกล็ดปลาที่มีองค์ประกอบคือ คอลลาเจน เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ซึ่งเป็นโปรตีน รวมทั้งมีองค์ประกอบของแคลเซียมฟอสเฟตในปริมาณที่สูง (Zainol et al. (2019)) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์ได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์จากเกล็ดปลานิล โดยศึกษาอุณหภูมิการเผาที่ส่งผลต่อโครงสร้างทางกายภาพและทางเคมีของไฮดรอกซีอะพาไทต์

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมและการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์จากเกล็ดปลานิล

ในการเตรียมการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์จากเกล็ดปลานิลนั้น เกล็ดปลานิลที่ใช้ในการทดลองนั้น ได้จากโรงงานเกล็ดปลาสัตว์สดวิชัยในจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการนำเกล็ดปลานิลล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเป็นจำนวน 3 ครั้ง เพื่อกำจัดเศษเนื้อปลาหรือเศษใบไม้ที่ปะปนมากับเกล็ดปลานิลและนำมาตากให้แห้งเป็นเวลา 24 h จากนั้นนำเกล็ดปลานิลมาต้มในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 100°C เป็นระยะเวลา 30 min และกรองเกล็ดปลานิลออกจากน้ำกลั่นแล้วนำมาอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นระยะเวลา 12 h จากนั้นนำเกล็ดปลานิลที่ได้จากการอบเก็บในภาชนะปิดที่มีสารดูดความชื้น

สำหรับกระบวนการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์นั้น เริ่มจากการนำสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid; HCl) ของบริษัทรวมเคมี 1986 จำกัด ความเข้มข้น 1 M ปริมาณ 750 ml เตรียมลงในบีกเกอร์ขนาด 2,000 ml และนำเกล็ดปลานิลปริมาณ 250 g แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกดังกล่าวพร้อมกวนให้เข้ากันและแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 h แล้วทำการกรองเกล็ดปลานิลออกจากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นจำนวน 3 ครั้ง และตากให้แห้งพอหมาดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 h จากนั้นเตรียม

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยเตรียมจากผงโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) ของบริษัทรวมเคมี 1986 จำกัดที่ปริมาณ 20 g ละลายในน้ำกลั่น 1,000 ml จะได้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.5 M จากนั้นนำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ปริมาณ 750 ml เตรียมลงในปิกเกอร์ขนาด 2,000 ml จากนั้นนำเกล็ดปลานิลที่ผ่านการแช่สารละลายไฮโดรคลอริกและตากแห้งพองมาแช่ลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมไว้และกวนให้เข้ากันแล้วแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 30 min จากนั้นทำการกรองเกล็ดปลานิลออกจากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นจำนวน 3 ครั้ง และอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 h จากนั้นนำเกล็ดปลานิลที่อบแห้งเก็บในภาชนะปิดที่มีสารดูดความชื้น

สำหรับการศึกษาอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์นั้นจะนำเกล็ดปลานิลที่เตรียมได้จากข้างต้นมาบดให้ละเอียดด้วยครกอาเกต (Agate mortar) จากนั้นนำผงเกล็ดปลานิลปริมาณ 100 g บรรจุในถ้วยเผาสารและเข้าเตาเผาอุณหภูมิสูงที่ 400°C เป็นเวลา 4 h ด้วยอัตราการให้ความร้อนที่ 5°C/min จากนั้นทำการเตรียมผงเกล็ดปลานิลในลักษณะเดียวกันโดยการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิในการเผาที่ 800 และ 1200°C ตามลำดับ จากนั้นนำผงเกล็ดปลานิลที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกันเก็บในโถดูดความชื้น (Desiccator) เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะของผงเกล็ดปลานิลในขั้นตอนต่อไป

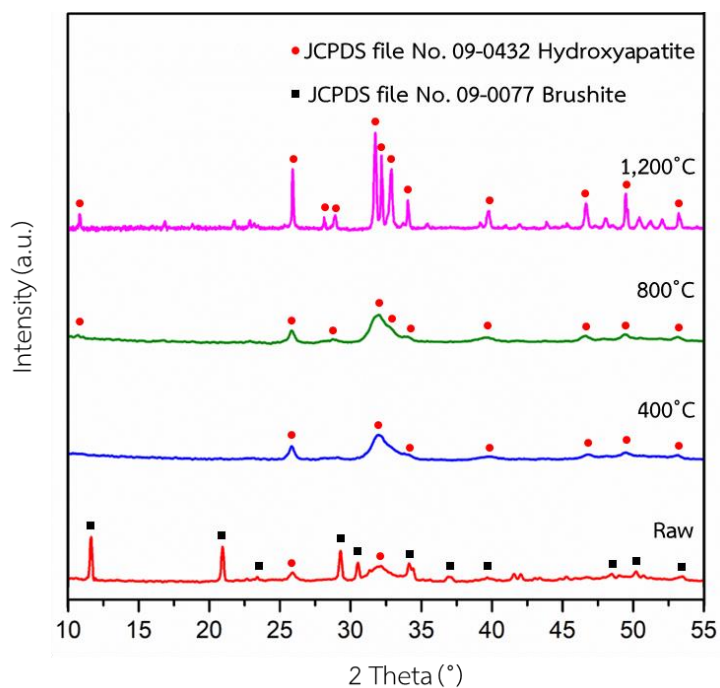
การศึกษาลักษณะเฉพาะของเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผา

สำหรับการศึกษาลักษณะเฉพาะของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผานั้น เริ่มจากการศึกษาโครงสร้างผลึกของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาด้วยเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction; XRD) ยี่ห้อ Rigaku รุ่น Smart Lab SE ที่มุมการเลี้ยวเบน 2 Theta ตั้งแต่ 10-55° ความต่างศักย์ 30 kV กระแสไฟฟ้า 30 mA และอัตราเร็วในการนับวัด 0.04°/min จากนั้นศึกษาหมู่ฟังก์ชันทางเคมีของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาด้วยเครื่องวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันทางเคมีด้วยแสงอินฟราเรด (Fourier transform infrared spectroscopy; FTIR) รุ่น PerkinElmer spectrum two ในช่วงเลขคลื่น 4000-500 cm⁻¹ ด้วยความละเอียดของการนับวัดที่ 2 cm⁻¹ แล้วทำการศึกษารูปร่างสัณฐานของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope; SEM) รุ่น AXIA ChemiSEM บริษัท Thermoscientific ใช้ความต่างศักย์ 5 kV ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาโครงสร้างผลึกของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผา

หลังจากการเตรียมเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาสำหรับเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์และศึกษาโครงสร้างผลึกของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิ 400, 800 และ 1,200°C ด้วยเครื่อง XRD โดยผลของรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผงเกล็ดปลานิลก่อนเผา มีรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ปรากฏขึ้นที่มุม 2 Theta ที่ 11.751, 20.955, 23.350, 29.306, 30.429, 34.110, 36.969, 39.603, 48.358, 50.109 และ 53.476° ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐาน (Joint committee on powder diffraction standards; JCPDS) หมายเลข 09-0077 ซึ่งบ่งบอกถึงโครงสร้างผลึกของบรูไซต์ (Brushite) ที่เป็นสารประกอบไดแคลเซียมฟอสเฟตไดไฮเดรต (Dicalcium phosphate dihydrate; $\text{CaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) โดยมีโครงสร้างผลึกแบบโมโนคลินิก (Monoclinic) (Boanini et al. (2021)) และพบรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์เกิดขึ้นที่มุม 25.888 และ 32.053° ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานหมายเลข 09-0432 ที่บ่งบอกถึงโครงสร้างผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite; $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) ที่เป็นโครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล (Roopalakshmi et al. (2017)) เมื่อพิจารณาผงเกล็ดปลานิลหลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°C พบว่าไม่พบรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของโครงสร้างผลึกแบบบรูไซต์ แต่พบพีคของรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของไฮดรอกซีอะพาไทต์อย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากผงเกล็ดปลานิลเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้โมเลกุลน้ำในโครงสร้างผลึกของบรูไซต์หายไป ส่งผลให้โครงสร้างผลึกของบรูไซต์เปลี่ยนเป็นโครงสร้างผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์ หลังจากเกล็ดปลานิลเผาที่อุณหภูมิ 800°C พบว่าพีคของรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของไฮดรอกซีอะพาไทต์ชัดเจนขึ้นเมื่อเทียบกับผงเกล็ดปลานิลเผาที่อุณหภูมิ 400°C และเมื่อผงเกล็ดปลานิลเผาที่อุณหภูมิ 1,200°C พบว่าความเข้มของพีครูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของไฮดรอกซีอะพาไทต์สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงถึงความเป็นผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์สูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิในการเผาเกล็ดปลานิลสูงขึ้นส่งผลให้การจัดเรียงตัวของผลึกมีความเป็นระเบียบมากขึ้น โดยความเป็นผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่ได้จากการเผาผงเกล็ดปลานิลนั้นสามารถคำนวณหาขนาดผลึกจากสมการเชอร์เรอร์ (Scherrer's Equation) ดังแสดงในสมการที่ 1 (Monshi et al. (2012))

$$L = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

เมื่อ L คือ ขนาดผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Å)

λ คือ ความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์ (1.5418 Å)

β คือ ความกว้างที่ความสูงครึ่งหนึ่งของตำแหน่งพีคสูงสุด (Full Width Half Maximum; FWHM)

θ คือ มุมการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

หลังจากคำนวณขนาดผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์จากผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1

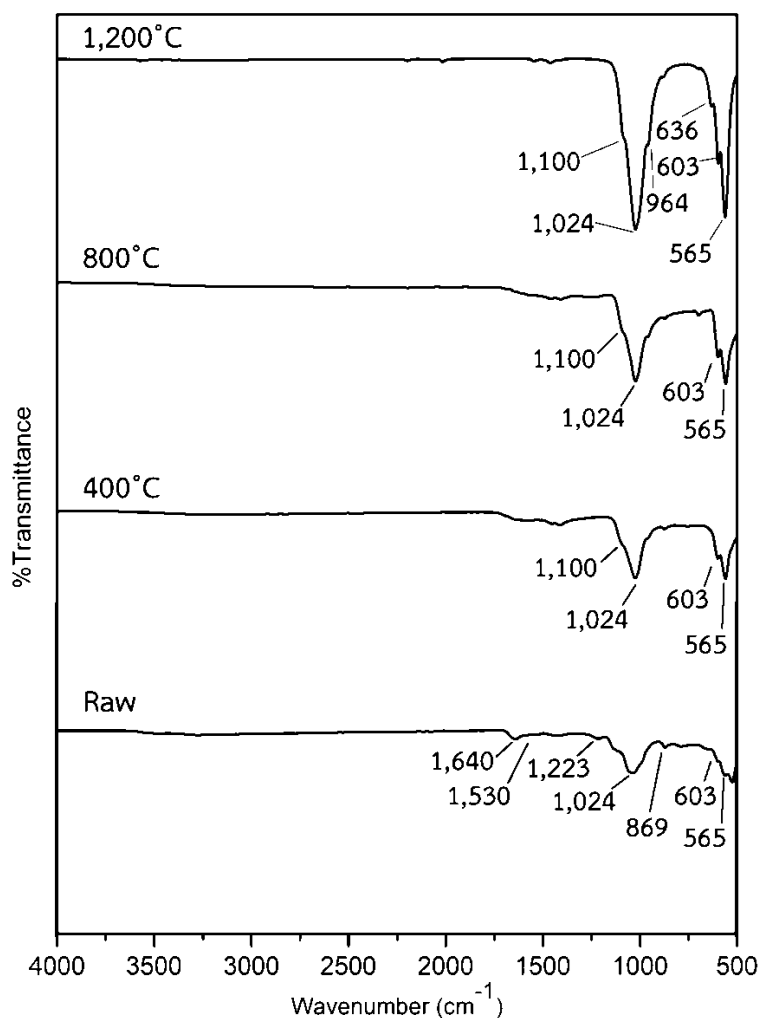
ตารางที่ 1 แสดงขนาดผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์จากผงเกล็ดปลานิลที่เผาด้วยอุณหภูมิแตกต่างกัน

อุณหภูมิการเผา (°C)	400°C	800°C	1200°C
ขนาดผลึก (Å)	97.68	105.52	469.65

จากตารางที่ 1 เมื่อคำนวณหาขนาดผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์จากผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผา พบว่าอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ขนาดผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์สูงขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ดังภาพที่ 1

การศึกษาหมู่ฟังก์ชันทางเคมีของผงเกล็ดปลานิลเผาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน

เมื่อนำผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันทางเคมีของตัวอย่างด้วยเครื่องวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันทางเคมีด้วยอินฟราเรด (Fourier transform infrared spectroscopy; FTIR) ซึ่งผลที่ได้แสดงดังภาพที่ 2



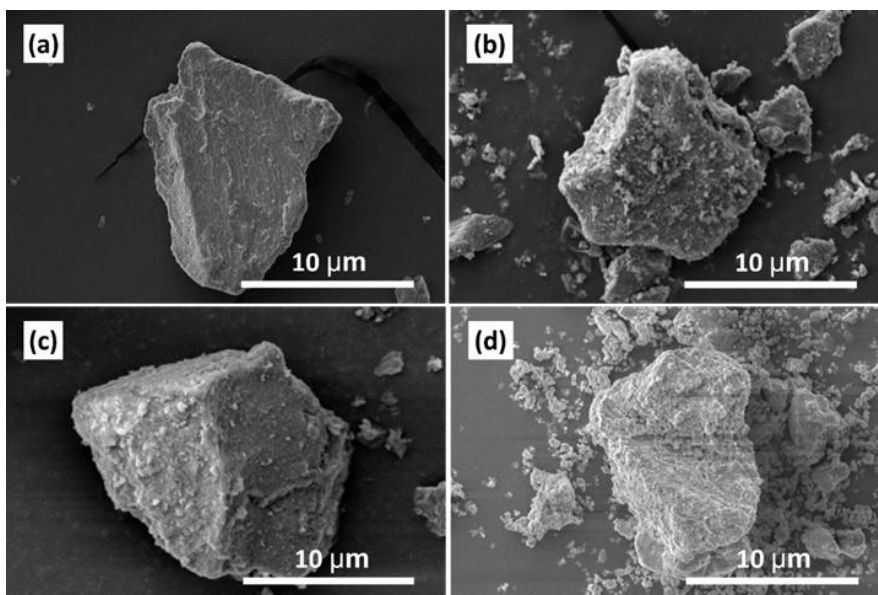
ภาพที่ 2 สเปกตรัมการส่งผ่านแสงอินฟราเรดของเกล็ดปลาเผาก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผงเกล็ดปลานิลก่อนเผา มีสเปกตรัมการส่งผ่านแสงอินฟราเรดที่เลขคลื่น 1,640 cm⁻¹ ซึ่งเป็นการสั่นของหมู่ C=O (Amide I) ที่แสดงถึงโปรตีนที่เหลืออยู่ในเกล็ดปลา หลังจากเตรียมเกล็ดปลานิลสำหรับสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์ ที่เลขคลื่น 1,530 cm⁻¹ ซึ่งเป็นการสั่นของหมู่ N-H และ C-N ที่แสดงถึงหมู่ Amide II และในช่วงเลขคลื่น 1,220-1,320 cm⁻¹ เป็นการสั่นของหมู่ฟังก์ชัน O=C-N, N-H และ C-N ที่แสดงถึงหมู่ Amide III ซึ่งบ่งบอกได้ว่าเป็นคอลลาเจนและเจลาตินที่เหลืออยู่ในเกล็ดปลานิล (Zhang et al. (2019)) ช่วงเลขคลื่น 1,100, 1,024, 603 และ 565 cm⁻¹ ซึ่งเป็นการสั่นของหมู่ฟังก์ชันฟอสเฟต (PO₄³⁻) ที่แสดงถึงหมู่ฟังก์ชันของโครงสร้างผลึกบรูไซต์ เมื่อพิจารณาผงเกล็ดปลานิลหลังการเผาที่อุณหภูมิ 400 และ 800 °C พบว่าลักษณะสเปกตรัมการส่งผ่านแสงอินฟราเรดในช่วง 565 ถึง 1,100 cm⁻¹ ชัดเจนขึ้นซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกของบรูไซต์เป็นไฮดรอกซีอะพาไทต์ และไม่พบลักษณะสเปกตรัมการส่งผ่านอินฟราเรดของหมู่ Amide I, Amide II และ Amide III เนื่องจากการสูญเสียโปรตีนเจลาตินและคอลลาเจนหลังจากการเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่อเผาผงเกล็ดปลานิลที่อุณหภูมิ 1,200 °C พบว่ามีลักษณะสเปกตรัมการส่งผ่านแสงอินฟราเรดน้อยลงในช่วงเลขคลื่น 565-1,100 cm⁻¹ อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงให้เห็น

เห็นว่าที่ช่วงเลขคลื่นดังกล่าวเป็นโครงสร้างผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์ จากผลการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วยการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์

ผลการศึกษารูปร่างสัณฐานวิทยาของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน

ในการศึกษารูปร่างสัณฐานวิทยาของผงเกล็ดปลานิลก่อนและหลังการเผาจะศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยใช้ความต่างศักย์ 5 kV ที่กำลังขยาย 5,000 เท่าผลที่ได้แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รูปร่างสัณฐานวิทยาของผงเกล็ดปลาที่กำลังขยาย 5,000 เท่า (a) ก่อนเผาและหลังการเผาที่อุณหภูมิ (b) 400 (c) 800 และ (d) 1,200 °C

จากภาพที่ 3 เมื่อพิจารณาผงเกล็ดปลานิลก่อนเผานั้นพบว่าอนุภาคมีลักษณะพื้นผิวค่อนข้างเรียบ ที่มีองค์ประกอบของเกล็ดปลานิลเป็นเนื้อเดียวกัน ในขณะที่ผงเกล็ดปลานิลเผาที่อุณหภูมิ 400 °C พบว่าบริเวณพื้นผิวมีอนุภาคขนาดเล็กกระจายทั่วทั้งพื้นผิวและปริมาณอนุภาคขนาดเล็กเหล่านี้เพิ่มมากขึ้นและมีการกระจายตัวมากยิ่งขึ้นเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 800 °C ในขณะที่เผาผงเกล็ดปลาที่อุณหภูมิ 1200 °C พบว่าอนุภาคขนาดเล็กมีการกระจายตัวมากขึ้นพร้อมทั้งมีการรวมกันเป็นกลุ่มก้อนมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จากผลการทดลองนี้แสดงถึงอนุภาคของไฮดรอกซีอะพาไทต์มีความเป็นผลึกสูงขึ้นและมีการสลายตัวของสารอินทรีย์หลังการเผาที่อุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษารังสีเอกซ์

สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ทำการเตรียมและสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์จากเกล็ดปลานิล โดยเกล็ดปลานิลมีโครงสร้างผลึกที่ประกอบด้วยเฟสรูโซไซด์และไฮดรอกซีอะพาไทต์ นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของเจลาตินและคอลลาเจน ซึ่งสามารถกำจัดได้โดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามลำดับ โครงสร้างผลึกรูโซไซด์เปลี่ยนเป็นโครงสร้างผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์อย่างสมบูรณ์เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 400 °C และ

เมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้นนั้นผลึกของไฮดรอกซีอะพาไทต์มีความเป็นผลึกสูงขึ้น จากผลการทดลองสามารถใช้
เกล็ดปลานิลที่เหลือทิ้งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่มีความบริสุทธิ์สูงได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ วิทยาเขตระยองสำหรับความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และขอขอบคุณ
ทางภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีสำหรับงบประมาณการทำวิจัย
ให้สำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- Boanini, E., F. Silingardi, M. Gazzano, and A. Bigi. 2021. Synthesis and hydrolysis of brushite (DCPD): the role of ionic substitution. *Crystal Growth and Design*. 21: 1689-1697.
- Faksawat, K. 2020. Design and fabrication of specific bone shape with additive from hydroxyapatite using rapid prototyping technology. Ph. D. Dissertation. King Mongkut's University of Technology Thonburi. Bangkok.
- Monshi, A., M. R. Foroughi, and M. R. Monshi. 2012. Modified scherrer equation to estimate more accurately nano-crystallite size using XRD. *World Journal of Nano Science and Engineering*. 2: 154-160.
- Pon-On, W., P. Suntornsaratoon, N. Charoenphandhu, J. Thongbunchoo, N. Krishnamra, and I. M. Tang. 2016. Hydroxyapatite from fish scale for potential use as bone scaffold or regenerative material. *Materials science & engineering. C, Materials for Biological Applications*. 62: 183-189.
- Roopalakshmi, S., R. Ravishankar, S. Belaldavar, R. G. S. V Prasad, and A.R Phani. 2017. Investigation of structural and morphological characteristic of hydroxyapatite synthesized by sol-gel process. *Materials Today: Proceedings*. 4: 12026-12031.
- Xiaoying, L., F. Yongbin, G. Dachun, and C. Wei. 2007. Preparation and characterization of natural hydroxyapatite from animal hard tissues. *Key Engineering Materials*. 342: 213-216.
- Zainol, I., N.H. Adenan, N.A. Rahim, and C.N. Jaafar. 2019. Extraction of natural hydroxyapatite from tilapia fish scales using alkaline treatment. *Materials Today: Proceedings*. 16: 1942-1948.
- Zhang Y., D. Tu, Q. Shen, and Z. Dai. 2019. Fish scale valorization by hydrothermal pretreatment followed by enzymatic hydrolysis for gelatin hydrolysate production. *Molecules*. 24: 2998.

การผลิตเส้นพลาสติกพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตด้วยเครื่องห่อเส้นพลาสติกอย่างง่าย
สำหรับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

Production of the Polyethylene Terephthalate Filament
by Facile Filament Machine for 3D Printer

จงกล แก้วนิล¹ สุรพัศ พันธุ์สำโรง¹ พัชรินทร์ แนมจันทร์² วีรณัฐ แก้ววิเศษ³ กิตติศักดิ์ชัย แนมจันทร์^{1*}
Jongkon Kaeonin¹ Surapat Pansumrong¹ Patcharin Naemchanthara² Weeranut Kaewwiset³
Kittisakchai Naemchanthara^{1*}

¹ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประจักษ์อุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

¹Department of Physics, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Pracha Uthit Rd., Bang Mod,

²สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมวัสดุและกระบวนการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง 19 หมู่ 11 ตำบลหนองละลอก อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง 21120

²Department of Material and Process Engineering Technology, Faculty of Engineering and Technology, King Mongkut's University
of Technology North Bangkok, Rayong Campus, 19 Moo. 11, Nonglalom, Bankhai, Rayong, 21120

³โครงการจัดตั้งภาควิชาฟิสิกส์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1 หมู่ 6 ถนนมาลัยแมน ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

³Department of Physics, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,

1 Moo. 6 Malaiman Rd., Kamphaeng Saen, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom, 73140

*Corresponding author E-mail: puri_kit@hotmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการผลิตเส้นพลาสติกจากขวดพลาสติกเหลือทิ้งชนิดพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) สำหรับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ งานวิจัยนี้จะสร้างเครื่องตัดขวดพลาสติกและเครื่องห่อเส้นพลาสติกอย่างง่าย โดยเครื่องตัดขวดพลาสติกจะใช้ใบมีดที่เป็นใบมีดคัตเตอร์สำหรับการตัดพลาสติกชนิด PET ให้เป็นแผ่นยาวและเครื่องห่อเส้นพลาสติกอย่างง่ายจะสร้างจากการนำชิ้นส่วนของชิ้นส่วนที่เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว ที่เป็นชุดต้นเส้นหัวฉีด อุปกรณ์ให้ความร้อน เฟืองขับ มอเตอร์สำหรับควบคุมการหมุน จอแสดงผล LCD ตัวควบคุมการพิมพ์ 3 มิติ สำหรับการศึกษาขนาดของพลาสติกชนิด PET แบบแผ่นยาวที่ใช้เครื่องตัดเส้นพลาสติก ตัดนั้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเครื่องตัดขวดพลาสติกสามารถตัดพลาสติกชนิด PET ให้เป็นแผ่นยาว โดยมีความกว้างที่ 8, 10, 12 และ 14 mm ได้ ซึ่งพลาสติกที่ตัดได้ทุกขนาดนั้นสามารถขึ้นรูปเป็นเส้นพลาสติก ด้วยเครื่องห่อเส้นพลาสติกอย่างง่ายได้ และใช้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงตรวจสอบความสมบูรณ์ของเส้นพลาสติก ที่ขึ้นรูปได้ พบว่าแผ่นพลาสติกชนิด PET ที่มีความกว้างขนาด 10 mm สามารถขึ้นรูปเส้นพลาสติกได้อย่างสมบูรณ์ที่สุด นอกจากนี้เส้นพลาสติกที่ขึ้นรูปได้นี้สามารถใช้ฉีดขึ้นรูปทรงลูกบาศก์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติได้ ซึ่งงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถสร้างเครื่องตัดและเครื่องห่อเส้นพลาสติกสำหรับขวดพลาสติกชนิด PET ได้สำเร็จ อีกทั้งยังสามารถผลิตเส้นพลาสติกชนิด PET ที่ใช้สำหรับเครื่องพิมพ์ 3 มิติได้

คำสำคัญ : เส้นพลาสติกชนิด PET เครื่องทอเส้นพลาสติกอย่างง่าย เครื่องตัดขวดพลาสติก เครื่องพิมพ์ 3 มิติ
พลาสติกชนิด PET แบบแผ่นยาว

Abstract

The aim of this research is to produce filament from polyethylene terephthalate (PET) bottle waste for 3D printer. This research fabricates the cutting machine and facile filament machine. The cutting machine uses of the blade as a cutter for cutting the PET ribbon. The facile filament machine was composed from some parts of an old 3D printer, such as an extruder, heater, gear, stepping motor, LCD monitor and 3D print controller. For the cutting machine, the width of the PET ribbon was studied by the cutting process. The results show that the cutting machine can cut the PET ribbon in the width range of 8, 10, 12 and 14 mm. All width of PET ribbon were produced to the PET filament through the facile filament machine. The PET filament was monitored by the optical microscope. The results show that the PET ribbon with a width of 10 mm can produce the PET filament completely. Moreover, the PET filament produced from PET ribbon at 10 mm was completely printed the cubic shape by the 3D printer. This research indicated that the cutting machine and facile filament machine for PET bottle can be successfully fabricated and can produce the PET filament used for the 3D printer.

Keywords: PET filament, Facile filament machine, Cutting machine, 3D printer, PET ribbon

บทนำ

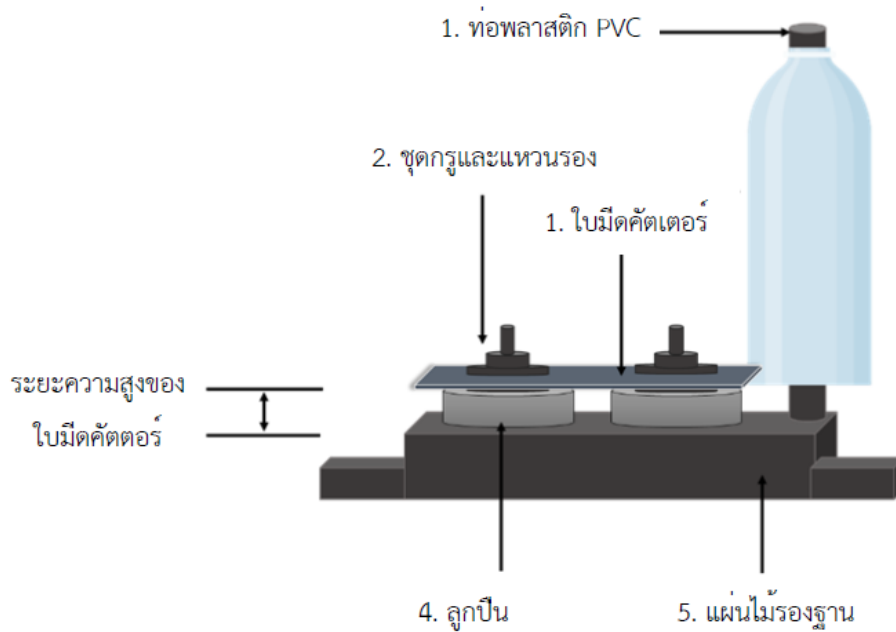
ในปัจจุบันขยะเหลือทิ้งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ซึ่งถือเป็นปัญหาใหญ่ที่ทุกประเทศกำลังเผชิญ (Song and Zeng (2015)) เนื่องจากขยะเหล่านี้ส่งผลให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมตามมา ได้แก่ น้ำเสีย มลพิษทางอากาศ การสูญเสียสมดุของแร่ธาตุในดินหรือแม้กระทั่งสถานะอุณหภูมิของโลกสูงขึ้นในทุกปี สถานะฝุ่น PM2.5 อีกทั้งสภาพอากาศแปรปรวน เป็นต้น (Lestari and Trihadiningrum (2019)) ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของประชากรทั้งทางตรงและทางอ้อมในทุกประเทศ ดังนั้นองค์การสหประชาชาติจึงเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าวและเชิญชวนผู้นำแต่ละประเทศร่วมมือกันลดปริมาณขยะและปริมาณคาร์บอน (Hoosain et al. (2020)) ซึ่งประเทศไทยได้เป็นหนึ่งในประเทศที่เข้าร่วมกิจกรรมดังกล่าวกับองค์การสหประชาชาติ ในขณะเดียวกันประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาขยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาขยะพลาสติกที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุก ๆ วัน ดังจะเห็นได้จากประชากรส่วนใหญ่นิยมจะใช้ภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติกเนื่องจากมีน้ำหนักเบา พกพาสะดวก ราคาถูก และสามารถใช้แล้วทิ้ง อีกทั้งปริมาณขยะพลาสติกจะเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณในช่วงการระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 (Benson et al. (2021)) ที่มีการใช้ภาชนะพลาสติกแบบครั้งเดียวแล้วทิ้ง ดังเห็นได้ชัดจากภาชนะบรรจุเครื่องดื่ม ชา กาแฟ รวมถึงพลาสติกประเภทขวด

หรือภาชนะบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในครัวเรือน ส่งผลให้มีการผลิตเม็ดพลาสติกเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการใช้พลาสติกมากขึ้น อันจะนำไปสู่การปลดปล่อยคาร์บอน (Rahim and Raman (2017)) ถึงแม้ว่าขยะพลาสติกเหล่านี้จะถูกรณรงค์ให้นำกลับมาใช้ซ้ำหรือเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลแต่ก็ยังมีปริมาณขยะพลาสติกบางส่วนที่ไม่ได้เข้าสู่กระบวนการดังกล่าวในปริมาณมากเช่นกันดังจะเห็นจากขยะพลาสติกที่เลื้อยทิ้งตามบ้านเรือนเนื่องจากขยะพลาสติกมีราคาถูกและสิ้นเปลืองพื้นที่ในการเก็บขยะ ส่งผลให้ไม่ได้รับความร่วมมือจากประชาชน ซึ่งขยะเหล่านั้นอาจจะถูกทำลายด้วยการเผาอันจะก่อให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนอีกเช่นกัน (Cheng et al. (2009)) ส่วนขยะพลาสติกที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการกำจัดก็จะกลายเป็นขยะที่ทำลายภูมิทัศน์ของประเทศ อีกทั้งยังเป็นอันตรายต่อทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำดังที่เผยแพร่ในสื่อต่าง ๆ ยิ่งไปกว่านี้ยังเรายังพบไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเลที่เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญและเป็นแหล่งใหญ่ของประชากร ซึ่งไมโครพลาสติกเหล่านี้เกิดจากการย่อยสลายหรือแตกหักของขยะพลาสติก (Free et al. (2014)) ถึงแม้ว่าจะยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับอันตรายถึงชีวิตของมนุษย์จากไมโครพลาสติกก็ตาม ดังนั้นการให้ความสำคัญกับการนำขวดหรือภาชนะพลาสติกที่เลื้อยทิ้งภายในครัวเรือนมาสร้างมูลค่าเพิ่มหรือใช้ประโยชน์ร่วมสมัยได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลากหลายอุตสาหกรรม ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีดังกล่าวได้เข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมขนาดเล็กตามบ้านเรือน รวมถึงห้องปฏิบัติการของสถานศึกษาทั้งในระดับมัธยมและอุดมศึกษาที่สามารถสร้างต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะได้ง่าย (Pérez et al. (2019)) ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวต้องอาศัยเส้นพลาสติกเฉพาะที่มีราคาค่อนข้างแพงส่งผลให้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติเข้าถึงได้ยากขึ้น ดังนั้นโครงการนี้จึงต้องการสร้างเส้นพลาสติกสำหรับใช้กับเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ โดยนำขวดพลาสติกเหลือทิ้งจากครัวเรือน ได้แก่ ขวดน้ำพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต (Polyethylene Terephthalate; PET) โดยเริ่มจากการออกแบบและสร้างเครื่องตัดขวดพลาสติกชนิด PET จากนั้นนำไปขึ้นรูปเป็นเส้นพลาสติกชนิด PET ด้วยเครื่องทอเส้นพลาสติกชนิด PET ที่ออกแบบและสร้างขึ้นเอง โดยเครื่องทั้งสองประเภทใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ทั่วไปหรือวัสดุที่ผ่านการใช้งานแต่ยังอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ เช่น อุปกรณ์ให้ความร้อน เฟืองขับ มอเตอร์สำหรับควบคุมการหมุน จอแสดงผล LCD ชุดควบคุมที่เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว เป็นต้น ในการทอขึ้นรูปเส้นพลาสติกชนิด PET ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดของเส้นพลาสติกชนิด PET ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในเครื่องพิมพ์ 3 มิติเพื่อขึ้นรูปชิ้นงานผลการศึกษาของงานวิจัยนี้มุ่งเน้นให้เห็นถึงการผลิตเส้นพลาสติกเหลือทิ้งจากครัวเรือนชนิด PET ด้วยเครื่องตัดและทอเส้นพลาสติกชนิด PET ที่สามารถผลิตขึ้นได้เอง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การออกแบบเครื่องตัดขวดพลาสติกชนิด PET

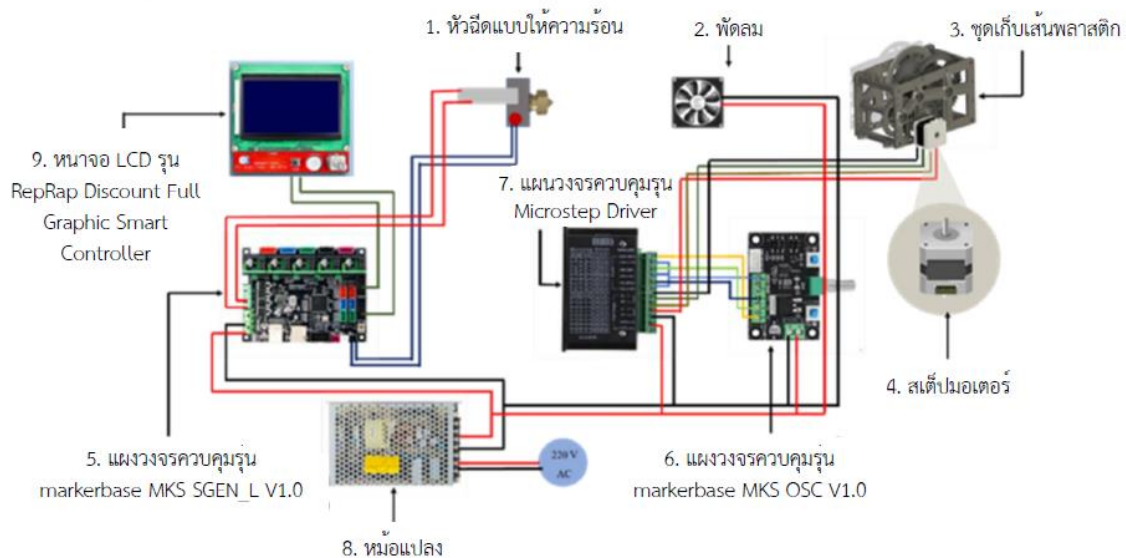
เครื่องตัดขวดพลาสติกชนิด PET จะทำการออกแบบและประกอบ โดยมีรายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์ ดังนี้ ใบมีดคัตเตอร์ เบอร์ 5, ชุดสกรูและแหวนรอง, ท่อพลาสติก PVC ขนาด 1/2 inch, ลูกปืนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 42.00 mm และแผ่นไม้รองฐานขนาด 5×15 cm ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดสามารถแสดงได้ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เครื่องตัดขวดพลาสติกชนิด PET

การออกแบบเครื่องทอเส้นพลาสติกชนิด PET

สำหรับการออกแบบเครื่องทอเส้นพลาสติกสำหรับขวดพลาสติกชนิด PET จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ ดังนี้ หัวฉีดแบบให้ความร้อนขนาด 1.70 mm, พัดลมระบายความร้อน, ชุดเก็บเส้นพลาสติก, สเต็ปมอเตอร์ รุ่น 42HE3D-A1, แผงวงจรควบคุม รุ่น Markerbase MKS SGEN_LV1.0, แผงวงจรควบคุม รุ่น Markerbase MKS OSC V1.0, แผงวงจรควบคุม รุ่น Microstep Driver, หม้อแปลงขนาด 12V 10A รุ่น C-120-12, หน้าจอ LCD รุ่น RepRapDiscount Full Graphic Smart Controller ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เครื่องทอเส้นพลาสติกชนิด PET

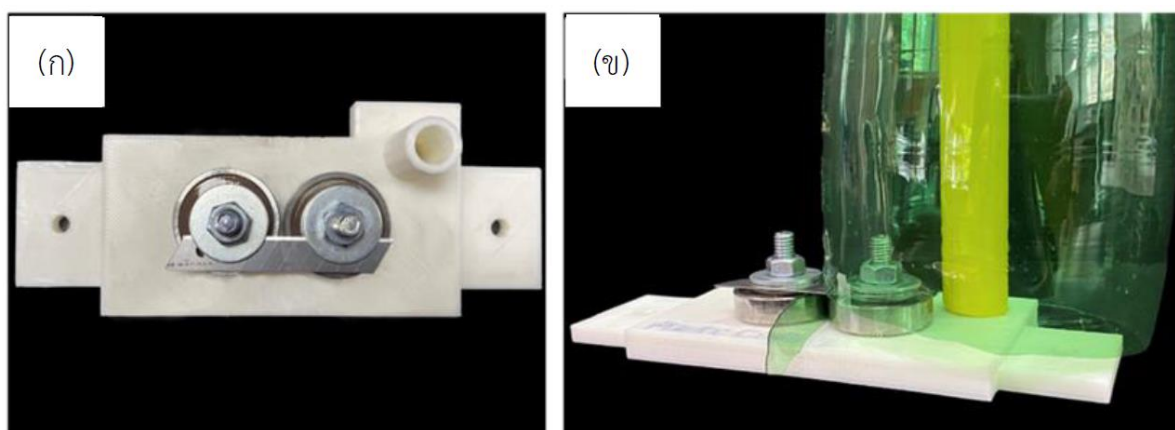
การตัดและท่อพลาสติกเหลือทิ้งจากครัวเรือนชนิด PET

การตัดเส้นพลาสติกชนิด PET เริ่มจากการรวบรวมขวดน้ำดื่มพลาสติกเหลือทิ้งขนาด 1.5 L มาล้างทำความสะอาดและตากให้แห้ง จากนั้นนำขวดพลาสติกมาบร่อยหยักด้วยเครื่องเป่าลมร้อน ต่อมาตัดก้นขวดพลาสติกดังกล่าวและตัดให้เป็นเส้นขนาดยาว 5.00 cm เพื่อให้สามารถนำเข้าเครื่องตัดขวดพลาสติกที่ออกแบบไว้ดังภาพที่ 1 จากนั้นปรับระยะใบมีดคัตเตอร์ของเครื่องตัดขวดให้สูงจากฐานระยะ 8.00 cm แล้วนำขวดพลาสติกมาสวมกับท่อ PVC โดยให้นำเส้นพลาสติกเส้นยาวขนาด 5.00 cm ลอดผ่านใบมีด ทำการออกแรงดึงเส้นพลาสติกอย่างสม่ำเสมอจนถึงปากขวดพลาสติก จากนั้นทำการปรับระยะใบมีดของเครื่องตัดให้สูงจากฐาน 10.00, 12.00 และ 14.00 mm ต่อมาสำหรับการท่อเส้นพลาสติกจะนำเส้นพลาสติกที่ได้มาเสียบเข้ากับหัวฉีดผ่านไปยังชุดเก็บเส้นพลาสติกของเครื่องท่อเส้นพลาสติกชนิด PET แบบเส้นที่ออกแบบไว้ดังภาพที่ 2 จากนั้นปรับอุณหภูมิหัวฉีดประมาณ 225°C และตั้งค่าการเก็บเส้นพลาสติกด้วยความเร็ว 10 mm/min จากนั้นทำการท่อเส้นพลาสติก PET ที่ขนาด 8.00, 10.00, 12.00 และ 14.00 mm ต่อมานำเส้นพลาสติกที่ท่อได้มาศึกษาลักษณะและรูปร่างด้วยกล้องจุลทรรศน์ทางแสงและนำเส้นพลาสติกที่มีขนาดเหมาะสมขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

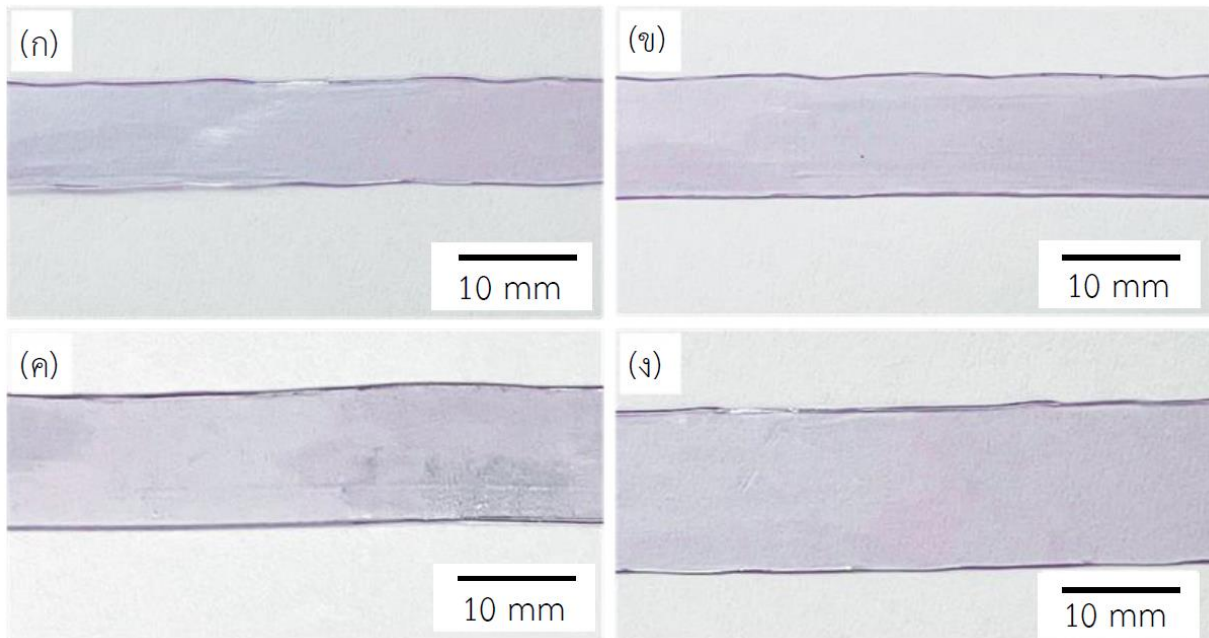
ผลการออกแบบเครื่องตัดเส้นพลาสติกชนิด PET

สำหรับการออกแบบเครื่องตัดเส้นพลาสติกชนิด PET ที่ถูกออกแบบและสร้างจากวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ทั่วไป ซึ่งลักษณะและส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดเส้นพลาสติกชนิด PET แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 เครื่องตัดขวดพลาสติกชนิด PET (ก) มุมมองด้านบน และ (ข) มุมมองด้านหน้า

จากภาพที่ 3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องตัดขวดพลาสติกชนิด PET ที่ออกแบบอย่างง่าย โดยใช้เพียงชุดสกรู แหวนรอง และใบคัตเตอร์ โดยเครื่องตัดขวดพลาสติกนี้สามารถปรับเปลี่ยนระดับความสูงของใบคัตเตอร์เพื่อให้ได้ขนาดของเส้นพลาสติกที่มีความกว้างแตกต่างกันตามจำนวนแหวนรอง โดยโครงการนี้ได้ทดลองการตัดขวดพลาสติกชนิด PET ที่มีความกว้างตั้งแต่ 8.00, 10.00, 12.00 และ 14.00 mm ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เส้นพลาสติกชนิด PET ที่ตัดด้วยเครื่องตัดขวดพลาสติกขนาดความกว้างแตกต่างกัน (ก) 8.00 (ข) 10.00 (ค) 12.00 และ (ง) 14.00 mm

จากภาพที่ 4 จะเห็นว่าเครื่องตัดขวดพลาสติกชนิด PET ที่ออกแบบและสร้างมานั้นสามารถตัดเส้นพลาสติกให้มีขนาดตามที่ต้องการได้ โดยขวดพลาสติกขนาด 1.5 L สามารถตัดเป็นเส้นพลาสติกได้ความยาวประมาณ 4.00 m ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของเส้นพลาสติกที่ต้องการ จากผลการทดลองนี้จึงได้นำเส้นพลาสติกที่ตัดได้ในแต่ละความกว้างแตกต่างกันไปวัดขนาดความกว้างของเส้นพลาสติกเพื่อศึกษาความแม่นยำของเครื่องตัดเส้นพลาสติกชนิด PET ที่สร้างขึ้น โดยใช้เส้นพลาสติกที่ตัดได้จำนวน 3 เส้น แต่ละเส้นจะทำการวัด 10 ตำแหน่ง พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ย ซึ่งผลการทดลองที่ได้ดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความกว้างเฉลี่ยของเส้นพลาสติก PET ที่ตัดได้จากเครื่องตัดพลาสติก

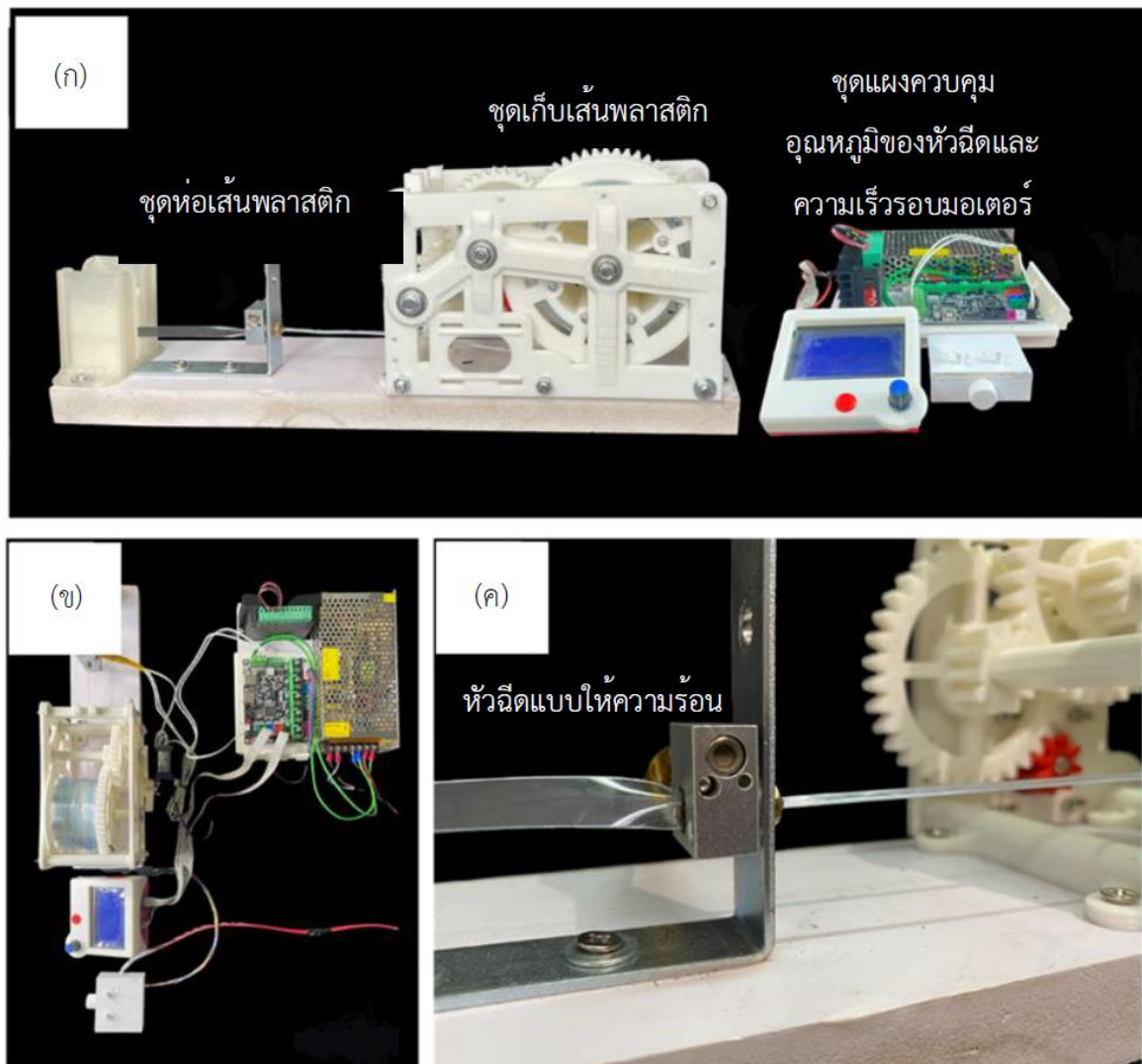
ขนาด (mm)	ความกว้างเฉลี่ยของเส้นพลาสติก PET ที่ตัดได้ (mm)		
	เส้นที่ 1	เส้นที่ 2	เส้นที่ 3
8.00	8.80 ± 0.27	8.83 ± 0.11	8.70 ± 0.27
10.00	10.02 ± 0.32	10.22 ± 0.35	9.98 ± 0.56
12.00	11.33 ± 0.47	11.64 ± 0.60	11.81 ± 0.45
14.00	13.80 ± 0.58	13.90 ± 0.81	13.39 ± 0.98

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าเส้นพลาสติกที่มีความกว้างในช่วง 8.00 mm เมื่อทำการวัด 3 เส้น จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.30 mm และเมื่อเพิ่มขนาดความกว้างของเส้นพลาสติกในการตัดส่งผลให้มีความคลาดเคลื่อนของการตัดมากขึ้น เนื่องจากในระหว่างการดึงเส้นพลาสติกที่ความกว้างน้อยๆขวดพลาสติก

จะมีการหมุนที่ความเร็วต่ำ แต่ในขณะที่การดึงเส้นพลาสติกที่มีความกว้างมากขึ้นนั้นขวดพลาสติกจะมีความเร็วในการหมุนมากขึ้นและทำให้ขวดพลาสติกเกิดการเสียดสีส่งผลให้การตัดเส้นพลาสติกที่มีความกว้างมากขึ้นมีค่าความคาดเคลื่อนมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามค่าความคาดเคลื่อนเหล่านี้สามารถลดลงได้ขึ้นกับความชำนาญในการดึงเส้นพลาสติก

ผลการออกแบบเครื่องทอเส้นพลาสติกชนิด PET

จากลักษณะของเส้นพลาสติกที่ได้จากการตัดเส้นพลาสติกชนิด PET จะมีลักษณะเป็นแผ่นบางและมีความยาวประมาณ 4.00 m ซึ่งการพัฒนาเส้นพลาสติกดังกล่าวให้เส้นมีลักษณะกลมเหมาะสำหรับประยุกต์ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3 มิตินั้นจะต้องทอหรือม้วนเส้นพลาสติกให้กลมโดยอาศัยความร้อน เพื่อให้เส้นพลาสติกมีลักษณะเป็นเส้นกลมโดยไม่คืนรูปเดิมได้ แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ใช้ในการทอหรือม้วนเส้นพลาสติกต้องไม่ส่งผลให้เส้นพลาสติกเกิดการหลอมละลาย เนื่องจากพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET มีลักษณะพิเศษ คือเมื่อโดนความร้อนที่อุณหภูมิสูงแล้วจะไม่สามารถคืนกลับสู่สภาพเดิมได้ ดังนั้นจึงต้องทำการออกแบบเครื่องทอเส้นพลาสติกชนิด PET ให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของเส้นพลาสติกดังกล่าว โดยส่วนประกอบและรายละเอียดของเครื่องทอเส้นพลาสติกชนิด PET แสดงดังภาพที่ 5



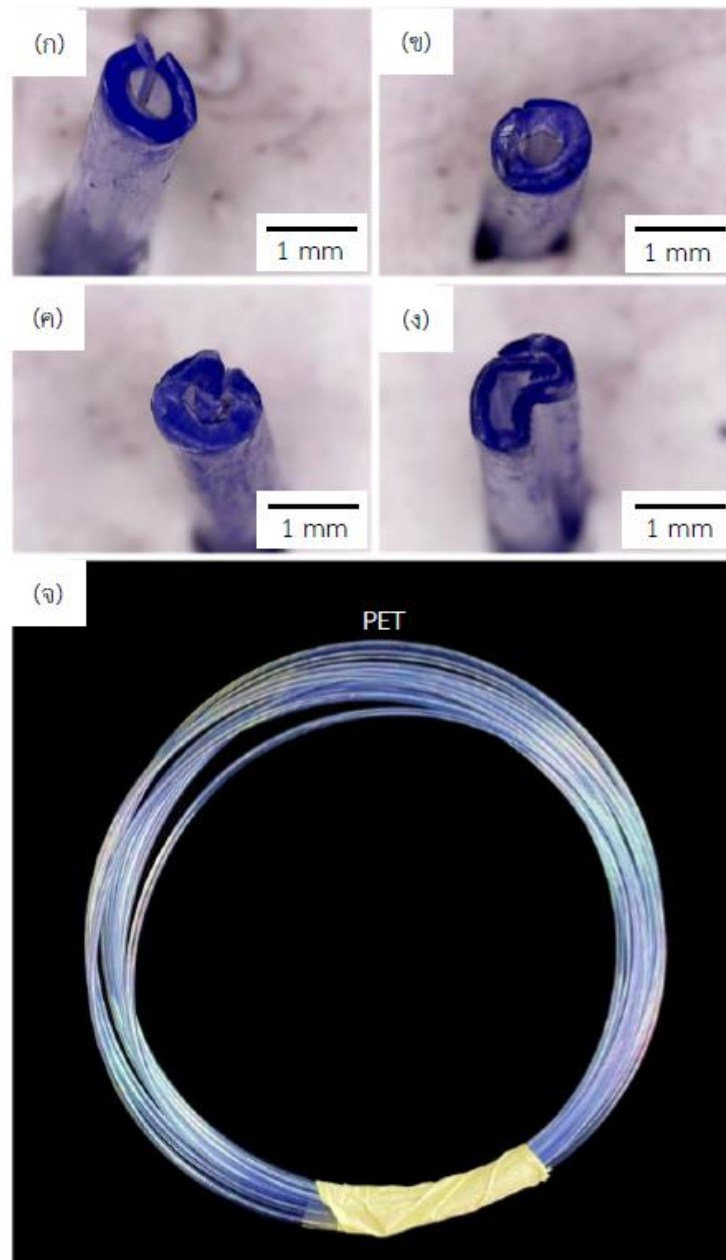
ภาพที่ 5 ส่วนประกอบของเครื่องท่อนเส้นพลาสติก (ก) มุมมองด้านหน้า (ข) มุมมองด้านหลัง และ (ค) ชุดหัวฉีดแบบให้ความร้อนสำหรับท่อนเส้นพลาสติกชนิด PET

จากภาพที่ 5 (ก) จะเห็นว่าเครื่องท่อนเส้นพลาสติกชนิด PET ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ท่อนเส้นพลาสติกซึ่งดัดแปลงมาจากหัวฉีดแบบให้ความร้อนขนาด 1.70 mm ของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ดึงและม้วนเก็บเส้นพลาสติกหลังจากการท่อนเส้นพลาสติกด้วยสเต็ปมอเตอร์ และเฟืองที่ฉีดขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ และส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของหัวฉีดในการท่อนเส้นพลาสติกและควบคุมความเร็วรอบของสเต็ปมอเตอร์ในการม้วนเก็บเส้นพลาสติก ซึ่งชุดควบคุมนี้ดัดแปลงโดยใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว ต่อมาส่วนภาพที่ 5 (ค) จะแสดงให้เห็นลักษณะของการท่อนเส้นพลาสติกชนิด PET โดยเส้นพลาสติกที่เป็นแผ่นบางจะถูกดึงด้วยชุดเก็บเส้นพลาสติกผ่านหัวฉีดขนาด 1.70 mm แบบให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 220 °C ซึ่งลักษณะของเส้นพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET ไม่มีการหลอมละลาย โดยเส้นพลาสติกที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นกลมและคงสภาพ แต่อย่างไรก็ตาม

ลักษณะและรูปทรงของเส้นพลาสติกที่ห่อได้จะขึ้นกับขนาดความกว้างของเส้นพลาสติกที่ตัดด้วยเครื่องตัดพลาสติก

ผลการห่อเส้นพลาสติกชนิด PET

สำหรับขวดพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET ที่ถูกตัดด้วยเครื่องตัดขวดพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET ให้มีขนาดความกว้างของเส้นพลาสติก 8.00, 10.00, 12.00 และ 14.00 mm แล้วนำไปห่อเส้นพลาสติกด้วยเครื่องห่อเส้นพลาสติกชนิด PET ที่ได้ออกแบบและสร้างไว้แล้ว ซึ่งลักษณะของเส้นพลาสติกที่ถูกห่อได้แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาคตัดขวางของเส้นพลาสติกชนิด PET ขนาดความกว้าง (ก) 8.00 (ข) 10.00 (ค) 12.00 (ง) 14.00 mm และ (จ) ลักษณะเส้นพลาสติกชนิด PET ที่ผ่านการห่อด้วยเครื่องห่อเส้นพลาสติก

จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่าเส้นพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET สามารถห่อเป็นเส้นที่มีลักษณะคล้ายเส้นกลม และคงสภาพอยู่ได้ในทุกขนาดความกว้างของเส้นพลาสติกเหลือทิ้ง เมื่อพิจารณาภาพที่ 6 (ก) ที่แสดงลักษณะการห่อของเส้นพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET จากเส้นพลาสติกที่มีความกว้างขนาด 8.00 mm จะเห็นได้ว่าบริเวณรอยต่อของเส้นพลาสติกนั้นแนบสนิทด้านใน โดยที่ขอบด้านนอกของเส้นพลาสติกไม่แนบสนิทกันส่งผลให้เกิดร่องระหว่างรอยต่อตลอดความยาวของเส้นพลาสติก ส่วนภาพที่ 6 (ข) ลักษณะการห่อของเส้นพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET จากเส้นพลาสติกที่มีความกว้างขนาด 10.00 mm นั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณรอยต่อของเส้นพลาสติกของขอบทั้ง 2 ข้างจรดกันแนบสนิททั้งด้านในและด้านนอก อีกทั้งลักษณะของภาคตัดขวางของเส้นพลาสติกมีลักษณะเป็นวงกลมตลอดความยาวของเส้นพลาสติก ในขณะที่ลักษณะการห่อของเส้นพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET จากเส้นพลาสติกที่มีความกว้างขนาด 12.00 mm ที่แสดงในภาพที่ 6 (ค) นั้น ลักษณะการห่อของเส้นพลาสติกจะมีปลายแผ่นพลาสติกด้านหนึ่งถูกม้วนห่อเข้าไปด้านใน ส่วนปลายแผ่นพลาสติกอีกด้านห่ออยู่ด้านนอกส่งผลให้เกิดเป็นร่องระหว่างรอยต่อตลอดความยาวของเส้นพลาสติก ซึ่งลักษณะการห่อของเส้นพลาสติกในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเช่นเดียวกับเส้นพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET จากเส้นพลาสติกที่มีความกว้างขนาด 14.00 mm แต่เนื่องจากความกว้างของเส้นพลาสติกที่มากขึ้นส่งผลให้เกิดการบีบอัดจนเส้นพลาสติกมีลักษณะของภาคตัดขวางที่ไม่เป็นวงกลมดังแสดงในภาพที่ 6 (ง) แต่อย่างไรก็ตามเพื่อศึกษาลักษณะของเส้นพลาสติกเหลือทิ้งชนิด PET ที่มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ โครงการจึงได้นำเส้นพลาสติกทั้ง 4 ขนาดไปทดสอบการป้อนเส้นพลาสติกดังกล่าวเข้าเครื่องพิมพ์ 3 มิติตลอดความยาวเส้น โดยผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะการเคลื่อนผ่านเฟืองขับเส้นพลาสติกของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

ขนาดความกว้างเส้นพลาสติก (mm)	ผลการทดสอบการเคลื่อนผ่านเฟืองขับเส้นของเส้นพลาสติก
8.00	เคลื่อนผ่านได้ช้าและไม่สม่ำเสมอ
10.00	เคลื่อนผ่านได้เร็วและสม่ำเสมอ
12.00	เคลื่อนผ่านได้เร็วและไม่สม่ำเสมอ
14.00	ไม่สามารถทดสอบได้

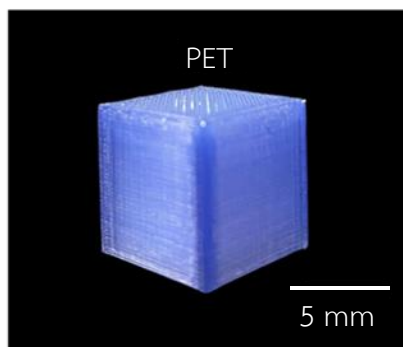
จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าเส้นพลาสติกที่ขนาดความกว้าง 8.00 mm จะมีการเคลื่อนผ่านเฟืองขับเส้นได้ช้าและไม่สม่ำเสมอเนื่องจากเส้นพลาสติกนี้มีร่องระหว่างรอยต่อตลอดความยาวของเส้นพลาสติกส่งผลให้เฟืองขับเส้นของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ไม่สามารถกดให้เส้นพลาสติกเคลื่อนที่ผ่านได้อย่างสม่ำเสมอ ในขณะที่เส้นพลาสติกที่ขนาดความกว้าง 10.00 mm สามารถเคลื่อนผ่านเฟืองขับเส้นของเครื่องพิมพ์ 3 มิติได้อย่างสม่ำเสมอเนื่องจากเส้นพลาสติกมีลักษณะเป็นวงกลมตลอดความยาวของเส้นพลาสติก ส่วนเส้นพลาสติกที่ขนาดความกว้าง 12.00 mm จะมีการเคลื่อนผ่านเฟืองขับเส้นได้เร็วและไม่สม่ำเสมอเนื่องจากเส้นพลาสติกมีด้านที่มีร่องระหว่างรอยต่อตลอดความยาวของเส้นพลาสติกส่งผลให้การขับของเฟืองตรงบริเวณที่ไม่มีร่องของเส้นพลาสติกจะสามารถขับได้เร็วเป็นปกติ แต่เมื่อเฟืองขับตรงบริเวณที่เป็นร่องของเส้นพลาสติกส่งผลให้การเคลื่อนที่

ของเส้นพลาสติกไม่สม่ำเสมอ สำหรับกรณีเส้นพลาสติกที่ขนาดความกว้าง 14.00 mm ขนาดของเส้นพลาสติกนั้น มีขนาดใหญ่กว่าช่องสำหรับใส่เส้นพลาสติกของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ จึงไม่สามารถทำการทดสอบได้

จากผลการทดลองในรูปที่ 6 และตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเส้นพลาสติกที่ตัดให้มีขนาดความกว้าง 10.00 mm และห่อด้วยเครื่องห่อเส้นพลาสติกชนิด PET จะให้ลักษณะเส้นพลาสติกที่เป็นเส้นกลมตลอด ความยาวของเส้นพลาสติกและสามารถผ่านเฟืองขับเส้นของเครื่องพิมพ์ 3 มิติได้ จากผลการทดลองทั้งหมดข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเครื่องตัดและเคลือบห่อเส้นพลาสติกชนิด PET อย่างง่ายสามารถผลิตเส้นพลาสติกที่ใช้สำหรับเครื่องพิมพ์ 3 มิติได้

ผลการขึ้นรูปของเส้นพลาสติกชนิด PET ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

ขวดพลาสติกเหลือทิ้งจากครัวเรือนชนิด PET สามารถขึ้นรูปเป็นเส้นพลาสติกและสามารถเคลื่อนผ่านเฟืองขับเส้นพลาสติกของเครื่องพิมพ์ 3 มิติได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวในการวิจัยขั้นตอนนี้จึงต้องการศึกษาความสามารถในการขึ้นรูปชิ้นงานจากเส้นพลาสติกชนิด PET ที่มาจากขวดพลาสติกเหลือทิ้งจากครัวเรือนด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ โดยทำการพิมพ์เป็นรูปทรงอย่างง่ายที่เป็นรูปทรงลูกบาศก์ (Cubic) ซึ่งผลการทดลองแสดงได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การขึ้นรูปเส้นพลาสติกชนิด PET ทรงลูกบาศก์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่าเส้นพลาสติกเหลือทิ้งจากครัวเรือนที่แปรรูปจากขวดพลาสติกชนิด PET สามารถขึ้นรูปเป็นทรงลูกบาศก์ขนาด 2x2 cm ที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ

สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเพิ่มมูลค่าและใช้ประโยชน์จากขวดพลาสติกเหลือทิ้งจากครัวเรือนนั้น โดยการนำไปมีดคัตเตอร์มาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องตัดขวดพลาสติกชนิด PET ให้เป็นแผ่นยาว ส่วนเครื่องห่อเส้นพลาสติกอย่างง่ายนั้นมีการพัฒนาจากการนำชิ้นส่วนของเครื่องพิมพ์ 3 มิติที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว โดยเครื่องตัดขวดพลาสติกที่สร้างขึ้นสามารถตัดแผ่นพลาสติกยาวชนิด PET ให้มีความกว้างได้หลายขนาดตั้งแต่ 8.00 ถึง 14.00 mm และสามารถนำแผ่นพลาสติกยาวชนิด PET ที่ตัดได้นี้ไปขึ้นรูปเป็นเส้นพลาสติกที่ใช้สำหรับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

นอกจากนี้เส้นพลาสติกชนิด PET จากขวดพลาสติกสามารถใช้เป็นเส้นพลาสติกสำหรับฉีดขึ้นรูปเป็นชิ้นงานด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติได้ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในภาคครัวเรือนหรือภาคอุตสาหกรรมได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยองที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือเครื่องมือสำหรับการทำงาน และขอขอบคุณภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีสำหรับการสนับสนุนงบประมาณการทำวิจัยให้สำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- Benson, N. U., D. E. Bassey, and T. Palanisami. 2021. Covid pollution: impact of Covid-19 pandemic on global plastic waste footprint. *Heliyon*. 7: e06343.
- Cheng, M. T., C. L. Horng, Y. R. Su, L. K. Lin, Y. C. Lin, and C. C. K. Chou. 2009. Particulate matter characteristics during agricultural waste burning in Taichung City, Taiwan. *Journal of Hazardous Materials*. 165: 187-192.
- Free, C. M., O. P. Jensen, S. A. Mason, M. Eriksen, N. J. Williamson, and B. Boldgiv. 2014. High levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin*. 85: 156-163.
- Hoosain, M. S., B. S. Paul, and S. Ramakrishna. 2020. The impact of 4IR digital technologies and circular thinking on the united nations sustainable development goals. *Sustainability*. 12: 10143.
- Lestari, P., and Y. Trihadiningrum. 2019. The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment. *Marine Pollution Bulletin*. 149: 110505.
- Pérez, B., H. Nykvist, A. F. Brøgger, M. B. Larsen, and M. F. Falkeborg. 2019. Impact of macronutrients printability and 3D-printer parameters on 3D-food printing: a review. *Food Chemistry*. 287: 249-257.
- Rahim, R., and A. A. A. Raman. 2017. Carbon dioxide emission reduction through cleaner production strategies in a recycled plastic resins producing plant. *Journal of Cleaner Production*. 141: 1067-1073.
- Song, Q., J. Li, and X. Zeng. 2015. Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. *Journal of Cleaner Production*. 104: 199-210.

การศึกษาระยะทางและอายุของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25

The study of Distance and the Age of Stars in the open cluster M25

เกศณีย์ สุฑู^{1*} ภัทรภรณ์ อินใจ¹ วิระภรณ์ ไหมทอง^{2*}

Ketsanee Suthu^{1*} Pattarporn Injai² Wiraporn Maithong³

¹ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

² ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

¹ Faculty of Education, Chiang Mai Rajabhat University, , Chiang Mai, 50300

² 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

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระยะทาง และอายุของกระจุกดาวเปิด M25 โดยการเก็บข้อมูลกระจุกดาวเปิด M25 โดยได้ทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายด้วยกล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง Takahashi TOA พร้อมด้วยซีซีดี ผ่าน Filter B และ Filter V ของระบบ UBV ด้วยการส่งถ่ายภาพผ่านเว็บไซต์ iTelescope.net แล้ววิเคราะห์ความเข้มแสงและฟลักซ์ของแสงดาว ด้วยโปรแกรม AstrolmageJ จากนั้นมาวิเคราะห์และคำนวณหาระยะทาง และอายุของกระจุกดาวเปิด M25 ผลการวิเคราะห์หาอายุของกระจุกดาวเปิด M25 มีค่าประมาณ 42.3 ล้านปี ระยะทางของกระจุกดาวเปิด M25 มีระยะทางประมาณ 794 พาร์เซก หรือ 2,589 ปีแสง

คำสำคัญ : M25 , กระจุกดาวเปิด , ลักษณะทางกายภาพของดาวฤกษ์

Abstract

The purpose of this research is to study the distance and the age M25 open cluster data were collected by Takahashi TOA refracting telescope with CCD through Filter B and Filter V of the UBV system by ordering images through the website. iTelescope.net The luminous intensity and flux of starlight were analyzed using AstrolmageJ program, then analyzed and calculated for the distance. The age of the M25 cluster is estimated to be 42.3 million years. The distance of M25 is about 794 parsecs or 2,589 light years.

Keywords : M25 , Open cluster , stellar physical characteristics

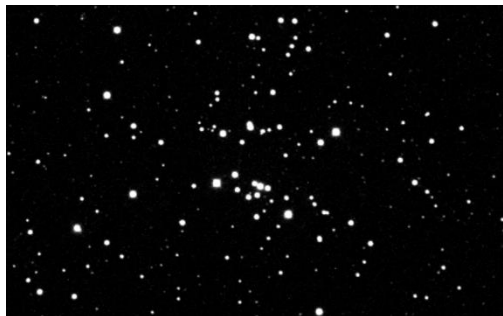
บทนำ

หากผู้สังเกตมองดูกาแลกซีทางช้างเผือกที่เป็นแถบพาดผ่านไปบนท้องฟ้า จะพบว่ามีการกระจุกกระจายของดาวที่เป็นองค์ประกอบในกาแลกซีทางช้างเผือกไม่สม่ำเสมอ บางตำแหน่งมีดาวอยู่กันเป็นกลุ่มหนาแน่นมาก บางตำแหน่งมีดาวอยู่น้อย กลุ่มของดาวอยู่ด้วยกันได้เพราะแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน เรียกกลุ่มดาวนี้ว่า กระจุกดาว (Star clusters) ดาวเหล่านี้มีความสำคัญต่อนักดาราศาสตร์อย่างมาก ดาวทุกดวงที่อยู่ในกระจุกดาวเดียวกันจะมีอายุที่ใกล้เคียงกัน ด้วยเหตุว่ากระจุกดาวเหล่านี้เกิดจากกลุ่มก๊าซขนาดใหญ่ที่บีบอัดตัวเปลี่ยนเป็นดาวฤกษ์จำนวนมาก ซึ่งข้อมูลที่ได้จากกระจุกดาวเหล่านี้จะให้ข้อมูลที่สอดคล้องกับทฤษฎีวิวัฒนาการของดาว ในการศึกษาครั้งนี้จะวิเคราะห์ทางแสงของกระจุกดาวเปิด M25 โดยคำนวณถึงระยะทาง และอายุของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 ที่อยู่ในกลุ่มดาวคนยิงธนู ซึ่งมีความสว่าง 4.6 มีขนาด 32 ลิปดาห่างจากโลกเรา 2,000 ปีแสง ได้มีการค้นพบในปี พ.ศ. 2306-2307 โดย Phillippe Loys de Cheseaux กระจุกดาวเปิด M25 ประกอบไปด้วยดาวประมาณ 50 ดวง สามารถดูได้ด้วยกล้องดูดาวขนาดเล็ก

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์ทางแสงของกระจุกดาวเปิด M25 ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาระยะทางและอายุ ตลอดจนคำนวณหาอุณหภูมิยังผล และขนาดของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ถ่ายภาพกระจุกดาวเปิด M25 จากกล้อง T5 จะได้ภาพ ดังภาพ 1 และ 2



ภาพที่ 1 กระจุกดาวเปิด M25 ใน Filter B



ภาพที่ 2 กระจุกดาวเปิด M25 ใน Filter V

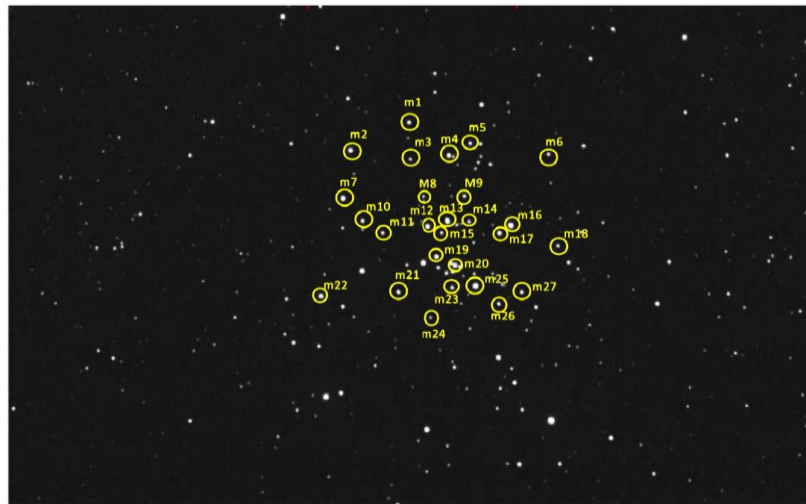
- 2) หาค่า Intensity จากโปรแกรม AstrolmageJ และหาค่าแมกนิจูดของดาวอ้างอิงจากโปรแกรม Aladin
- 3) คำนวณหาแมกนิจูดปรากฏของดาวในกระจุกดาวเปิด M25 ใน Filter B และ Filter V โดยอาศัย

ความสัมพันธ์ระหว่าง Intensity กับฟลักซ์ จากนั้นนำค่าแมกนิจูดปรากฏที่ได้มาสร้างแผนภาพ H-R diagram โดยให้ แกน x เป็น ค่าดัชนีสี (B-V) และแกน y เป็นค่าแมกนิจูดใน Filter V

- 4) คำนวณหาระยะทาง และอายุของกระจุกดาวเปิด M25 นวณหาอุณหภูมิยังผล และขนาดของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25
- 5) สรุปและอภิปรายผล

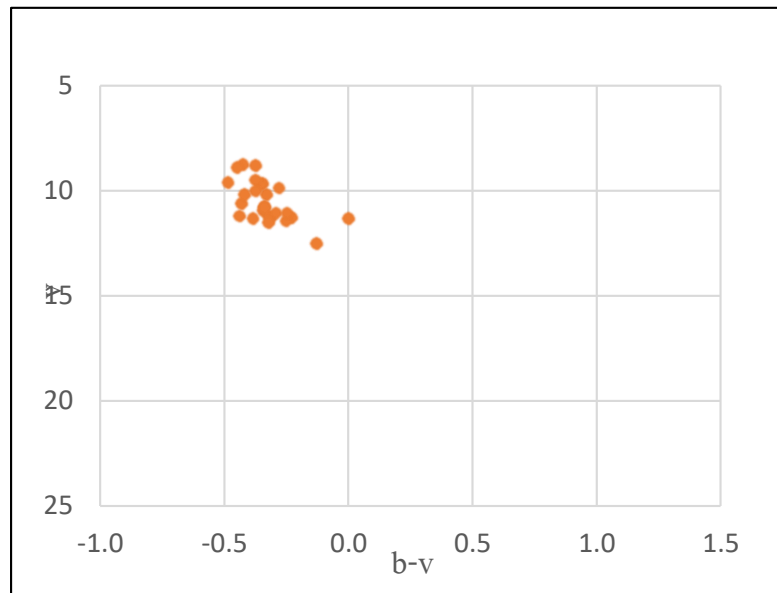
ผลการวิจัย

ทำการเก็บข้อมูลถ่ายภาพกระจุกดาวเปิด M25 ด้วยกล้องโทรทรรศน์อัตโนมัติ iTelescope T5 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการ رصدดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 ที่ต้องการศึกษาจำนวน 27 ดวง ดังภาพที่ 3 แล้วนำภาพถ่ายกระจุกดาวทำการวิเคราะห์หาค่า Intensity ด้วยโปรแกรม AstroimageJ และหาค่าแมกนิจูด ด้วยโปรแกรม Aladin เพื่อนำไปคำนวณหาค่าโชติมาตรปรากฏ จากนั้นนำค่าที่ได้มาสร้างแผนภาพ เฮิร์ตสซ ปรุง-รัสเซลล์ และวิเคราะห์หาค่าโชติมาตรสมบูรณ์ เพื่อหาอายุ และระยะทางขนาดของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25



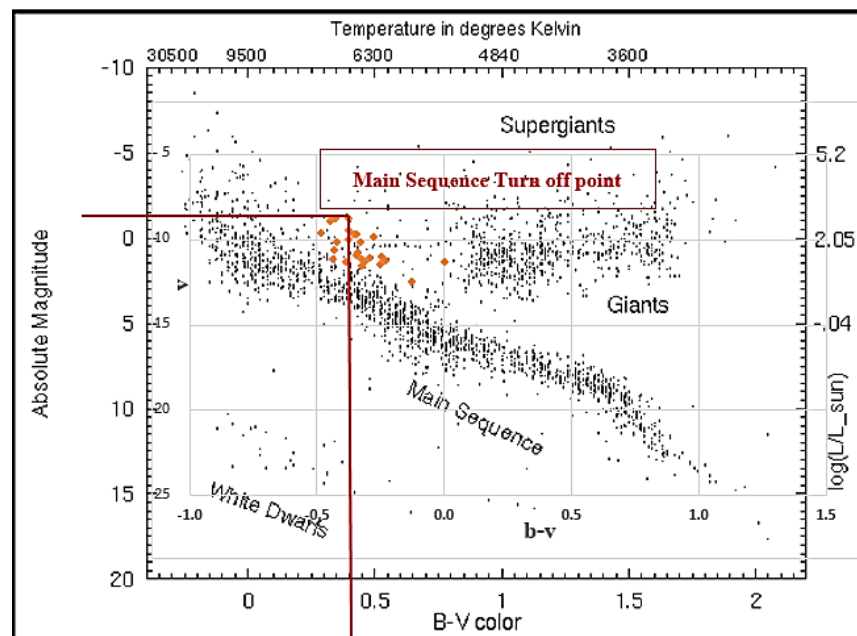
ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งดาว 27 ดวง

นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกระจุกดาวเปิด M25 มาสร้างแผนภาพ เฮิร์ตสซปรุง-รัสเซลล์ โดยกำหนด แกน X เป็นเป็นค่าดัชนีสี (b-v) และแกน Y เป็นค่าโชติมาตรปรากฏ(v) จะได้กราฟ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภาพเฮิร์ตสปรุง-รัสเซลล์ของกระจุกดาวเปิด M25

เมื่อสร้างแผนภาพ เฮิร์ตสปรุง-รัสเซลล์ของกระจุกดาวเปิดเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำแผนภาพเฮิร์ตสปรุง-รัสเซลล์ที่ได้มาซ้อนทับกับแผนภาพ เฮิร์ตสปรุง-รัสเซลล์มาตรฐานเมื่อเทียบภาพซ้อนทับแล้วจะสามารถทราบจุดเบนออกจากแถบกระบวนหลักของกระจุกดาวผลที่ได้เป็นไป ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การซ้อนทับแผนภาพเฮิร์ตสปรุง-รัสเซลล์ของกระจุกดาวเปิด M25 กับ
 แผนภาพเฮิร์ตสปรุง-รัสเซลล์มาตรฐาน

จากภาพที่ 5 แผนภาพเฮิร์ตซ์-รัสเซลล์ ของกระจุกดาวเปิด M25 เมื่อวิเคราะห์ในแกน x จะได้ค่า B-V ของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 จำนวน 27 ดวง พบว่าเมื่อเทียบลำดับหลักของกระจุกดาวเปิด M25 กับลำดับหลักของแผนภาพเฮิร์ตซ์-รัสเซลล์มาตรฐาน เพื่อหาค่าแมกนิจูดสัมบูรณ์ (Absolute Magnitude) ได้เท่ากับ -0.7 และค่าแมกนิจูดปรากฏ (Apparent Magnitude) เท่ากับ 8.8 แล้วนำมาคำนวณหาระยะทางจากสมการที่ (2) ได้เท่ากับ 794 พาร์เซก (pc) หรือ 2,589 ปีแสงและจากระยะทางที่คำนวณได้นี้ สามารถนำไปคำนวณหาค่าอายุของกระจุกดาวเปิด M25 พบว่าอายุของกระจุกดาวเปิด M25 มีค่าอยู่ที่ 42.3 ล้านปี

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาอายุ ระยะทาง อุณหภูมิ และขนาดของกระจุกดาวเปิด M25 ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งนี้พบว่า ระยะทางและอายุของกระจุกดาวเปิด M25 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ A.L. Tadross, A.I. Osman, M.A. Marie, and S.M. Hassan National Research Institute of Astronomy and Geophysics, 2004 ที่ศึกษาพบว่าระยะทางของกระจุกดาวเปิด M25 มีระยะทางจากโลกประมาณ 600 พาร์เซก อายุของกระจุกดาวเปิด M25 มีค่าประมาณ 94.5 ล้านปี ผลการวิเคราะห์ที่มีความแตกต่างอาจเกิดจากวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลรวมถึงการเคลื่อนที่ของกระจุกดาวและคลาดเคลื่อนจากการวัด

สรุปผล

จากการศึกษาทางกายภาพกระจุกดาวเปิด M25 โดยใช้วิธีการส่งถ่ายภาพผ่านเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์อัตโนมัติ iTelescope ในงานนี้ทดลองใช้กล้องหักเหแสง Takahashi TOA จากระบบ iTelescope เมื่อนำภาพที่ส่งถ่ายโดยใช้ Filter B และ Filter B มาวิเคราะห์ เพื่อหาระยะทางและอายุของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M25 พบว่าระยะทางระหว่างทางกระจุกดาวเปิด M25 ถึงโลก มีค่าเท่ากับ 794 พาร์เซก (pc) หรือ 2,589 และอายุของกระจุกดาวเปิด M25 มีค่าอยู่ที่ 42.3 ล้านปี

เอกสารอ้างอิง

โชติ เนื่องนันท์ และชีวะ ทศนา.(2560).การหาอายุ และระยะทางของกระจุกดาวทรงกลม M3 กระจุกดาวเปิด M35 M44 และ M67 ด้วยเทคนิคซีซีดีโฟโตเมทรีและการศึกษาเปรียบเทียบ.เข้าถึงได้จาก <http://www.eresearch.rbru.ac.th/pdf-uploads/thesis-1749-file05-2020-04-27-10-22->
สารานุกรมดาราศาสตร์ออนไลน์.(ม.ป.ป).ฟิวเตอร์.[ระบบออนไลน์].เข้าถึงได้จาก http://119.46.166.126/self_all/selfaccess10/m4/science4_1/cai/darasart_ipst/public/teacherencyclodetail_ans_inc.php?id=184.htm.สืบค้น เมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2564.

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (2550).กระจุกดาวเปิด M48.เข้าถึงได้จาก

http://www.pw.ac.th/emedial/media/science/lesa/messier_object/html/catalog/m048.html.

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์.(2550).การถ่ายภาพวัตถุอวกาศด้วย iTelescope. เข้าถึงได้จาก

<http://www.lesa.biz/astronomy/telescope/itelescope>.

Tadross Osman Marie and Hassan.(2004).Photometric Review of Open Cluster M25. Cairo University , Egypt.

การศึกษาผลสัมฤทธิ์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้
แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league

The study of learning achievement and achievement motivation in
mathematics on exponents of Mathayom Suksa 2 students using a
collaborative learning management with Math league technique

สรนันท์ โคตบุตร^{1*} ปนัดดา สังข์ศรีแก้ว² และวรรณพล พิมพะสาลี³

Soranant Khutbut^{1*}, Panadda Sangsrikeaw² and Wannapol Pimpasalee³

¹ นักศึกษา , สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

¹ Student of mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ , สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

² Lecturer of mathematics, the Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

³ อาจารย์ , สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

³ Lecturer of science and mathematics, the Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University

*Corresponding author E-mail: Soranan.kh@ksu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league และ 3) ศึกษาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนม่วงมิตรวิทยาคม อำเภอโพธารอง จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวนนักเรียนทั้งหมด 55 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนม่วงมิตรวิทยาคม อำเภอโพธารอง จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวนนักเรียนทั้งหมด 48 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามวัดแรงจูงใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละและทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league มีค่าเท่ากับ 84.00 / 81.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และ 3) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.61)

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์, การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ, เทคนิค Math league

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop the effectiveness of the learning management plan on exponents of Mathayomsuksa 2 students according to the performance criterion 80/80. 2) to compare the learning achievement on exponents of Mathayomsuksa 2 students by using collaborative learning management with the Math league technique, and 3) to study the achievement motivation of students studying with collaborative learning. with Math league technique on exponentiation of Mathayomsuksa 2 students. The population used in the research were Mathayomsuksa 2 students of MuangMitWittayakom School, Phon Thong District, Roi Et Province. The total number of students was 55. The sample used in the research were Mathayom Suksa 2 students of MuangMitWittayakom School, Phon Thong District, Roi Et Province. A total of 48 students were drawn by simple random sampling. The research tools were learning management plans, Achievement test, Motivation questionnaire Statistics used in data analysis were mean, and standard deviation, and Paired Samples t-test.

The results showed that The 1) efficiency of the learning management plan using collaborative learning management with Math league technique is equal to 84.00 / 81.74 which is in accordance with the criteria set 80/80 2) The learning achievement on exponentiation of Mathayomsuksa 2 students after using the cooperative learning management by Math league technique was higher than before at the statistical significance level of .05. 3) and the achievement motivation of students who studied with collaborative learning management with Math league technique was at a high level. ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.61)

Keywords : achievement, achievement motivation, Collaborative Learning, Math league technique

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ

และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนม่วงมิตรวิทยาคม อำเภอโพธารอง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 นักเรียนมีผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 50.23 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 พบว่า นักเรียนมีผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลงเฉลี่ยร้อยละ 50.16 โดยเฉพาะในเรื่องเลขยกกำลัง ซึ่งเนื้อหาเรื่องนี้จะนำไปใช้ในการเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำให้ส่งผลต่อการสอบ O - NET ด้วยผลจากการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O - NET) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อได้พิจารณาในรายละเอียด พบว่า นักเรียนยังมีปัญหาด้านความรู้ความเข้าใจและขาดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน เกี่ยวกับ เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานในการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และสำหรับการเรียนต่อในชั้นที่สูงขึ้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องนี้จะต้องได้รับการพัฒนาเป็นอย่างดี

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เป็นเนื้อหาที่ยากและเป็นนามธรรมทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ขาดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน เมื่อผู้สอนถ่ายทอด หรืออธิบายให้นักเรียนเข้าใจ เป็นเรื่องที่ยากตามมา จีระศักดิ์ นุ่นปาน (2553) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรรู้จักเลือกใช้วิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายมากที่สุด และนอกจากวิธีการสอนแล้ว สื่อการเรียนรู้ ก็มีความสำคัญในการส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนเช่นกัน กล่าวคือ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถและความต้องการ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันโดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาส่งเสริมกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีข้อดีหลายประการ เช่น ช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นของนักเรียน, ช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียน ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการเรียน ส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีวิสัยทัศน์หรือมุมมองกว้างขึ้นช่วยการปรับตัวในสังคมดีขึ้น ร่วมกับเทคนิค MATH LEAGUE ซึ่งเป็นเทคนิคที่สอดแทรกอยู่ในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ และจะไม่กระทบต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมซึ่งครูผู้สอนสามารถใช้สื่อการสอนและสอนเนื้อหาสาระได้ตามที่คาดหวังใน หลักสูตรของโรงเรียน ซึ่งเทคนิค Math League นั้น ชื่อ Math หมายถึง คณิตศาสตร์ ส่วนคำว่า League ก็คือ League การแข่งขันที่มีการจัดอันดับตารางคล้าย ๆ การแข่งขัน League ทางฟุตบอล ที่พบเห็นอยู่ทั่วไป ซึ่งเทคนิค Math League จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษาไทยในยุคที่นักเรียนมีความสนใจในการเรียนต่ำลง ช่องว่างทางการศึกษามากขึ้นนักเรียนที่เก่งก็จะเก่งมาก ส่วนนักเรียนที่อ่อนก็จะอ่อนมากและมีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เพราะเป็นกิจกรรมที่สอดคล้อง

กับผู้เรียนมากที่สุด และสอดคล้องกับความต้องการของสังคมที่ต้องการให้นักเรียนในชั้นมัธยมมีความเป็นปี่เลิศ
ในทางวิชาการ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค
Math league ทั้งนี้ผู้วิจัยหวังว่าหากมีการนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league ไปใช้ใน
การจัดการเรียนการสอน เรื่อง เลขยกกำลัง ของผู้เรียนแล้วก็น่าจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นและ
มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน ตลอดจนส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู และกิจกรรม
การเรียนของผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จตามที่ได้กำหนดไว้ อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้เป็น
พื้นฐานความรู้สำหรับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น รวมทั้งยังเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนสามารถ
นำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการสอนสำหรับสอนเนื้อหาอื่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ
 E_1/E_2 เท่ากับ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league
3. เพื่อศึกษาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค
Math league เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนม่วงมิตรวิทยาคม
อำเภอโพธารอง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 55 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนม่วงมิตรวิทยาคม
อำเภอโพธารอง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 48 คน ซึ่งได้มาจากการ
สุ่มอย่างง่าย โดยผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie &
Morgan, 1970 อ้างใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2543)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 แผน โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93$, S.D. =
0.24)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยมีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 , อำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.25 – 0.84 , ค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.40 - 0.82 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.76

3. แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 , อำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 – 0.55 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.91

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที และทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league จำนวน 50 นาที ซึ่งรายละเอียดการดำเนินการทดลองมีดังนี้

1. ขอความอนุเคราะห์จากรองผู้อำนวยการโรงเรียนม่วงมิตรวิทยาคม อำเภอโพธารอง จังหวัดร้อยเอ็ด เพื่อทำการทดลองสอนในการศึกษาค้นคว้า ครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้

3. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league เสร็จสิ้นจะมีใบงานท้ายกิจกรรมให้นักเรียนทำ

4. เมื่อผู้เรียนเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league เสร็จสิ้นครบแล้วจึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบและแบบสอบถามแรงจูงใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league

5. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน หาค่าประสิทธิภาพ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และแรงจูงใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league เรื่อง เลขยกกำลัง โดยการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยหรือแบบทดสอบหลังเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league แต่ละชุดรวมกันกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) หากจากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง หลังสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent)

3. วิเคราะห์แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาตรวจให้คะแนน และนำมาหาค่าร้อยละก่อนเรียนของนักเรียน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตศาสตร์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยเป็นตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league

รายการ	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	ร้อยละ	ประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน	50	42.00	2.53	84.00	84.00 / 81.74
หลังเรียน	30	24.52	2.22	81.74	

จากตารางที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 84.00 / 81.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league

การเปรียบเทียบ		n	\bar{x}	S.D.	t	p - value
รวม	ก่อนเรียน	48	8.94	2.99	-117.52	0.000
	หลังเรียน	48	24.52	2.20		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับแรงจูงใจ		
		\bar{x}	S.D	แปลผล
1	เมื่อฉันไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระหว่างเรียนฉันจะเก็บเอาไว้ถามครูหลังเลิกเรียน	4.21	0.58	มาก
2	ฉันชอบแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	4.23	0.62	มาก
3	ฉันอยากทำโจทย์คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ครูมอบหมาย	4.13	0.67	มาก
4	ฉันอยากเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพราะฉันคิดว่ามีประโยชน์ต่อตัวฉัน	4.04	0.64	มาก
5	ฉันจะตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อฝึกให้ตนเองเป็นคนเก่ง	4.17	0.59	มาก
6	ฉันพยายามทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ให้เสร็จด้วยตนเอง	4.27	0.57	มาก
7	ฉันอยากจะทำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ให้ดี	4.15	0.65	มาก
	แรงจูงใจภายใน	4.17	0.08	มาก
8	การเรียนคณิตศาสตร์ทำให้ฉันสามารถแก้ปัญหาได้เป็นขั้นตอน	4.40	0.67	มาก
9	ฉันให้ความร่วมมือกับเพื่อนในการเรียนเสมอ เพราะเพื่อนจะให้การยอมรับ	4.54	0.58	มากที่สุด
10	ฉันรู้สึกมีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะบรรยากาศในชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้	4.52	0.58	มากที่สุด
11	ฉันต้องการทำงานวิชาคณิตศาสตร์ที่ครูมอบหมายให้เสร็จก่อนคนอื่น	4.31	0.58	มาก
12	ฉันตอบคำถามอยู่เสมอ เมื่อครูให้คะแนน	4.50	0.58	มาก
13	ฉันจดจำสิ่งที่ครูสอนได้ และคิดว่าเนื้อหาบทเรียนมีประโยชน์กับฉัน	4.06	0.66	มาก
14	ฉันตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมาย เพราะครูจะให้รางวัล	4.42	0.64	มาก

15	ฉันสนใจทำกิจกรรมในชั้นเรียน เพราะรู้สึกสนุกและได้รับความรู้ และคำชื่นชมจากครู	4.58	0.49	มากที่สุด
ข้อ	รายการประเมิน	ระดับแรงจูงใจ		
		\bar{x}	S.D	แปลผล
		แรงจูงใจภายนอก	4.42	0.17
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.30	0.61	มาก

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีแรงจูงใจต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.61) โดยแรงจูงใจภายในอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.17$, S.D. = 0.08) และแรงจูงใจภายนอกอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.42$, S.D. = 0.17) ตามลำดับ เมื่อพิจารณารายชื่อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ ฉันสนใจทำกิจกรรม ในชั้นเรียน เพราะรู้สึกสนุกและได้รับความรู้ และคำชื่นชมจากครู อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.49) รองลงมา คือ ฉันให้ความร่วมมือกับเพื่อนในการเรียนเสมอ เพราะเพื่อนจะให้การยอมรับ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.58) และ ฉันรู้สึกมีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะบรรยากาศในชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.58) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ฉันอยากเรียน วิชาคณิตศาสตร์เพราะฉันคิดว่ามีประโยชน์ต่อตัวฉัน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.64)

วิจารณ์ผล

1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league พบว่า ประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ $84.00 / 81.74$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league มีขั้นตอนการสร้างเป็นระบบและครอบคลุมเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ ได้แก่ ศึกษาวิเคราะห์ แนวคิด หลักการจัดการศึกษาและสาระสำคัญของหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัด ทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์สังเคราะห์สภาพปัจจุบันและปัญหาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน นอกจากนี้ยังได้มีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ และแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้มีความสมบูรณ์ และโดยพื้นฐานของนักเรียนส่วนใหญ่มีความพร้อมในการร่วมกิจกรรม ครูผู้สอนได้ดำเนินการจัดกิจกรรมอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับวัยของนักเรียน ซึ่งจากผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ นที ยงยุทธ

และสุนิตย์ตา เย็นทั่ว (2564) ที่ศึกษาการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ เรื่อง คำทับศัพท์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math League สำหรับนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดยผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้เกมคอมพิวเตอร์ เรื่อง คำทับศัพท์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math League มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80.94/80.70 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภาศิริ ปราโมทย์ (2561) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกมเพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม เรื่อง การบวก การลบ และการคูณทศนิยม สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่ ชุดที่ 1 เรื่อง การบวกทศนิยม ชุดที่ 2 เรื่อง การลบทศนิยม ชุดที่ 3 เรื่อง การคูณทศนิยม และ ชุดที่ 4 เรื่อง การบวก การลบ การคูณระคนของทศนิยม รวม 4 ชุด ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เท่ากับ 85.37.179.01 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league พบว่า นักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนม่วงมิตรวิทยาคม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของสุกานดา สุวรรณรัตน์ (2562) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยกิจกรรม MATH LEAGUE มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น และเพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการดีขึ้นเมื่อเทียบกับการสอนแบบปกติเพียงอย่างเดียว และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาดังกล่าวยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ อิสลาม จุติพร อัสวโสวรรณ และ มนิต พลหลา (2562) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math League ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math League สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภาศิริ ปราโมทย์ (2561) ที่ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกมเพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ และการคูณทศนิยม โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกม ด้านความเข้าใจ ด้านการวิเคราะห์ และด้านทักษะกระบวนการหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league เรื่อง เลขยกกำลัง อยู่ในระดับมาก โดยแรงจูงใจภายใน และแรงจูงใจภายนอกอยู่ในระดับมาก ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ฉันทสนใจทำกิจกรรมในชั้นเรียน เพราะรู้สึกสนุกและได้รับความรู้ และคำชื่นชมจากครู รองลงมา คือ ฉันทให้ความร่วมมือกับเพื่อนในการเรียนเสมอ เพราะเพื่อนจะให้การยอมรับ และ ฉันทรู้สึกมีความสุขเมื่อได้เรียน

วิชาคณิตศาสตร์ เพราะบรรยากาศในชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ตามลำดับ ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ฉันทายกเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพราะฉันคิดว่ามีประโยชน์ต่อตัวฉัน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league ทำให้ผู้เรียนต้องการความร่วมมือ และต้องการที่จะให้ความร่วมมือกับเพื่อน สอดคล้องกับแนวคิดของมาลิวัล เลิศสาครศิริ (2546: 41-42) ที่กล่าวว่าการสร้างแรงจูงใจในการเรียนการสอนมีความจำเป็นอย่างยิ่ง และเป็นหัวใจของการสอนที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ตั้งใจเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของวรทา รุ่งบานจิต และคณะ (2559) ที่ระบุว่าแรงจูงใจภายนอกสามารถส่งเสริมการเรียนรู้และความสามารถของนักเรียนได้ เช่น การเสริมแรงภายนอกเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมบางอย่างจะช่วยเพิ่มเวลาในการทำงานและมีแนวโน้มทำให้สามารถพัฒนาตนเองได้ และยังสอดคล้องกับแนวคิดของสมศักดิ์ ภูวิภาตาวรรธ (2554) ที่กล่าวถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือว่าเป็นวิธีการเรียนที่มีการจัดกลุ่มการทำงาน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มพูนแรงจูงใจทางการเรียน การเรียนแบบร่วมมือไม่ใช่วิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มรวมกันแบบธรรมดาแต่เป็นการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างอย่างชัดเจน จากการศึกษาที่สมาชิกแต่ละคนในทีมมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ในการเรียนรู้และสมาชิกทุกคนจะได้รับการกระตุ้น ให้เกิดแรงจูงใจเพื่อที่จะช่วยเหลือและเพิ่มพูนเนื้อเรื่อง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

- 1) จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math League สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนั้นครูสามารถนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Math League ไปใช้ในเนื้อหาอื่นของวิชาคณิตศาสตร์
- 2) ก่อนจัดการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Math League นั้นครูต้องศึกษาบทบาทของตนเองในทุกขั้นตอนจนเกิดความชำนาญ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ
- 3) ครูควรมีการวางแผนการจัดสรรเวลาให้เหมาะสม เพื่อให้ให้นักเรียนได้เนื้อหาสาระครบถ้วน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Math League ใช้เวลามากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค Math League ต่อทักษะด้านอื่น ๆ เช่น ความคงทนต่อการเรียนรู้ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น เนื่องจากระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Math League นักเรียนจะต้องเจอกับปัญหาต่าง ๆ และหาวิธีแก้ไขเพื่อให้กลุ่มได้รับชัยชนะจากการแข่งขันดังนั้นการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว น่าจะช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี และทำให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้
- 2) ควรใช้เทคนิคเพิ่มเติมร่วมกับเทคนิค Math League เช่น เทคนิค Group Investigation (GI) ที่เน้นให้นักเรียนสืบค้นความรู้หรือแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบในประเด็นที่น่าสนใจ หรือปรับใช้เทคนิค Co-op

Co-op ที่เน้นกิจกรรมเกี่ยวกับการคิดระดับสูงทั้งการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ นอกจากนี้ควรวิจัยโดยจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ร่วมกับเทคนิคอื่นให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้

3) ควรนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นนั้น ไปใช้กับนักเรียนโรงเรียนอื่น เพื่อศึกษาหาข้อเปรียบเทียบถึงบริบทที่แตกต่างกับการศึกษาในครั้ง นี้ เช่น ขนาดของโรงเรียน จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน เป็นต้น

สรุปผล

1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league พบว่า ประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 84.00 / 81.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league พบว่า นักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนม่วงมิตรวิทยาคม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math league เรื่อง เลขยกกำลัง อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.61) โดยแรงจูงใจภายใน และแรงจูงใจภายนอกอยู่ในระดับมาก ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ ฉันสนใจทำกิจกรรมในชั้นเรียน เพราะรู้สึกสนุกและได้รับความรู้ และคำชื่นชมจากครู รองลงมา คือ ฉันให้ความร่วมมือกับเพื่อนในการเรียนเสมอ เพราะเพื่อนจะให้การยอมรับ และ ฉันรู้สึกมีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะบรรยากาศในชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ตามลำดับ ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ฉันอยากเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพราะฉันคิดว่ามีประโยชน์ต่อตัวฉัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงเรียนม่วงมิตรวิทยาคม ที่เอื้อเพื่อเอกสาร ข้อมูลและสถานที่ในการทำวิจัย และขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ปณิตดา สังข์ศรีแก้ว และอาจารย์วรรณพล พิมพะสาสิทธิ์ ที่คอยช่วยเหลือเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำและสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ.

- นที ยงยุทธ และสุนิตย์ตา เย็นท้าว. 2564. การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ เรื่อง คำทับศัพท์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math League สำหรับนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, *วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์* 8(10): 44–58.
- ประภาศิริ ปราโมทย์. 2561. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับเกมเพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- ปัทมาสน์ งามอนันต์. 2563. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เกมมิฟิเคชันเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษา มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- ภาณุวัฒน์ สายสินธุ์ วรณธิดา ยลวิลาศ และวรรณพล พิมพะสาลี. 2563. การพัฒนาทักษะการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วย เทคนิค Math League สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏสมเด็จพระเจ้าพระยา, *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา* 5(2): 21–32.
- มนธิรา ชื่นชมพุท พงศธร มหาวิทยาลัย และวิภารัตน์ แสงจันทร์. 2563. การพัฒนากิจกรรมคณิตศาสตร์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันเพื่อเสริมสร้าง ทักษะการสื่อสารและแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, *ศึกษาศาสตร์สาร* 4(2): 98–110.
- เรวดี ศรีสุข, พย.ม. 2562. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative learning) ในการออกแบบจัดการเรียนการสอน. แหล่งข้อมูล: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/SNC/article/view/243012/165258>. ค้นเมื่อ 19 สิงหาคม 2565.
- วิไลวรรณ อิสลาม จุติพร อศวโสวรรณ และ มนิต พลหลา. 2562. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Math League ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคใต้, *วารสารเทคโนโลยีภาคใต้* 12(1): 44.
- สุกานดา สุวรรณรัตน์. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยกิจกรรม MATH LEAGUE. วิจัยในชั้นเรียน โรงเรียนนายายอามพิทยาคม จันทบุรี.

การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดของการแจกแจงปัวซอง

Point Estimation of Poisson Parameter

นิตยา ภูวงค์^{1*} ชิตชนก คำนาง¹ หยาดพิรุณ สุภรกรสกุล¹

Nittaya Phuwong^{1*} Chitchanok Khamnang¹ Yadpirun Supharakonsakun¹

¹ สาขาคณิตศาสตร์และวิทยาการข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 67000

¹ Department of Mathematics and Data Science, Faculty of Science and Technology,
Phetchabun Rajabhat University 67000

*Corresponding author E-mail: st631102132109@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการประมาณค่าแบบจุดของพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปัวซองโดยวิธีเบส์ (Bayes) เมื่อกำหนดการแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) ภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสีย 2 ฟังก์ชันได้แก่ ฟังก์ชันการสูญเสียความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (B_{SL}) และฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสอง (B_{QL}) และเปรียบเทียบกับวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE) โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ

ผลจากการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE) ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุด เมื่อ พารามิเตอร์มีค่าเท่ากับ 0.8 ถึง 2 ในขณะที่วิธีเบส์ที่กำหนดฟังก์ชันการสูญเสียความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (B_{SL}) ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุด เมื่อพารามิเตอร์มีค่าเท่ากับ 0.1 ถึง 0.5

คำสำคัญ : การแจกแจงปัวซอง, วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด, วิธีเบส์, ฟังก์ชันการสูญเสียความคลาดเคลื่อนกำลังสอง, ฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสอง

Abstract

The objective of this research is to investigate point estimation of Poisson parameter by using Bayes approach when a prior is exponential distribution under Square Error (B_{SL}) and Quadratic (B_{QL}) Loss Functions. The comparative study of the proposed methods is also to compare with an maximum likelihood estimator (MLE). A mean square error (MSE) is used to comparison criteria by a small desiration.

The results indicate that MLE provide the minimum MSE for when parameter λ is equal to 0.8 to 2. Meanwhile, B_{SL} yeild the minimum MSE when λ is equal to 0.1 to 0.5.

Keywords : Poisson distribution, maximum likelihood estimator, squire error loss function, quadatic loss function

บทนำ

การแจกแจงปัวซองมีบทบาทสำคัญในทางสถิติโดยการสังเกตเหตุการณ์ที่ไม่ต่อเนื่องแต่นับได้ที่สัมพันธ์กับช่วงความต่อเนื่อง ซึ่งเกิดจากสถานการณ์ต่างๆหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่สนใจเกิดขึ้นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งหรือพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งที่เราสงสัย เช่น จำนวนผู้มาใช้บริการไปรษณีย์ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวนผู้ประสบอุบัติเหตุบริเวณหน้าโรงพยาบาลเพชรบูรณ์ เป็นต้น ดังนั้นการแจกแจงปัวซองจึงเป็นการศึกษาเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจที่ในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่งหรือพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง เช่น จำนวนนักศึกษาปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่เข้าใช้บริการห้องสมุดครั้งแรกตั้งแต่เวลา 11:00 ถึง 12:00 น. เป็นต้น

การศึกษาลักษณะของประชากรที่มีขนาดใหญ่ อาจจะเป็นเรื่องยากที่จะทราบถึงคุณลักษณะของประชากรนั้นได้ ดังนั้นจึงมีการนำการอนุมานเชิงสถิติมาใช้ในการศึกษา โดยการอนุมานเชิงสถิติเป็นวิธีการใช้ข้อมูลที่ได้จากตัวอย่างเพื่อสรุปผลเกี่ยวกับประชากรคือการประมาณค่าพารามิเตอร์ ดังนั้นการประมาณค่าพารามิเตอร์ในทางสถิติ มีแนวคิดโดยทั่วไปว่าพารามิเตอร์เป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า จึงใช้ข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะได้ตัวสถิติ เพื่อใช้อ้างอิงถึงพารามิเตอร์ในประชากร ซึ่งในการประมาณค่าพารามิเตอร์มี 2 แบบ คือ การประมาณค่าแบบจุด (point estimation) เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สนใจด้วยค่าสถิติเพียงค่าเดียวหรือจุดเพียงจุดเดียว ซึ่งการประมาณค่าแบบนี้อาจมีค่าเท่ากับค่าพารามิเตอร์หรืออาจมีโอกาสที่จะได้ค่าคาดเคลื่อนไปจากพารามิเตอร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหน่วยตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ ส่วนการประมาณค่าแบบช่วง (interval estimation) เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ว่าจะอยู่ช่วงใดช่วงหนึ่งด้วยความเชื่อมั่นที่สามารถกำหนดได้

ในการศึกษาเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ รุ่งตะวัน วัฒนธ (2553) ได้ดำเนินการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าสำหรับค่าเฉลี่ยประชากรของการแจกแจงเอ็กโปเนนเชียล โดยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ 2 ชนิด คือ การประมาณค่าแบบจุด และการประมาณค่าแบบช่วง การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแบบช่วงสำหรับค่าเฉลี่ยประชากรของการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง ผลจากการศึกษาพบว่าวิธีที่ให้ค่าความน่าจะเป็นครอบคลุมและให้ค่าเฉลี่ยความกว้างของช่วงความเชื่อมั่นแคบที่สุด คือ วิธีเบส์ที่มีการแจกแจงก่อนแบบแกมมาต่อมา ภูษา แซ่ฮุย (2559) เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดด้วยวิธีเบส์ (Bayesian method) วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (ordinary least square method) และวิธีบูตสเตรปแบบใช้พารามิเตอร์ ผลจากการศึกษาพบว่า วิธีเบส์มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับทุก ๆ สถานการณ์ที่กำหนด รองลงมาคือวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสเตรปแบบใช้พารามิเตอร์มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ต่อมา ฉัตรวดี กิจแก้ว (2562) ได้เปรียบเทียบวิธีการประมาณแบบช่วงความเชื่อมั่น สำหรับพารามิเตอร์ของการแจกแจงแบบปัวซอง 3 วิธี คือ วิธีการประมาณแบบปกติ (Normal method) วิธีการประมาณแบบไค-สแควร์ (Chi-Square method) และวิธีการประมาณแบบเบส์ (Bayesian method) ผลการวิจัยพบว่า ทุกระดับความเชื่อมั่นที่ได้กำหนดให้ผลการศึกษาทั้ง 3 วิธีไม่แตกต่างกัน และค่าความยาวเฉลี่ยของช่วงความเชื่อมั่นจะแปรตามระดับความเชื่อมั่นและค่าพารามิเตอร์แต่แปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง นอกจากนี้ ธิดา พันแดงพันธ์ และหยาดพิรุณ ศุภรากรสกุล (2565) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นของพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปัวซองโดยใช้วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด (MLE) และวิธีเบส์ (Bayes) โดยวิธีเบส์ศึกษาในกรณีที่กำหนดการแจกแจงเบื้องต้น (Prior

Distribution) 4 วิธี ได้แก่ การแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution) การแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) การแจกแจงเอกรูป (Uniform Distribution) และเจฟเฟอรี (Jeffreys) ผลจากการศึกษาพบว่าวิธีของเบย์เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเกือบทุกกรณี

การหาตัวประมาณค่าด้วยวิธีเบส์ส่วนใหญ่นิยมศึกษาภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสีย (Loss Function) ต่าง ๆ เช่น Supharakonsakun (2021) ศึกษาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวซองโดยกำหนดการแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงแกมมาภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Squared Error Loss Function) และฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสอง (Quadratic Loss Function) นอกจากนี้ Baizid (2016) ได้ดำเนินการศึกษาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียลโดยกำหนดการแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงแกมมาภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Squared Error Loss Function) และฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสอง (Quadratic Loss Function) ฟังก์ชันการสูญเสียเลขชี้กำลังเชิงเส้นดัดแปลง (Modified Linear Exponential Loss Function) ฟังก์ชันการสูญเสียเลขชี้กำลังไม่เชิงเส้น (Non-Linear Exponential Loss Function) และต่อมา Chen and Liu (2019) ศึกษาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียลโดยกำหนดการแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงแกมมาภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียพรีคอสันนารี (Precautionary Loss Function) และ Singh et al. (2011) ได้ศึกษาค่าประมาณพารามิเตอร์ของการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียลภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียคลาดเคลื่อนกำลังสอง และฟังก์ชันการสูญเสียเอนโทรปีทั่วไป (General Entropy Loss Function) และนำไปเปรียบเทียบกับวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation)

จากการศึกษาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดทั้ง 2 วิธี ได้แก่ วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและวิธีเบส์ของการแจกแจงปัวซอง เมื่อกำหนดการแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) ภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Square Error Loss Function) และฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสอง (Quadratic Loss Function) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธีในการประมาณ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดของการแจกแจงปัวซองด้วยวิธีเบส์เมื่อกำหนดการแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) ภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียคลาดเคลื่อนกำลังสอง และฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสอง

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดของการแจกแจงปัวซองด้วยวิธีเบส์เมื่อกำหนดการแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) ภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียคลาดเคลื่อนกำลังสอง และฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสองกับวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแบบจุดของการแจกแจงแบบปัวซองซึ่งใช้แนวคิดในการศึกษา 2 แนวคิด ได้แก่ แนวคิดวิธีดั้งเดิม (Classical Method) และแนวคิดเบส์ (Bayes Method) โดยมีรายละเอียดในการหาตัวประมาณในแต่ละแนวคิดดังต่อไปนี้

1. วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

วิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method) เป็นวิธีดั้งเดิม (Classical Methods) ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดวิธีหนึ่งที่ใช้ในการหาตัวประมาณ เนื่องจากง่ายต่อการคำนวณและเป็นตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพ วิธีการหาตัวประมาณวิธีนี้จะพิจารณาจากฟังก์ชันภาวะความน่าจะเป็น (Likelihood Function) และมีขั้นตอนในการคำนวณดังต่อไปนี้

ให้ X_1, X_2, \dots, X_n เป็นตัวแปรสุ่มอิสระที่มีการแจกแจงแบบปัวซองด้วยพารามิเตอร์ λ ด้วยฟังก์ชันความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x_i | \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x_i}}{x_i!}; x_i = 0, 1, 2, \dots; \lambda > 0$$

จะได้ว่าฟังก์ชันภาวะความน่าจะเป็น (Likelihood Function) คือ ผลคูณฟังก์ชันความน่าจะเป็นจำนวน n ครั้ง สามารถเขียนอยู่ในรูป

$$\begin{aligned} L(\lambda / x) &= \prod_{i=1}^n f(\lambda / x_i) \\ &= \frac{e^{-n\lambda} \lambda^{\sum_{i=1}^n x_i}}{\prod_{i=1}^n x_i!} \end{aligned}$$

จะได้ว่าลอการิทึม (Logarithm) ของฟังก์ชันภาวะความน่าจะเป็น คือ

$$\begin{aligned} \ln L(\lambda / x) &= \ln \left[\frac{e^{-n\lambda} \lambda^{\sum_{i=1}^n x_i}}{\prod_{i=1}^n x_i!} \right] \\ &= -n\lambda + \sum_{i=1}^n x_i \ln \lambda - \ln \left(\prod_{i=1}^n x_i! \right) \end{aligned}$$

จากลอการิทึมของฟังก์ชันภาวะความน่าจะเป็น ค่าที่สูงที่สุดของ $\ln L(\lambda)$ ที่เกิดขึ้นสำหรับค่าพารามิเตอร์ λ จะเป็นค่าประมาณด้วยภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด ถ้า $\ln L(\lambda)$ สามารถหาอนุพันธ์สำหรับพารามิเตอร์ λ ได้ จะได้ว่าตัวประมาณภาวะความน่าจะเป็นสูงสุดหาค่าประมาณได้จาก

$$\frac{\partial \ln L(\lambda / x)}{\partial \lambda} = \frac{\partial(-n\lambda)}{\partial \lambda} + \frac{\partial\left(\sum_{i=1}^n x_i \ln \lambda\right)}{\partial \lambda} - \frac{\partial \ln\left(\prod_{i=1}^n x_i!\right)}{\partial \lambda} = 0$$

$$\therefore \hat{\lambda}_{MLE} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

2. วิธีเบส์ (Bayes Method)

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้แนวความคิดเบส์จะมีความแตกต่างจากแนวความคิดดั้งเดิม ซึ่งแนวคิดดั้งเดิมจะพิจารณาว่าค่าพารามิเตอร์เป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่าและจะทำการสุ่มตัวอย่างมาเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ ในขณะที่แนวคิดเบส์จะพิจารณาว่าพารามิเตอร์เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงซึ่งในการประมาณค่าเราจะนำความรู้เกี่ยวกับตัวแปรสุ่มมาช่วยในการหาตัวประมาณ และตัวประมาณที่ได้จะอยู่ในรูปการแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution) ในการศึกษาครั้งนี้การแจกแจงเบื้องต้นที่ใช้มี 2 วิธี โดยมีรายละเอียดในการหาตัวประมาณต่าง ๆ ดังนี้

ให้ X_1, X_2, \dots, X_n เป็นตัวแปรสุ่มอิสระที่มีการแจกแจงแบบปัวซองด้วยพารามิเตอร์ λ ด้วยฟังก์ชันความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x_i | \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x_i}}{x_i!}; x_i = 0, 1, 2, \dots; \lambda > 0$$

โดยกำหนดการแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution)

ให้ λ เป็นการแจกแจงเบื้องต้นที่มีการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียลด้วยพารามิเตอร์ θ จะได้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(\lambda | \theta) = \theta e^{-\theta \lambda}; \lambda > 0; \theta > 0$$

จะได้อาการแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution) คือ

$$f(\lambda / x_i) = \frac{\left[\prod_{i=1}^n f(x_i / \lambda) \right] \pi(\lambda)}{\int_0^{\infty} \left[\prod_{i=1}^n f(x_i / \lambda) \right] \pi(\lambda) d\lambda}$$

พิจารณา

$$\prod_{i=1}^n f(x_i / \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x_i}}{x_i!}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x_1}}{x_1!} \cdot \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x_2}}{x_2!} \cdot \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x_3}}{x_3!} \cdot \dots \cdot \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x_n}}{x_n!} \\
 &= \frac{e^{-n\lambda} \lambda^{\sum_{i=1}^n x_i}}{\prod_{i=1}^n x_i!} \\
 \left[\prod_{i=1}^n f(x_i / \lambda) \right] \pi(\lambda) &= \frac{e^{-n\lambda} \lambda^{\sum_{i=1}^n x_i}}{\prod_{i=1}^n x_i!} \cdot \frac{\theta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} e^{-\theta\lambda} \lambda^{(\alpha-1)} \\
 &= \frac{\theta^\alpha}{\Gamma(\alpha) \prod_{i=1}^n x_i!} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right) - 1}
 \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned}
 \int_0^\infty \left[\prod_{i=1}^n f(x_i / \lambda) \right] \pi(\lambda) d\lambda &= \int_0^\infty \frac{\theta^\alpha}{\Gamma(\alpha) \prod_{i=1}^n x_i!} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right) - 1} d\lambda \\
 &= \frac{\theta^\alpha \Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right)}{\Gamma(\alpha) \prod_{i=1}^n x_i! (n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i + \alpha}} \int_0^\infty \frac{(n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i + \alpha}}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right) - 1} d\lambda \\
 &= \frac{\theta^\alpha \Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right)}{\Gamma(\alpha) \prod_{i=1}^n x_i! (n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i + \alpha}}
 \end{aligned}$$

จะได้ว่า

$$\frac{\left[\prod_{i=1}^n f(x_i / \lambda) \right] \pi(\lambda)}{\int_0^\infty \left[\prod_{i=1}^n f(x_i / \lambda) \right] \pi(\lambda) d\lambda} = \frac{\frac{\theta^\alpha}{\Gamma(\alpha) \prod_{i=1}^n x_i!} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right) - 1}}{\frac{\theta^\alpha \Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right)}{\Gamma(\alpha) \prod_{i=1}^n x_i! (n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i + \alpha}}}$$

$$f(\lambda | x_i) = \frac{(n+\theta) \prod_{i=1}^n x_i + \alpha}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + \alpha\right)-1}$$

กรณี $\lambda = 1$

$$\text{จะได้ } f(\lambda | x_i) = \frac{(n+\theta) \prod_{i=1}^n x_i + 1}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)-1}$$

$$\text{ดังนั้น } f(\lambda / x_i) \square \text{Gamma}\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1, n + \theta\right)$$

2.1 การแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียข้อผิดพลาดกำลังสอง (Squared Error loss function)

ให้ λ เป็นการแจกแจงเบื้องต้นที่มีการแจกแจงภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียข้อผิดพลาดกำลังสองด้วยพารามิเตอร์ $\hat{\lambda}$ จะได้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นดังนี้

$$L(\hat{\lambda}, \lambda) = (\hat{\lambda} - \lambda)^2$$

จะเห็นว่า การแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution) คือ

$$\hat{\lambda}_{SE} = E(\lambda / x)$$

พิจารณา

$$\begin{aligned} \hat{\lambda}_{SE} &= \int_0^{\infty} \lambda \cdot \frac{(n+\theta) \prod_{i=1}^n x_i + 1}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)-1} d\lambda \\ &= \int_0^{\infty} \frac{(n+\theta) \prod_{i=1}^n x_i + 1}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1 + 1\right)-1} d\lambda \\ &= \frac{(n+\theta) \prod_{i=1}^n x_i + 1}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right) (n+\theta) \prod_{i=1}^n x_i + 2} \int_0^{\infty} \frac{(n+\theta) \prod_{i=1}^n x_i + 2}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 2\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + 2\right)-1} d\lambda \end{aligned}$$

จะได้ว่า

$$\hat{\lambda} = \frac{(n+\theta) \sum_{i=1}^n x_i + 1}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right) (n+\theta) \sum_{i=1}^n x_i + 2}$$

ดังนั้น

$$\hat{\lambda}_{SE} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i + 1}{(n+\theta)}$$

2.2 การแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสอง (Quadratic Loss Function)

ให้ λ เป็นการแจกแจงเบื้องต้นที่มีการแจกแจงภายใต้ฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสองด้วยพารามิเตอร์ $\hat{\lambda}$ จะได้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นดังนี้

$$L(\hat{\lambda}; \lambda) = \left[\frac{\hat{\lambda} - \lambda}{\lambda} \right]^2$$

จะได้ว่าการแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution) คือ

$$\hat{\lambda}_{QL} = \frac{\partial}{\partial \hat{\lambda}} \int_0^{\infty} L(\hat{\lambda}; \lambda) f(\lambda / x_i) d\lambda = 0$$

พิจารณา

$$\hat{\lambda}_{QL} = \frac{\partial}{\partial \hat{\lambda}} \int_0^{\infty} \left[\frac{\hat{\lambda} - \lambda}{\lambda} \right]^2 \cdot \frac{(n+\theta) \sum_{i=1}^n x_i + 1}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right) - 1} d\lambda = 0$$

$$\int_0^{\infty} 2 \left[\frac{\hat{\lambda} - \lambda}{\lambda^2} \right] \cdot \frac{(n+\theta) \sum_{i=1}^n x_i + 1}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right) - 1} d\lambda = 0$$

$$\int_0^{\infty} [\hat{\lambda} - \lambda] \cdot \frac{(n+\theta) \sum_{i=1}^n x_i + 1}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right) - 1} d\lambda = 0$$

จะได้ว่า

$$\int_0^{\infty} \hat{\lambda} \cdot \frac{(n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i + 1}}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i - 1\right) - 1} d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{(n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i + 1}}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right)} e^{-\lambda(n+\theta)} \lambda^{\left(\sum_{i=1}^n x_i - 1 + 1\right) - 1} d\lambda$$

$$\hat{\lambda} \frac{(n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i + 1} \Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i - 1\right)}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right) (n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i - 1}} = \frac{(n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i + 1} \Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i + 1\right) (n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i}}$$

$$\hat{\lambda} = \frac{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)}{(n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i}} \cdot \frac{(n+\theta)^{\sum_{i=1}^n x_i - 1}}{\Gamma\left(\sum_{i=1}^n x_i - 1\right)}$$

ดังนั้น

$$\hat{\lambda}_{QL} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - 1}{(n+\theta)}$$

ผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยที่ได้จากการเขียนโปรแกรมจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม R จำนวน 10,000 รอบ ที่ใช้ในการประมาณค่าแบบจุดของพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบปัวซอง โดยมีรายละเอียดในการศึกษาดังนี้

โดยการประมาณค่าแบบจุดของการแจกแจงปัวซอง เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 5, 10, 15, 20, 30$ และพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1, 0.3, 0.5, 0.8, 1, 1.5, 2$ เมื่อ $\theta = 0.5, 1, 2$, และ 3 ซึ่งพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน

กำลังสอง (Mean Square Error) ซึ่งกำหนด $MSE = \sum_{v=1}^m \frac{(\lambda - \hat{\lambda}_j)^2}{m}$ ในการหาค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละการประมาณค่าแบบจุดของพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงปัวซอง

จากตารางที่ 1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของตัวประมาณแบบจุดสำหรับพารามิเตอร์ $\theta = 0.5$ ของวิธี MLE, B_{SL} , และ B_{QL} โดยเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 5$ และพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1, 0.3$ และ 0.5 พบว่า วิธี B_{SL} ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ในขณะที่พารามิเตอร์ λ เท่ากับ 0.8, 1, 1.5 และ 2 พบว่าวิธี MLE ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 10, 15, 20$ และ 30 และพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1$ พบว่า วิธี B_{SL} ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ในขณะที่พารามิเตอร์ λ มีค่าตั้งแต่ 0.3, 0.5, 0.8, 1, 1.5 และ 2 พบว่าวิธี MLE เป็นวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาวิธี B_{QL} พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) มีค่าใกล้เคียงกับวิธี MLE และ B_{SL} เมื่อพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1, 0.3$ และ 0.5

ตารางที่ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวซอง
 สำหรับ $n = 5, 10, 15, 20$ และ 30 เมื่อ $\theta = 0.5$

n	λ	วิธี		
		MLE	Bayes _{SL}	Bayes _{QL}
5	0.1	0.020104	0.010665	0.070167
	0.3	0.060880	0.006015	0.184258
	0.5	0.100032	0.054753	0.351943
	0.8	0.161244	0.227959	0.703344
	1.0	0.201020	0.412812	1.008543
	1.5	0.301992	1.103529	1.996289
	2.0	0.394740	2.130920	3.321545
10	0.1	0.010090	0.000115	0.034559
	0.3	0.029550	0.031360	0.134814
	0.5	0.050282	0.127917	0.300205
	0.8	0.081689	0.395959	0.671731
	1.0	0.099323	0.655895	1.000488
	1.5	0.153488	1.592426	2.109226
	2.0	0.198060	2.941395	3.630829
15	0.1	0.006693	0.000870	0.025006
	0.3	0.020296	0.046811	0.119244
	0.5	0.032666	0.162841	0.283585
	0.8	0.055215	0.468042	0.661200
	1.0	0.066056	0.759193	1.000658
	1.5	0.098135	1.793041	2.155211
	2.0	0.132574	3.263636	3.746453
20	0.1	0.005049	0.002162	0.020727
	0.3	0.014821	0.056038	0.111731
	0.5	0.025198	0.182171	0.274956
	0.8	0.040043	0.507465	0.655968
	1.0	0.049862	0.814678	1.000300
	1.5	0.074045	1.899626	2.178062
	2.0	0.099761	3.435640	3.806813
30	0.1	0.003419	0.004088	0.016770
	0.3	0.009742	0.066252	0.104306
	0.5	0.016518	0.203244	0.266666
	0.8	0.025500	0.549140	0.650623
	1.0	0.032905	0.873210	1.000060
	1.5	0.049598	2.010768	2.201035
	2.0	0.067844	3.616040	3.869726

ตารางที่ 2 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวซอง
 สำหรับ $n = 5, 10, 15, 20$ และ 30 เมื่อ $\theta = 1$

n	λ	วิธี		
		MLE	Bayes _{SL}	Bayes _{QL}
5	0.1	0.020088	0.007507	0.063043
	0.3	0.059800	0.008596	0.175227
	0.5	0.100736	0.065101	0.342617
	0.8	0.162524	0.253057	0.696531
	1.0	0.201112	0.450404	1.006146
	1.5	0.305096	1.180735	2.013653
	2.0	0.401732	2.257589	3.367907
10	0.1	0.009853	8.142975	0.033179
	0.3	0.030473	0.033239	0.132342
	0.5	0.049288	0.132571	0.297826
	0.8	0.078424	0.405375	0.669772
	1.0	0.099911	0.669719	1.000180
	1.5	0.152821	1.620309	2.116064
	2.0	0.201541	2.982068	3.642902
15	0.1	0.006802	0.001001	0.024434
	0.3	0.019605	0.047911	0.118214
	0.5	0.033577	0.165272	0.165272
	0.8	0.053219	0.472323	0.659725
	1.0	0.065807	0.766241	1.000668
	1.5	0.100056	1.806144	2.157715
	2.0	0.131529	3.286184	3.754969
20	0.1	0.004970	0.002281	0.020428
	0.3	0.015061	0.056650	0.111042
	0.5	0.025778	0.183705	0.274401
	0.8	0.039468	0.510089	0.655187
	1.0	0.049899	0.818639	1.000038
	1.5	0.075325	1.907639	2.179778
	2.0	0.100339	3.449516	3.812343
30	0.1	0.004164	0.003369	0.016650
	0.3	0.009989	0.066604	0.104065
	0.5	0.016360	0.203950	0.266382
	0.8	0.027173	0.550423	0.650313
	1.0	0.033816	0.875107	0.999973
	1.5	0.050869	2.014680	2.201988
	2.0	0.068511	3.622726	3.872479

ตารางที่ 3 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวซอง
สำหรับ $n = 5, 10, 15, 20$ และ 30 เมื่อ $\theta = 2$

n	λ	วิธี		
		MLE	Bayes _{SL}	Bayes _{QL}
5	0.1	0.019736	0.003642	0.052748
	0.3	0.060344	0.014412	0.161652
	0.5	0.100464	0.083188	0.327591
	0.8	0.162024	0.298211	0.690159
	1.0	0.203188	0.514142	1.003855
	1.5	0.297680	1.315169	2.050606
	2.0	0.405144	2.474459	3.453470
10	0.1	0.009886	0.000139	0.030712
	0.3	0.029727	0.036961	0.128644
	0.5	0.049478	0.140942	0.293708
	0.8	0.078978	0.422359	0.666627
	1.0	0.098070	0.695753	1.001434
	1.5	0.150688	1.670513	2.128983
	2.0	0.196472	3.063561	3.674643
15	0.1	0.006656	0.001266	0.023404
	0.3	0.019952	0.050036	0.116473
	0.5	0.033217	0.169612	0.280324
	0.8	0.054056	0.481909	0.659058
	1.0	0.066351	0.778620	1.000053
	1.5	0.101344	1.830524	2.162679
	2.0	0.132567	3.327148	3.770147
20	0.1	0.005040	0.002512	0.019872
	0.3	0.015312	0.058079	0.110150
	0.5	0.024964	0.186370	0.273116
	0.8	0.039150	0.515854	0.654695
	1.0	0.049715	0.826392	0.999930
	1.5	0.076480	1.922325	2.182667
	2.0	0.099141	3.473588	3.820707
30	0.1	0.004311	0.003441	0.016420
	0.3	0.010098	0.067281	0.103608
	0.5	0.016735	0.205358	0.265908
	0.8	0.027296	0.553327	0.650214
	1.0	0.033734	0.879093	1.000198
	1.5	0.049965	2.021568	2.203200
	2.0	0.066553	3.633711	3.875893

ตารางที่ 4 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวซอง
 สำหรับ $n = 5, 10, 15, 20$ และ 30 เมื่อ $\theta = 3$

n	λ	วิธี		
		MLE	Bayes _{SL}	Bayes _{QL}
5	0.1	0.019768	0.001706	0.045516
	0.3	0.060216	0.019796	0.150954
	0.5	0.102200	0.098869	0.317311
	0.8	0.157524	0.333589	0.683808
	1.0	0.191412	0.568000	1.006336
	1.5	0.307632	1.413882	2.069905
	2.0	0.397988	2.646039	3.520915
10	0.1	0.009953	0.000297	0.028713
	0.3	0.030135	0.040104	0.125254
	0.5	0.050669	0.148221	0.290230
	0.8	0.079175	0.438164	0.665397
	1.0	0.098828	0.717019	1.001126
	1.5	0.151729	1.710174	2.136118
	2.0	0.199414	3.133448	3.701677
15	0.1	0.006662	0.001531	0.022514
	0.3	0.020140	0.051973	0.114949
	0.5	0.033707	0.173691	0.278623
	0.8	0.053449	0.490129	0.658025
	1.0	0.067133	0.790582	1.000489
	1.5	0.100816	1.852152	2.166903
	2.0	0.134170	3.360619	3.780318
20	0.1	0.004842	0.002732	0.019369
	0.3	0.015031	0.059326	0.109238
	0.5	0.024780	0.189137	0.272324
	0.8	0.039513	0.520974	0.654054
	1.0	0.048266	0.833692	1.000039
	1.5	0.072940	1.935314	2.184807
	2.0	0.099614	3.495640	3.828351
30	0.1	0.003306	0.004447	0.016201
	0.3	0.010262	0.067902	0.103159
	0.5	0.016843	0.206606	0.265373
	0.8	0.026554	0.555639	0.649663
	1.0	0.033193	0.882362	0.999892
	1.5	0.050377	2.028915	2.205240
	2.0	0.067302	3.644976	3.880064

จากตารางที่ 2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของตัวประมาณแบบจุดสำหรับพารามิเตอร์ $\theta = 1$ ของวิธี MLE, B_{SL} , และ B_{QL} โดยเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 5$ และพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1, 0.3$ และ 0.5 พบว่า วิธี B_{SL} ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ในขณะที่พารามิเตอร์ λ เท่ากับ $0.8, 1, 1.5$ และ 2 พบว่าวิธี MLE ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 10$ และ 30 พบว่าวิธี MLE เป็นวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 15$ และ 20 และพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1$ พบว่า ในวิธี B_{SL} ให้ค่า MSE ต่ำที่สุดในขณะที่พารามิเตอร์ λ มีค่าตั้งแต่ $0.3, 0.5, 0.8, 1, 1.5$ และ 2 พบว่าวิธี MLE เป็นวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาวิธี B_{QL} พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) มีค่าใกล้เคียงกับวิธี MLE และ B_{SL} เมื่อพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1, 0.3$ และ 0.5

จากตารางที่ 3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของตัวประมาณแบบจุดสำหรับพารามิเตอร์ $\theta = 2$ ของวิธี MLE, B_{SL} , และ B_{QL} โดยเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 5$ พบว่า $\lambda = 0.1, 0.3$ และ 0.5 พบว่า วิธี B_{SL} ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ในขณะที่พารามิเตอร์ λ เท่ากับ $0.8, 1, 1.5$ และ 2 พบว่าวิธี MLE ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 10, 15, 20$ และ 30 และพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1$ พบว่า วิธี B_{SL} ให้ค่า MSE ต่ำที่สุดในขณะที่พารามิเตอร์ λ มีค่าตั้งแต่ $0.3, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5$ และ 2 พบว่าวิธี MLE เป็นวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุดและเมื่อพิจารณาวิธี B_{QL} พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) มีค่าใกล้เคียงกับวิธี MLE และ B_{SL} เมื่อพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1, 0.3$ และ 0.5

จากตารางที่ 4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของตัวประมาณแบบจุดสำหรับพารามิเตอร์ $\theta = 3$ ของวิธี MLE, B_{SL} , และ B_{QL} โดยเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 5$ และพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1, 0.3$ และ 0.5 พบว่า วิธี B_{SL} ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ในขณะที่พารามิเตอร์ λ เท่ากับ $0.8, 1, 1.5$ และ 2 พบว่าวิธี MLE ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 10, 15$ และ 20 และพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1$ พบว่า วิธี B_{SL} ให้ค่า MSE ต่ำที่สุดในขณะที่พารามิเตอร์ λ มีค่าตั้งแต่ $0.3, 0.5, 0.8, 1, 1.5$ และ 2 พบว่าวิธี MLE เป็นวิธีที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 30$ และพารามิเตอร์ λ ทุกกรณี พบว่าวิธี MLE ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาวิธี B_{QL} พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) มีค่าใกล้เคียงกับวิธี MLE และ B_{SL} เมื่อพารามิเตอร์ $\lambda = 0.1, 0.3$ และ 0.5

สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้นำเสนอการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดของการแจกแจงปัวซองโดยใช้วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE) และวิธีเบย์ส (Bayes) ที่มีการกำหนดการแจกแจงเบื้องต้นเป็นการแจกแจงการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) ที่มีฟังก์ชันการสูญเสีย 2 ฟังก์ชันได้แก่ ฟังก์ชันการสูญเสียความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (B_{SL}) และฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสอง โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ทำการทดลองโดยจำลองสถานการณ์ซ้ำจำนวน 10,000 รอบในแต่ละสถานการณ์ ผลการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุด เมื่อ พารามิเตอร์มีค่าเท่ากับ 0.8 ถึง 2 ในขณะที่วิธีเบย์สที่กำหนดฟังก์ชัน

การสูญเสียความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (B_{SL}) ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุด เมื่อพารามิเตอร์มีค่าเท่ากับ 0.1 ถึง 0.5

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรวดี กิจแก้ว. 2562. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณแบบช่วงของพารามิเตอร์ในการแจกแจงแกมมา. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธิดา พันแดงพันธ์. 2565. การเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวซอง. ประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2565. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- ภูวษา แซ่อู๋. 2559. การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดด้วยวิธีเบส์ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสเตรปแบบใช้พารามิเตอร์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 24, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งตะวัน วัฒนธ. 2553. การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าแบบช่วง สำหรับค่าเฉลี่ยประชากรของการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Baisid, A. R. 2016. Bayesian Estimation under Different Loss Functions Using Gamma Prior for the Case of Exponential Distribution. **Journal of Scientific Research**. 9(1): 67-78
- Liu Wanzhen and Chen Zhaoren. 2019. Bayesian Statistical Analysis of Lifetime Performance Index of Exponential Product Under Precautionary Loss Function. **IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 563 (2019): 042021.**
- Singh Sanjay Kumar, Singh Umesh and Sanjay Kumar. 2011. Estimation of Parameters and Reliability Function of Exponentiated Exponential Distribution Bayesian approach Under General Entropy Loss Function. **Pakistan Journal of Statistics Operation Research**. 7(2): 199-216
- Supharakonsakun, Yadpirun. 2021. Bayesian Approaches for Poisson Distribution Parameter Estimation. **Emerging Science Journal**. 5(5):755-774.

ผลเฉลยเชิงคลื่นเดี่ยวของสมการอาร์แอลดับบลิว-คาวาฮาราวางนัยทั่วไป
โดยระเบียบวิธี Ansatz

Solitary Solution of Generalized RLW-Kawahara by using
Ansatz's Method

ณัฐธิภา จรหม่าน^{1*} จุฑามาศ ทาไรสง¹ ศุภาวัลย์ นันทา¹

Nattida Choraman^{1*} Juthamat Thathaisong¹ Supawan Nanta¹

¹ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 67000

¹ Department of Mathematics and Data Science, Faculty of Science and Technology,
Phetchabun Rajabhat University 67000

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

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้เราจะนำเสนอเกี่ยวกับผลเฉลยเชิงคลื่นเดี่ยวของสมการคลื่นไม่เชิงเส้นซึ่งได้จากการจับคู่กันระหว่างสมการอาร์แอลดับบลิวและสมการคาวาฮารา โดยนำเสนอผลเฉลยแม่นยำตรงที่เป็นคลื่นเดี่ยวโดยอาศัยระเบียบวิธี Ansatz ภายใต้เงื่อนไขบางประการ นอกจากนี้เราจะนำเสนอภาพกราฟิกบางส่วนซึ่งแสดงรูปแบบของผลเฉลยคลื่นเคลื่อนที่

คำสำคัญ : สมการอาร์แอลดับบลิว สมการคาวาฮารา ผลเฉลยเชิงคลื่นเดี่ยว ระเบียบวิธี Ansatz

Abstract

In the present work, we introduce solitary wave solutions of the nonlinear wave equation coupling from RLW and Kawahara equation. Some conditions of exact solitary solution of the equation are received by Ansatz's method. Furthermore, we display some graphical of traveling solution

Keywords : RLW Equation, Kawahara Equation, Solitary Solution, Ansatz's method

บทนำ

ในการศึกษาเกี่ยวกับสมการคลื่นไม่เชิงเส้น สมการที่นิยามทำการศึกษามักจะเป็นสมการ KdV (Korteweg-De Vries equation) ซึ่งเป็นสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยที่อยู่ในรูปแบบ

$$u_t + uu_x + u_{xxx} = 0 \quad (1)$$

เป็นสมการที่อธิบายการแพร่กระจายของคลื่น ปฏิบัติการการกระจายรวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นทางเดียว (unidirectional waves) ที่มีแอมพลิจูดขนาดเล็ก

นอกจากนี้ยังมีสมการคลื่นที่มีการกระจายตัวแบบไม่เชิงเส้นที่เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของสมการ KdV นั่นก็คือสมการคลื่นยาวปกติทั่วไป (Regularized Long Wave: RLW) ซึ่งมีรูปแบบสมการคือ

$$u_t + u_x + \varepsilon uu_x - \mu u_{xxx} = 0 \quad (2)$$

มักนำมาใช้ในการอธิบายคุณสมบัติของคลื่นเดี่ยว (Solitary wave) ที่มีลักษณะของคลื่นไม่แตกตัวแม้ว่าผ่านการเคลื่อนที่ไปในระยะไกล ซึ่งเราจะเรียกว่าโซลิตอน (Soliton) ซึ่งมักจะใช้สมการ RLW ในการอธิบายโซลิตอนที่เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น คลื่นน้ำตื้น (Shallow water wave) เป็นต้น

ในการศึกษาคลื่นน้ำตื้นที่มีแรงตึงผิว Kawahara (1972) ได้เผยแพร่สมการคาวาฮาระ (Kawahara equation) ซึ่งเป็นสมการ KdV วางนัยทั่วไปโดยการเพิ่มพจน์อนุพันธ์อันดับที่ 5 ในสมการ KdV ซึ่งสมการที่ได้จะอยู่ในรูปแบบ

$$u_t + uu_x + u_{xxx} - u_{xxxx} = 0 \quad (3)$$

ในปี 1994 และ 2009 ได้มีคนสนใจสมการคาวาฮาระวางนัยทั่วไป (Generalized Kawahara equation) คือ Grimshaw et al. (1994) และ Biswas (2009) ซึ่งเมื่อทำการพิจารณาสมการคาวาฮาระวางนัยทั่วไปจะพบว่ามี การแทนที่พจน์ไม่เชิงเส้น uu_x ด้วยพจน์ $u^p u_x$ ลงในสมการคาวาฮาระทำให้ได้สมการออกมาในรูปแบบ

$$u_t + u^p u_x + u_{xxx} - u_{xxxx} = 0 \quad (4)$$

ในการศึกษาครั้งนี้จะดำเนินการจับคู่กันระหว่างสมการ RLW และสมการคาวาฮาระวางนัยทั่วไป ได้เป็นสมการคลื่นยาวปกติคาวาฮาระวางนัยทั่วไป (Generalized Regularized Long Wave Kawahara Equation) ซึ่งอยู่ในรูปแบบ

$$u_t + au_x + bu^m u_x - \gamma u_{xxx} + \beta u_{xxx} - u_{xxxx} = 0 \quad (5)$$

โดยจะทำการพิจารณาผลเฉลยที่เป็นคลื่นเดี่ยวของสมการ (5) โดยใช้ระเบียบวิธี Ansatz (Ansatz's Method) สำหรับระเบียบวิธี Ansatz เป็นระเบียบวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการนำมาหาผลเฉลยแม่นยำตรงของสมการคลื่นไม่เชิงเส้น เช่น Zuo (2009) ได้ใช้ระเบียบวิธี Ansatz เพื่อหาผลเฉลยโซลิตอนและผลเฉลยคาบของสมการโรซีนว-เคตีวี (Rosenau-KdV equation) และสมการโรซีนว-คาวาฮาระ (Rosenau-Kawahara equation) หรือ Zayed (2017) ได้หาผลเฉลยใหม่ของสมการชเรอดิงเงอร์ไม่เชิงเส้น (Nonlinear Schrodinger equations)

ผลเฉลยเชิงคลื่นเดี่ยว (Solitary Wave Solutions)

ในการพิจารณาหาผลเฉลยคลื่นของสมการที่ (5) เราจะได้แนะนำเสนอการแปลงที่จะใช้สำหรับการหาผลเฉลยโดยกำหนดให้

$$u(x,t) = u(\tau) \quad (6)$$

เมื่อ
$$\tau = (x - ct) \quad (7)$$

จากการกำหนดข้างต้นจะเห็นว่าสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยสมการที่ (5) จะลดรูปได้เป็น

$$-cu_\tau + au_\tau + bu^m u_\tau + c\gamma u_{\tau\tau\tau} + \beta u_{\tau\tau\tau} - u_{\tau\tau\tau\tau} = 0 \quad (8)$$

สามารถจัดรูปได้เป็น

$$[a - c]u_\tau + bu^m u_\tau + [c\gamma + \beta]u_{\tau\tau\tau} - u_{\tau\tau\tau\tau} = 0 \quad (9)$$

จากการศึกษาพบว่าโดยระเบียบวิธี Ansatz ผลเฉลยเชิงคลื่นเดียวจะเป็นผลเฉลยที่อยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่า

$$u(\tau) = A \operatorname{sech}^p(B\tau) \quad (10)$$

โดยที่ $p > 0, A$ และ B เป็นค่าคงตัวไม่ทราบค่าซึ่งเราจะได้นำมาดำเนินการหาต่อไป และเมื่อทำการหาอนุพันธ์ของ $u(\tau)$ จะได้ว่า

$$u_\tau = -pAB \operatorname{sech}^p(B\tau) \tanh(B\tau) \quad (11)$$

$$u_{\tau\tau} = -p^3 AB^3 \operatorname{sech}^p(B\tau) \tanh(B\tau) + p(p+1)(p+2)AB^3 \operatorname{sech}^{p+2}(B\tau) \tanh(B\tau) \quad (12)$$

$$\begin{aligned} u_{\tau\tau\tau} = & -p^5 AB^5 \operatorname{sech}^p(B\tau) \tanh(B\tau) + 2AB^5 p(p+1)(p+2)(p^2 + 2p + 2) \operatorname{sech}^{p+2}(B\tau) \tanh(B\tau) \\ & - pAB^5 (p+1)(p+2)(p+3)(p+4) \operatorname{sech}^{p+4}(B\tau) \tanh(B\tau) \end{aligned} \quad (13)$$

เมื่อทำการแทนค่าสมการ (10) – (13) ลงในสมการที่ (9) จะทำให้ได้สมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} [c-a]pAB \operatorname{sech}^p(B\tau) - [c\gamma + \beta] [p^3 AB^3 \operatorname{sech}^p(B\tau) - p(p+1)(p+2)AB^3 \operatorname{sech}^{p+2}(B\tau)] \\ - bpA^{m+1}B \operatorname{sech}^{p(m+1)}(B\tau) + p^5 AB^5 \operatorname{sech}^p(B\tau) - 2AB^5 p(p+1)(p+2)(p^2 + 2p + 2) \operatorname{sech}^{p+2}(B\tau) \\ + AB^5 p(p+1)(p+2)(p+3)(p+4) \operatorname{sech}^{p+4}(B\tau) = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

ทำการจัดรูปสมการใหม่จะได้เป็น

$$\begin{aligned} [(c-a)pAB - (c\gamma + \beta)p^3 AB^3 + p^5 AB^5] \operatorname{sech}^p(B\tau) \\ + [(c\gamma + \beta)p(p+1)(p+2)AB^3 - 2AB^5 p(p+1)(p+2)(p^2 + 2p + 2)] \operatorname{sech}^{p+2}(B\tau) \\ - bpA^{m+1}B \operatorname{sech}^{p(m+1)}(B\tau) + AB^5 p(p+1)(p+2)(p+3)(p+4) \operatorname{sech}^{p+4}(B\tau) = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

จากสมการข้างต้นเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ p เราจะทำการดุลพจน์ที่มีอันดับสูงสุดในสมการข้างต้นนั่นคือพจน์ $\operatorname{sech}^{p(m+1)}(B\tau)$ และ $\operatorname{sech}^{p+4}(B\tau)$ ซึ่งจะทำให้ได้ว่า $p(m+1) = p+4$ ดังนั้นเราจะได้ความสัมพันธ์

$$p = \frac{4}{m}$$

ในลำดับถัดไป เราจะกำหนดให้สัมประสิทธิ์ของทุก ๆ $\operatorname{sech}^j(B\tau)$ เป็นศูนย์ ซึ่งจะทำให้เราได้ระบบสมการเป็น

$$\begin{aligned} (c-a)pAB - (c\gamma + \beta)p^3 AB^3 + p^5 AB^5 & = 0 \\ (c\gamma + \beta)p(p+1)(p+2)AB^3 - 2AB^5 p(p+1)(p+2)(p^2 + 2p + 2) & = 0 \\ AB^5 p(p+1)(p+2)(p+3)(p+4) - bpA^{m+1}B & = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

จากระบบสมการข้างต้น จะได้ผลเฉลยที่ไม่ใช่ผลเฉลยศูนย์ของระบบสมการ ดังนี้

$$B^2 = \frac{\alpha m^4}{32\gamma B_0^2} \left[B_0 \pm \sqrt{B_0^2 - 16\gamma(\alpha\gamma + \beta)(B_0 - 4\alpha)} \right] \quad (17)$$

โดยที่ $B_0 = \alpha(m^2 + 4m + 8)$ และ

$$c = \frac{64\alpha B^4(m^2 + 4m + 4) + am^4}{m^4} \quad (18)$$

$$A = \left[(3m^4 + 25m^3 + 70m^2 + 80m + 32) \frac{8\alpha B^4}{bm^4} \right]^{\frac{1}{m}} \quad (19)$$

จากผลลัพธ์ข้างต้น เราจะได้ผลเฉลยของสมการ (5) ที่อยู่ในรูปแบบ

$$u(x,t) = u(\tau) = A \operatorname{sech}^{\frac{4}{m}}(B(x-ct)) \quad (20)$$

โดยที่
$$B = \sqrt{\frac{\alpha m^4}{32\gamma B_0^2} \left[B_0 + \sqrt{B_0^2 - 16\gamma(\alpha\gamma + \beta)(B_0 - 4\alpha)} \right]} \quad (21)$$

ภายใต้เงื่อนไขของพารามิเตอร์ α, γ, β, a และ b ทำให้สามารถจำแนกออกเป็น 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1

ภายใต้เงื่อนไข $\alpha\gamma > 0$, $ab > 0$ และ $\alpha\gamma + \beta < 0$ จะได้ค่า B เป็นไปตามสมการที่ (21) สำหรับค่า c และ A กำหนดตามสมการที่ (18) และ (19)

กรณีที่ 2

ภายใต้เงื่อนไข $\alpha, b, \beta > 0$ และ $\alpha\gamma + \beta > 0$ จะได้ค่า B เป็นไปตามสมการที่ (21) และค่า c และ A กำหนดตามสมการที่ (18) และ (19)

นอกจากนี้เรายังได้ผลเฉลยของสมการที่ (5) ในรูปแบบของสมการที่ (20) แต่มีค่า B กล่าวคือ

มีผลเฉลยคือ
$$u(x,t) = u(\tau) = A \operatorname{sech}^{\frac{4}{m}}(B(x-ct))$$

โดยที่
$$B = \sqrt{\frac{\alpha m^4}{32\gamma B_0^2} \left[B_0 - \sqrt{B_0^2 - 16\gamma(\alpha\gamma + \beta)(B_0 - 4\alpha)} \right]} \quad (22)$$

และค่า c และ A กำหนดตามสมการที่ (18) และ (19) ภายใต้เงื่อนไขของพารามิเตอร์ α, γ, β, a และ b ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็นอีก 2 กรณีคือ

กรณีที่ 3

ค่า B เป็นไปตามสมการที่ (22) ภายใต้เงื่อนไข $\alpha, b < 0$, $\gamma > 0$ และ $\alpha\gamma + \beta > 0$

กรณีที่ 4

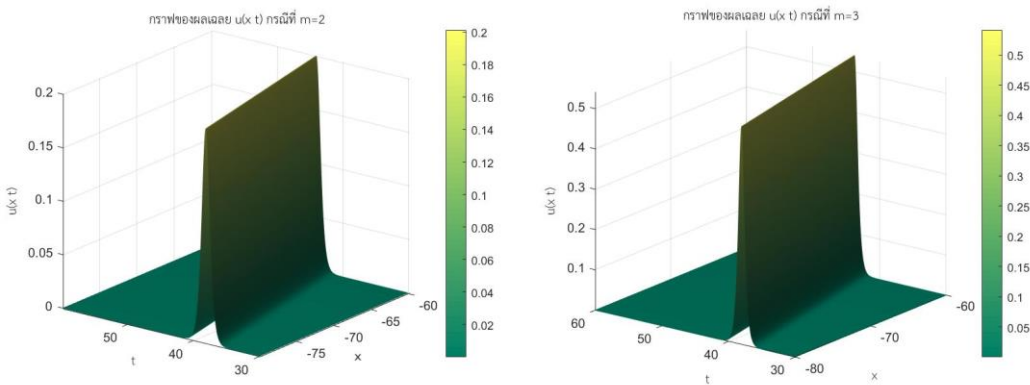
ค่า B เป็นไปตามสมการที่ (22) ภายใต้เงื่อนไข $\alpha, b > 0$, $\gamma < 0$ และ $\alpha\gamma + \beta > 0$

นอกเหนือจากนี้จะทำให้ได้ผลเฉลยของสมการที่ (5) ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น ผลเฉลยคาบของสมการคลื่น เป็นต้น

ผลเฉลย $u(x,t)$ และกราฟของผลเฉลย

ตัวอย่าง 1

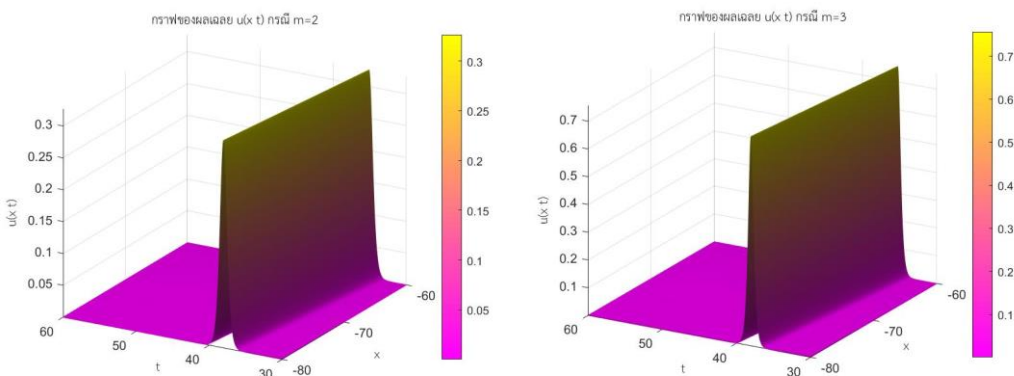
จากสมการที่ (5) กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ คือ $a=1, b=-2, \alpha=-1, \gamma=-2$ และ $\beta=-1$ จะได้ผลเฉลยคือ $u(x,t) = A \operatorname{sech}^{\frac{4}{m}}(B(x-ct))$ โดยที่ B มีค่าเป็นไปตามเงื่อนไขของกรณีที่ 1 เมื่อนำผลเฉลยไปพล็อตกราฟในกรณีที่ $m=2$ และ $m=3$ จะได้ลักษณะของกราฟผลเฉลยดังนี้



ภาพที่ 1 : ภาพแสดงกราฟของผลเฉลย $u(x,t)$ ที่สอดคล้องกับค่าพารามิเตอร์ $a=1, b=-2, \alpha=-1, \gamma=-2$ และ $\beta=-1$ ในกรณีที่ $m=2$ และ $m=3$

ตัวอย่าง 2

จากตัวอย่างที่ 1 เมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เป็น $a=-0.5, b=1, \alpha=0.5, \gamma=-2$ และ $\beta=2$ จะได้ผลเฉลยคือ $u(x,t) = A \operatorname{sech}^{\frac{4}{m}}(B(x-ct))$ โดยที่ B มีค่าเป็นไปตามเงื่อนไขของกรณีที่ 4 เมื่อนำผลเฉลยไปพล็อตกราฟในกรณีที่ $m=2$ และ $m=3$ จะได้ลักษณะของกราฟผลเฉลยดังนี้



ภาพที่ 2 : ภาพแสดงกราฟของผลเฉลย $u(x,t)$ ที่สอดคล้องกับค่าพารามิเตอร์ $a=-0.5, b=1, \alpha=0.5, \gamma=-2$ และ $\beta=2$ ในกรณีที่ $m=2$ และ $m=3$

สรุปผล

ในการศึกษาครั้งนี้เราได้ดำเนินการหาผลเฉลยเชิงคลื่นเดี่ยวของสมการอาร์แอลดับบลิว-คาวาฮาราวาง
นัยทั่วไป โดยการใช้ระเบียบวิธี Ansatz ซึ่งในมุมมองของการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์จะเห็นได้ชัดว่าเป็นวิธีการ
ที่มีประสิทธิภาพและง่ายต่อการพิจารณาผลเฉลยแม่นยำตรงของผลเฉลยเชิงคลื่นเดี่ยว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ผู้ศึกษาจัดทำขอขอบคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการข้อมูล ที่ได้
กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่ต้นตลอดจนการศึกษาค้นคว้า
เสร็จสมบูรณ์ สุดท้ายนี้ผู้เขียนขออ้อมรำลึกถึงพระคุณบิดามารดาที่ได้ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาและให้กำลังใจ
เป็นอย่างดี ตลอดจนเพื่อน ๆ และรุ่นพี่ในสาขาวิชาที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือมาตลอดจนทำให้บทความนี้
เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- Biswas, A. 2009. Solitary Wave Solution for the Generalized Kawahara Equation. Applied mathematics letters. 22: 208-210.
- Grimshaw, R., B. Malomed, and I. Benilov. 1994. Solitary Waves with Damped Oscillatory Tails: an Analysis of the Fifth-Order Korteweg-de Vries Equation. Physica D: Nonlinear Phenomena. 77: 473-485.
- Kawahara, T. 1972 Oscillatory solitary waves in dispersive media, Journal of the Physical Society of Japan, 33: 260-264.
- Zayed, E. M.E. and Al-Nowehy, A.G. 2017. The solitary wave ansatz method for finding the exact bright and dark soliton solutions of two nonlinear Schrodinger equations. Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences. 24: 184-190.
- Zuo, J.M. 2009. Solitons and periodic solutions for the Rosenau-KdV and Rosenau-Kawahara equations. Applied Mathematics and Computation. 215(2): 835-840.

ตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ
ของจังหวัดกระบี่

Time Series Model for Forecasting the Number of Pneumonia Cases
in Krabi Province

รัฐพล สังข์งาม¹ อารีญา สุภาพ¹ มนิต พลหลา^{1*}

Rattapon Sangngam¹, Arreeya Suphap¹ Manit Pollar^{1*}

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

¹Program in Mathematics, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University,

Nakhon Si Thammarat Province 80280

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

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรายเดือนของจังหวัดกระบี่ โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของกรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 156 เดือน ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 132 เดือน ใช้สำหรับสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ส่วนที่ 2 จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 24 เดือน ใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบอนุกรมเวลาด้วยเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีบอกซ์-เจนกินส์ ที่มีตัวแบบ SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂ เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.428(Y_{t-12} - Y_{t-13}) + 0.142(Y_{t-24} - Y_{t-25}) + 0.430(Y_{t-36} - Y_{t-37}) - 0.660e_{t-1}$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ; Y_{t-j} แทนอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลโดยใช้รากที่สอง ณ เวลา $t-j$;
 e_{t-j} แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา $t-j$

คำสำคัญ : วิธีบอกซ์-เจนกินส์ กระบี่ โรคปอดอักเสบ

Abstract

This research presents how to create and select a predictive model which is suitable for the time series, the number of monthly pneumonia cases in Krabi province. Using data from the Department of Disease Control's website of the Ministry of Public Health from January 2007 to December 2019, the data was divided into 2 parts; Part 1: the number of pneumonia cases in Krabi province from January 2007 to December 2017 was 132 months for used to create a Box - Jenkins forecast model. Part 2: the number of pneumonia cases in Krabi province from January 2018 to December 2019 was 24 months, used for examining the accuracy of time series models via the criterion of the lowest Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Root Mean Square Error (RMSE). Research findings indicated that the Box - Jenkins method with the model was SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂ the most accurate and appropriate method. This can be written as a forecasting model :

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.428(Y_{t-12} - Y_{t-13}) + 0.142(Y_{t-24} - Y_{t-25}) + 0.430(Y_{t-36} - Y_{t-37}) - 0.660e_{t-1}$$

When \hat{Y}_t represents the forecast value at the time t ; Y_{t-j} Instead of a time series that transforms data using square roots at a time $t-j$; e_{t-j} represents discrepancies from forecasting at the time $t-j$

Keywords : Box-Jenkins method , Krabi , Pneumonia

บทนำ

โรคปอดอักเสบ (Pneumonia) เป็นการอักเสบของเนื้อปอด ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของระบบทางเดินหายใจ เช่น มีไข้ ไอ เจ็บหน้าอก หรือหอบเหนื่อย พบว่าจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบเพิ่มมากขึ้น ในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวเนื่องจากเป็นช่วงที่สภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงมาก เพราะเมื่ออากาศร้อนสลับฝนตกทำให้อากาศมีความชื้นสูง ส่งผลให้ไวรัสและแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดี มักจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม และมักจะลดลงในช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายนของทุกปี จากข้อมูลการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข ช่วงสิบปีที่ผ่านมาพบว่าจังหวัดกระบี่มีอัตราการป่วยของโรคปอดอักเสบต่อแสนประชากรปี 2550 2555 2560 เป็น 130.11 137.15 และ 307.78 ตามลำดับ (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2563) พบว่าอัตราการป่วยของโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้นทุกปี

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการสร้างตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบโดยใช้ข้อมูลรายเดือนของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่ ในปี พ.ศ. 2550 – 2562 จากข้อมูล

โรคปอดอักเสบมีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (กรินทร์ กาญจนานนท์, 2561)

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1) ชุดข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรายเดือนของจังหวัดกระบี่ ตั้งแต่ปี 2550 - 2562 เป็นระยะเวลา 13 ปี จำนวน 156 เดือน แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรายเดือนของจังหวัดกระบี่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 เป็นระยะเวลา 11 ปี จำนวน 132 เดือน ใช้สำหรับสร้างตัวแบบ ส่วนที่ 2 จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนธันวาคม 2562 เป็นระยะเวลา 2 ปี จำนวน 24 เดือน ใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบอนุกรมเวลา

2) การสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีขั้นตอนการสร้างตัวแบบ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบความนิ่งของอนุกรมเวลา โดยอนุกรมเวลาจะต้องมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ถ้าอนุกรมเวลาไม่คงที่ที่จะต้องแปลงข้อมูลด้วยวิธีที่เหมาะสม เพื่อให้อนุกรมเวลา มีความแปรปรวนคงที่และหากอนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยไม่คงที่ แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มจะต้องหาผลต่างลำดับที่ d หรือผลต่างฤดูกาลลำดับที่ D สำหรับอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล เพื่อให้อนุกรมเวลา มีความเสถียรต่อค่าเฉลี่ย

ขั้นตอนที่ 2 เมื่ออนุกรมเวลา มีความนิ่งแล้ว กำหนดตัวแบบเริ่มต้นที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากค่าของฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF)

การคำนวณค่า ACF ดังนี้

$$r_j = \frac{\sum_{t=1}^{N-j} (X_t - \bar{X})(X_{t+j} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2}$$

เมื่อ X_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

j คือ จำนวนช่วงเวลาที่ยังข้อมูลอยู่ห่างกัน $j = 1, 2, \dots, k$

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

\bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

$$\text{โดยที่ } \bar{X} = \sum_{t=1}^N X_t$$

การคำนวณค่า PACF ดังนี้

$$\phi_{kk} = \begin{cases} r_1; k=1 \\ \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} (\hat{\phi}_{(k-1)j} r_{k-j})}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} (\hat{\phi}_{(k-1)j} r_j)}; k=2,3,4,\dots \end{cases}$$

$$\text{และ } \phi_{kj} = \phi_{(k-1)j} - \phi_{kk} \phi_{(k-1)(k-j)}; j=1,2,3,\dots,k-1$$

ขั้นตอนที่ 3 ตัวแบบเชิงปริมาณที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ กระบวนการ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)₁₂ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยการทดสอบสมมติฐานพารามิเตอร์ในตัวแบบ โดยค่าพารามิเตอร์ทุกตัวจะต้องมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทดสอบภาพรวมของส่วนเหลือ (Residual) ด้วยกราฟต่าง ๆ และทดสอบความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Random error) ด้วยสถิติทดสอบของ Ljung-Box Q ถ้าทดสอบแล้วพบว่าตัวแบบที่กำหนดยังไม่มีความเหมาะสมจะต้องเริ่มขั้นตอนที่ 2 ใหม่อีกครั้ง ถ้าตัวแบบที่ได้เลือกมีความเหมาะสมและทราบค่าพารามิเตอร์เราจะใช้สถิติ Q ซึ่งมีการแจกแจงไคกำลังสอง โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$Q(k) = \{(N-d)[(n-d)+2]\} \sum_{j=1}^k \frac{r_j^2}{[(N-d)-j]}$$

สถิติ Q เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความไม่มีอัตสหสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อน μ

โดยที่เมืองศาอิสระของ $Q = k$ ลบด้วยจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าของตัวแบบที่ได้เลือกไว้

k คือ จำนวนช่วงเวลาข้อมูลอยู่ห่างกัน k (จำนวน lag)

N คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดของค่าอนุกรมเวลา

d คือ อันดับของผลต่างของอนุกรมเวลา

r_j คือ ค่าอัตสหสัมพันธ์ที่ lag j

ขั้นตอนที่ 4 การพยากรณ์ เมื่อมีการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ สามารถนำผลการจากตัวแบบไปใช้ในการพยากรณ์ค่าได้

3) การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมมากที่สุดกับอนุกรมเวลาที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยปอดโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่โดยใช้ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) แสดงตามสมการที่ (1) และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) แสดงตามสมการที่ (2)

$$MAPE = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} \quad (2)$$

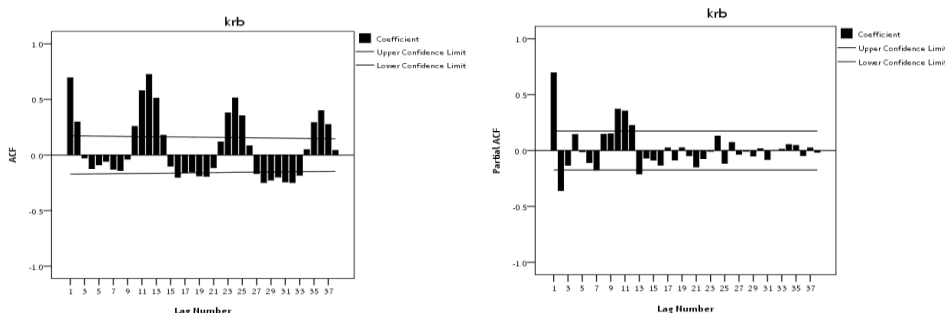
เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทน ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t
 Y_t แทน ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ
 \hat{Y}_t แทน ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ
 t แทน เวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2 โดยที่ n_2 แทนข้อมูลอนุกรมเวลาส่วนที่ 2

ผลการวิจัย

การสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มีขั้นตอนการสร้างตัวแบบ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

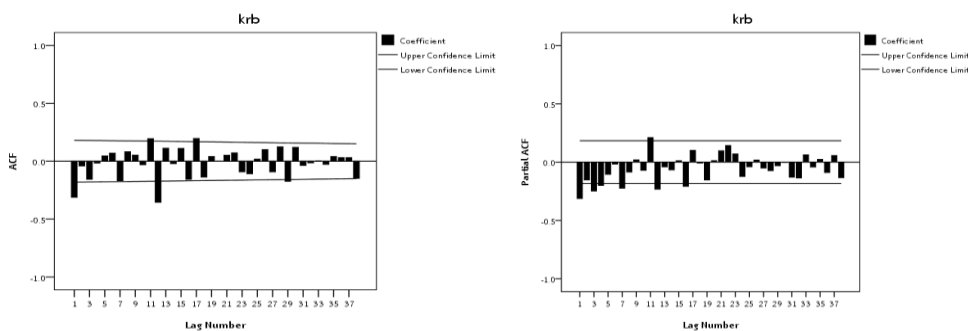
ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบความนิ่งของข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดตัวแบบสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่และจังหวัดกระบี่ ด้วยการทดสอบ Unit Root ด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) ประมวลผลด้วยโปรแกรม R Studio (Dickey-Fuller = -7.2791, Lag-order=1, P-value =0.01) ว่าค่า P-value ทุกค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมุติฐานหลัก แสดงว่า จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่มีลักษณะนิ่ง

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาจากค่าของฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ (ACF) และฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วน (PACF) ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 ถึงเดือนธันวาคม 2560 และเลือกตัวแบบเบื้องต้นที่น่าจะเป็นไปได้ที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมกับข้อมูล



ภาพที่ 1 กราฟ ACF และ PACF ของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรายเดือนของจังหวัดกระบี่

การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล เพื่อให้อนุกรมเวลามีความแปรปรวนคงที่และแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของฤดูกาลที่ชัดเจนกว่าเดิม ผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ($d=1, D=1$) ได้กราฟดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรายเดือนของจังหวัดกระบี่ เมื่อแปลงข้อมูลด้วยผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1

จากกราฟจะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลาที่มีความเสถียรแล้วจึง กำหนดตัวแบบเบื้องต้นที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยพิจารณากราฟฟังก์ชันในตัวเอง (ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) ซึ่งตัวแบบของจังหวัดกระบี่สำหรับการแปลงข้อมูลโดยใช้ลอการิทึมมี 1 ตัวแบบคือ SARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ การแปลงข้อมูลโดยใช้รากที่สองมี 2 ตัวแบบ คือ SARIMA(0,1,1)(1,1,0)₁₂ และ SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂ ประมาณค่าและทดสอบค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวแบบในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ SARIMA

จังหวัด	การแปลงข้อมูล	ตัวแบบ(Model)	RMSE	MAPE
กระบี่	ลอการิทึม	SARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂	31.913	18.071
	รากที่สอง	SARIMA(0,1,1)(1,1,0) ₁₂	32.159	18.028
		SARIMA(0,1,1)(2,1,0) ₁₂	30.576	17.038

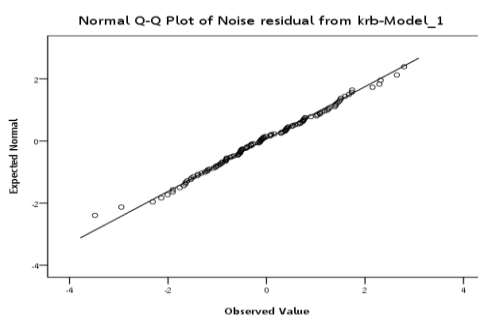
จากค่า RMSE และค่า MAPE สามารถสรุปได้ว่า ตัวแบบที่ได้จากวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่ใช้การแปลงข้อมูลโดยใช้รากที่สอง คือ SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบด้วยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ในตัวแบบ โดยพารามิเตอร์ทุกตัวจะต้องมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าสถิติทดสอบของ Ljung-Box Q ต้องมากกว่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 และทดสอบภาพรวมของส่วนเหลือ (Residual) ด้วยกราฟ แสดงรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบหลังการแปลงข้อมูลที่คาดว่าจะเหมาะสม

จังหวัด	ตัวแบบ(Model)	Parameters	p-values	Ljung-Box Q (Sig.)
กระบี่	SARIMA(0,1,1)(2,1,0) ₁₂	MA(1)	0.000	0.334
		SAR(2)	0.000	

จากผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตารางที่ 5 พบว่า พารามิเตอร์ทุกค่ามีค่า P-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่า Ljung-Box Q มากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นตัวแบบที่ได้จึงมีความเหมาะสมในการพยากรณ์



ภาพที่ 3 กราฟการตรวจสอบส่วนเหลือของตัวแบบวิธี บอกซ์-เจนกินส์

การตรวจสอบว่าข้อมูลแต่ละจังหวัดมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยการทดสอบ Kolmogorov Smirnov พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และการตรวจสอบส่วนเหลือจากกราฟ พบว่าส่วนเหลือมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยรอบค่าศูนย์และความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นตัวแบบที่ได้จึงมีความเหมาะสมในที่จะนำไปใช้การพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 4 การพยากรณ์ เมื่อมีการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ สามารถนำสมการจากตัวแบบไปใช้ในการพยากรณ์ค่าได้

ตารางที่ 3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เลือกใช้สร้างตัวแบบโดยวิธี บอกซ์-เจนกินส์ ของจังหวัดกระบี่

จังหวัด	ตัวแบบ(Model)	Parameters	ค่าประมาณ	ค่าสถิติ t	p-values
กระบี่	SARIMA(0,1,1)(2,1,0) ₁₂	MA(1)	0.660	9.264	0.000
		SAR(1)	-0.572	-5.947	0.000
		SAR(2)	-0.430	-4.527	0.000

นำค่าประมาณพารามิเตอร์มาสร้างตัวแบบได้สมการดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.428(Y_{t-12} - Y_{t-13}) + 0.142(Y_{t-24} - Y_{t-25}) + 0.430(Y_{t-36} - Y_{t-37}) - 0.660e_{t-1} \quad (3)$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ; Y_{t-j} แทนอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลโดยใช้รากที่สอง ณ เวลา $t-j$;
 e_{t-j} แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา $t-j$

ตารางที่ 4 ตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบอนุกรมเวลาของข้อมูลตั้งแต่ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงเดือน ธันวาคม 2562 จำนวน 24 เดือน ของตัวแบบ ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

จังหวัด	RMSE	MAPE
กระบี่	43.619	18.293

วิจารณ์ผล

หลังจากได้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างจากข้อมูลส่วนที่ 1 หรือจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ ตั้งแต่เดือน มกราคม 2550 ถึงเดือนธันวาคม 2560 จำนวน 132 เดือน จะได้ตัวแบบที่เหมาะสมมา 3 รูปแบบตามตารางที่ 1 โดยผู้วิจัยจะทำการเลือกตัวแบบที่เหมาะสมด้วยการพิจารณาค่า RMSE และ MAPE พบว่าภายใต้เกณฑ์ทั้งสอง ค่าที่ต่ำที่สุด วิธีบอกซ์-เจนกินส์ ที่มีตัวแบบ SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂ ดังแสดงในสมการที่ (3) จากนั้นได้นำตัวแบบ มาตรวจสอบความแม่นยำโดยนำข้อมูลในส่วนที่ 2 คือ จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 24 เดือน ด้วยการนำสมการมาหาค่าพยากรณ์ของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ จำนวน 24 เดือน โดยวิธีการนี้การพยากรณ์นี้มีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ 43.619 คน/เดือน (RMSE = 43.619) และวิธีนี้มีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ ร้อยละ 18.293 (MAPE = 18.293) จัดอยู่ใน ระดับความแม่นยำระดับดี ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้สอดคล้องวิจัยของ วรางคณา เรียนสุทธิ เรื่อง การพยากรณ์ราคา ผลปาล์มน้ำมันด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ (2562) ที่กล่าวไว้ว่า หลักการของการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยเทคนิค การพยากรณ์ (Forecasting Techniques) จะต้องแบ่งข้อมูลที่นำมาศึกษาออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 สำหรับการ สร้างตัวแบบพยากรณ์ และชุดที่ 2 สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ จากนั้นจึงนำข้อมูล ชุดที่ 1 มาสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ที่หลากหลายที่มีความเหมาะสมกับลักษณะของอนุกรมเวลา ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาวิธีการพยากรณ์แค่วิธีเดียว ซึ่งบางครั้งวิธีอื่นอาจจะให้ความแม่นยำอยู่ในระดับที่ ดีกว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ก็เป็นได้ ดังนั้นผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบเพื่อให้ได้ตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความ เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาจำนวน ผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรายเดือนของจังหวัดกระบี่ โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของกรมควบคุมโรคกระทรวง สาธารณสุข ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 156 เดือน ทำการแบ่งข้อมูล ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 132 เดือน ใช้สำหรับสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

ส่วนที่ 2 จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบของจังหวัดกระบี่ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 24 เดือน ใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบอนุกรมเวลาด้วยเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีบอกซ์-เจนกินส์ ที่มีตัวแบบ SARIMA(0,1,1)(2,1,0)₁₂ เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.428(Y_{t-12} - Y_{t-13}) + 0.142(Y_{t-24} - Y_{t-25}) + 0.430(Y_{t-36} - Y_{t-37}) - 0.660e_{t-1}$$

เมื่อ \hat{Y}_t แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ; Y_{t-j} แทนอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลโดยใช้รากที่สอง ณ เวลา $t-j$; e_{t-j} แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา $t-j$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนิต พลลลา ที่กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ตลอดระยะเวลาการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

- กรินทร์ กาญจนานนท์. 2537. การพยากรณ์ทางสถิติ. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ กรุงเทพฯ.
- ดลพร คาวินทรและณัตติยา เชื้อบ้านเกาะ. 2564. การพยากรณ์จำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 รายวันในประเทศไทยโดยใช้ตัวแบบบอกซ์-เจนกินส์ และตัวแบบการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช.
- ดวงพร หัชชะวณิช. 2556. การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภครายเดือน ตัวแบบบอกซ์-เจนกินส์ และตัวแบบการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย 33: 100-113.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. 2562. การพยากรณ์ราคาผลปาล์มน้ำมันด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 42: 199-213.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. 2562. การพยากรณ์ราคา सबประรดโรงงานด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์. วารสารของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 8: 105-115.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. 2562. ตัวแบบพยากรณ์ราคาไข่ไก่. วารสารศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา 11: 196-211.
- วรภาพร ตัวทองและสวพร ทิณูชีระนนท์. 2562. การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 29: 365-377.

- สำนักโรคติดต่อควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2560. Pneumonia. แหล่งข้อมูล:
<http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/disease.php?ds=31>. ค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน
2565.
- สุธีรัตน์ อนุเพ็ญ, กิตติ พูลเกษม, ธนวรรณ รุ่งสุขและ บุรณพิภพ ท้าววรรณชาติ. 2563. การพยากรณ์มูลค่าการ
ส่งออกน้ำยางข้นโดยการเปรียบเทียบด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย
และวิธีบอซ-เจนกินส์. น. 1211-1226. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย
ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง, ราชบุรี.
- อุรชา จันทรภาและนันทชัย กานตานันทะ. 2564. การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และ
ส่วนประกอบของประเทศไทยด้วยวิธีอนุกรมเวลา. วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน 9: 12-20.

องค์ประกอบในการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Components of the Decision to Pursue a Bachelor's Degree of
Freshman at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

อัฟนัน สิบเส้า¹ เกศนี ทองศรี¹ มนิต พลหลา^{1*} และ อัมพา เกียรติกิ่งศรี^{1*}

Afnan Sibsae¹ Ketsanee Thongsri¹ Manit Pollar^{1*} and Ampa Kiatikongkiri^{1*}

¹ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 80280

¹ Program in Mathematics, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University 80280

Corresponding author E-mail: manit_pol@nstru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและศึกษาระดับในการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวนทั้งสิ้น 2,008 คน กำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้การคำนวณจากสูตรของ ทาโร ยามาเน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งได้ขนาดตัวอย่าง 334 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามออนไลน์โดยใช้เครื่องมือสร้างแบบฟอร์ม (Google Form) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ผลการวิจัย คือ องค์ประกอบในการตัดสินใจศึกษาต่อประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ สามารถอธิบายค่าร้อยละของความแปรปรวนรวม 84.351 ได้แก่ ด้านความคาดหวังของการศึกษา มีร้อยละของความแปรปรวน 20.371 ด้านสาขาวิชา มีร้อยละของความแปรปรวน 18.854 ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกเพียงพอและทันสมัย มีร้อยละของความแปรปรวน 13.067 ด้านชื่อเสียงและการยอมรับ มีร้อยละของความแปรปรวน 12.649 ด้านเศรษฐกิจ มีร้อยละของความแปรปรวน 12.404 และด้านความนิยม มีร้อยละของความแปรปรวน 7.006 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การวิเคราะห์องค์ประกอบ การตัดสินใจศึกษา ปริญญาตรี

Abstract

The purpose of this research was to analyze the components and study the level of decision-making to study at the bachelor's degree of the freshman students. The population used in this research was first year undergraduate students, semester 1 of academic year 2022 with the total number of 2,008 students. The sample size was determined using Taro Yamane's formula calculation at 95% confidence level, which obtained a sample size of 334 students. The data collection tool was an online questionnaire using a form builder (Google Form). The statistics

used in data analysis were frequency, percentage, mean, standard deviation and principal component analysis. The results of the research revealed that the decision-making components for continuing education consisted of 6 components: It can be explained the percentage of the total variance 84.351 namely, the expectation of education with a percentage of variance of 20.371. , field of study with the percentage of variance is 18.854, the facilities are adequate and modern with a percentage of variance of 13.067, reputation and recognition with a percentage of variance of 12.649, in economic side with the percentage of variance of 12.4046 and popularity with a percentage of variance of 7.006, respectively.

Keywords: Factor Analysis, Study Decision, Bachelor's Degree

บทนำ

การศึกษา (Education) เป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาสังคมและประเทศให้ดีขึ้น การที่ทรัพยากรมนุษย์มีคุณภาพได้นั้นเกิดจากการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอยู่เสมอและได้วางแผนการผลิตทรัพยากรมนุษย์ให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งยังสามารถเป็นตัวกำหนดทิศทางของประเทศในการร่วมกันพัฒนาให้ก้าวทันความก้าวหน้าได้อีกด้วย ดังนั้นเพื่อให้ก้าวทันโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมออันองค์กรเองต้องปรับตัวและเตรียมความพร้อมในการเปลี่ยนแปลงให้ทัน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดประโยชน์ในอนาคตข้างหน้า นอกจากนี้ทุกคนสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ทุกที่ทุกเวลาเพราะการศึกษานั้นไม่มีวันสิ้นสุด และสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพของตนเองขึ้นไปอีกขั้น (เอื้อมพร วรรณยิ่ง, 2564)

ปัจจุบันจำนวนประชากรในประเทศไทยมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ประชากรในวัยเด็กช่วงอายุ 0-14 ปี จะมีแนวโน้มลดลงทุกปี โดยในระหว่างปี พ.ศ. 2560-2564 พบว่า มีจำนวนประชากรวัยเด็กคิดเป็นร้อยละ 17.08 16.79 16.45 16.20 และ 15.80 ตามลำดับ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2565) และอัตราการเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชมีแนวโน้มลดลงไปด้วย โดยได้ทำการสำรวจสถิติจำนวนนักศึกษาในระหว่างปีการศึกษา 2561-2564 พบว่า จำนวนนักศึกษาเข้ามาศึกษาใหม่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชมีจำนวน 3,582 คน 2,748 คน 2,833 คน และ 2,627 คน (สำนักงานส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน, 2565)

ผู้จัดทำวิจัยต้องการศึกษาองค์ประกอบในการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อที่จะได้ข้อมูลและผลวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยในการส่งเสริมแนวทางผลักดันนโยบายต่าง ๆ ในการวางแผนการรับนักศึกษาเข้าศึกษาต่อรวมไปถึงการจัดรูปแบบหลักสูตรที่เปิดสอนให้เป็นที่ยอมรับในสังคมและสอดคล้องกับความต้องการของนักศึกษา อีกทั้งจัดการศึกษาให้เกิดความน่าสนใจ และอยากเข้ามาศึกษาในมหาวิทยาลัยเพิ่มมากยิ่งขึ้นในอนาคต

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวนทั้งสิ้น 2,008 คน กำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้การคำนวณจากสูตรของทาโร ยามาเน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งได้ขนาดตัวอย่าง 334 คน เก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ คือ แบบสอบถามออนไลน์โดยใช้เครื่องมือสร้างแบบฟอร์ม (Google Form) โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 องค์กรประกอบในการตัดสินใจศึกษาต่อ

ส่วนที่ 3 การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

การตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ

การตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์สำหรับข้อคำถามแต่ละข้อ (Index of Item-Objective Congruence) อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักศึกษาที่ไม่ใช่ตัวอย่าง 30 คน และหาความเชื่อถือได้ (Reliability) โดยหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์เชิงสถิติ เท่ากับ 0.96 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าแบบสอบถามนี้มีความเชื่อถือได้ (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2561)

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์เชิงสถิติ ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้ความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบในการตัดสินใจศึกษาต่อ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2564)

1) การตรวจสอบความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปร โดยการตรวจสอบมี 2 วิธี

วิธีที่ 1 การหาค่า KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)

วิธีที่ 2 การทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity

2) การสกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis)

3) การหมุนแกนองค์ประกอบ (Factor Rotation) ด้วยวิธีการหมุนแกนแบบตั้งฉากกัน (Orthogonal Rotation) โดยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax)

- 4) คะแนนองค์ประกอบ (Factor Score)
3. การวิเคราะห์ระดับการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบในการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1

1. การตรวจสอบความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปร ด้วย ค่า KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) และการทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ค่า KMO เท่ากับ 0.937 ซึ่งมีค่าเข้าสู่ 1 และค่า Bartlett's Test มีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square เท่ากับ 2,922.389 และค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ตัวแปรองค์ประกอบในการตัดสินใจศึกษาต่อมีความสัมพันธ์กัน และมีความเหมาะสมที่จะใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ

ตารางที่ 1 KMO and Bartlett's Test

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.937
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2922.389
	df	78
	Sig.	0.000

2. การหาค่าความร่วมกัน (Communalities) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก พบว่า ตัวแปรมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไป

3. ค่าความแปรปรวน (Total Variance Explained) ดังแสดงในตารางที่ 2 ได้กำหนดจำนวนองค์ประกอบเป็น 6 องค์ประกอบ สามารถอธิบายค่าร้อยละของความแปรปรวนรวม เท่ากับ 84.351 ซึ่งมีค่ามากกว่าร้อยละ 80 พบว่า องค์ประกอบที่ 1 มีค่าร้อยละของความแปรปรวน 20.371 องค์ประกอบที่ 2 มีค่าร้อยละของความแปรปรวน 18.854 องค์ประกอบที่ 3 มีค่าร้อยละของความแปรปรวน 13.067 องค์ประกอบที่ 4 มีค่าร้อยละของความแปรปรวน 12.649 องค์ประกอบที่ 5 มีค่าร้อยละของความแปรปรวน 12.404 และองค์ประกอบที่ 6 มีค่าร้อยละของความแปรปรวน 7.006 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Total Variance Explained

Component	Extraction Sums of Squared			Rotation Sums of Squared		
	Total	Loadings		Total	Loading	
		% of Variance	Cumulative %		% of Variance	Cumulative %
1	7.564	58.181	58.181	2.648	20.371	20.371
2	1.009	7.759	65.940	2.451	18.854	39.224
3	0.723	5.561	71.501	1.699	13.067	52.291
4	0.668	5.139	76.641	1.644	12.649	64.941
5	0.558	4.291	80.931	1.613	12.404	77.345
6	0.445	3.420	84.351	0.911	7.006	84.351

Extraction Method: Principal Component Analysis

4. ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) พบว่า สามารถจัดตัวแปรได้ 6 องค์ประกอบ ตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบ โดยอธิบายร้อยละของความแปรปรวนรวม เท่ากับ 84.351 โดยแต่ละองค์ประกอบมีตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วย 3 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งชื่อองค์ประกอบว่า **ด้านความคาดหวังของการศึกษา**

องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วย 3 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งชื่อองค์ประกอบว่า **ด้านสาขาวิชา**

องค์ประกอบที่ 3 ประกอบด้วย 2 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งชื่อองค์ประกอบว่า **ด้านสิ่งแวดล้อมความสะดวกเพียงพอและทันสมัย**

องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วย 2 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งชื่อองค์ประกอบว่า **ด้านชื่อเสียงและการยอมรับ**

องค์ประกอบที่ 5 ประกอบด้วย 2 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งชื่อองค์ประกอบว่า **ด้านเศรษฐกิจ**

องค์ประกอบที่ 6 ประกอบด้วย 1 ตัวแปร เรียงตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งชื่อองค์ประกอบว่า **ด้านความนิยม**

2. การวิเคราะห์ระดับการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1

ตารางที่ 3 องค์ประกอบที่ 1 ด้านความคาดหวังของการศึกษา (ค่าความแปรปรวนของตัวแปรเท่ากับ 7.564 และค่าร้อยละของความแปรปรวน เท่ากับ 20.371)

องค์ประกอบ	Factor Loading	Mean	S.D.	ระดับการตัดสินใจ
คาดหวังว่าภายหลังจากการศึกษานี้จะหางานทำง่ายและมีรายได้ที่มั่นคง	0.837	4.51	0.638	มากที่สุด
คาดหวังว่าจะได้งานตรงกับสายงานในสาขาวิชาที่สำเร็จการศึกษา	0.793	4.52	0.647	มากที่สุด
คาดหวังว่าจะนำความรู้ไปประกอบอาชีพในอนาคต	0.790	4.57	0.575	มากที่สุด
รวม		4.53	0.562	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้านความคาดหวังของการศึกษา พบว่า โดยในภาพรวมมีความสำคัญอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.562 เมื่อพิจารณารายข้อ โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย พบว่า มากที่สุด คือ คาดหวังว่าจะนำความรู้ไปประกอบอาชีพในอนาคต ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.575 รองลงมา คือ คาดหวังว่าจะได้งานตรงกับสายงานในสาขาวิชาที่สำเร็จการศึกษา ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.647 และน้อยที่สุด คือ คาดหวังว่าภายหลังจากการศึกษานี้จะหางานทำง่ายและมีรายได้ที่มั่นคง ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.638 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 องค์ประกอบที่ 2 ด้านสาขาวิชา (ค่าความแปรปรวนของตัวแปรเท่ากับ 1.009 และค่าร้อยละของความแปรปรวน เท่ากับ 18.854)

องค์ประกอบ	Factor Loading	Mean	S.D.	ระดับการตัดสินใจ
สาขาวิชาที่เปิดสอนตรงกับความต้องการของนักศึกษา	0.761	4.40	0.693	มากที่สุด
สาขาวิชาที่เปิดสอนเอื้อต่อการประกอบอาชีพในอนาคต	0.738	4.46	0.669	มากที่สุด
สาขาวิชาที่เปิดสอนมีความทันสมัยและตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน	0.710	4.43	0.693	มากที่สุด
รวม		4.43	0.606	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ด้านสาขาวิชา พบว่า โดยในภาพรวมมีความสำคัญอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.606 เมื่อพิจารณารายข้อ โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย พบว่า มากที่สุด คือ สาขาวิชาที่เปิดสอนเอื้อต่อการประกอบอาชีพในอนาคต ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.669 รองลงมา คือ สาขาวิชาที่เปิดสอนมีความทันสมัยและตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.693 และ

น้อยที่สุด คือ สาขาวิชาที่เปิดสอนตรงกับความต้องการของนักศึกษา ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.693 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 องค์ประกอบที่ 3 ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกเพียงพอและทันสมัย (ค่าความแปรปรวนของตัวแปร เท่ากับ 0.723 และค่าร้อยละของความแปรปรวน เท่ากับ 13.067)

องค์ประกอบ	Factor Loading	Mean	S.D.	ระดับการตัดสินใจ
มหาวิทยาลัยมีอุปกรณ์การเรียนและเทคโนโลยีที่ทันสมัย	0.769	4.40	0.751	มากที่สุด
มหาวิทยาลัยมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในอย่างเพียงพอ	0.750	4.37	0.723	มากที่สุด
รวม		4.38	0.685	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกเพียงพอและทันสมัย พบว่า โดยในภาพรวมมีความสำคัญอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.38 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.685 เมื่อพิจารณารายข้อ โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย พบว่า มากที่สุด คือ มหาวิทยาลัยมีอุปกรณ์การเรียนและเทคโนโลยีที่ทันสมัย ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.751 และน้อยที่สุด คือ มหาวิทยาลัยมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในอย่างเพียงพอ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.723 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 องค์ประกอบที่ 4 ด้านชื่อเสียงและการยอมรับ (ค่าความแปรปรวนของตัวแปรเท่ากับ 0.668 และค่าร้อยละของความแปรปรวน เท่ากับ 12.649)

องค์ประกอบ	Factor Loading	Mean	S.D.	ระดับการตัดสินใจ
ชื่อเสียงของมหาวิทยาลัยเป็นที่ยอมรับ	0.811	4.35	0.711	มากที่สุด
คณาจารย์มีความรู้ความสามารถและมีผลงานวิจัยเป็นที่ยอมรับของสังคม	0.710	4.48	0.628	มากที่สุด
รวม		4.42	0.611	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ด้านชื่อเสียงและการยอมรับ พบว่า โดยในภาพรวมมีความสำคัญอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.42 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.611 เมื่อพิจารณารายข้อ โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย พบว่า มากที่สุด คือ คณาจารย์มีความรู้ความสามารถและมีผลงานวิจัยเป็นที่ยอมรับของสังคม ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.628 และน้อยที่สุด คือ ชื่อเสียงของมหาวิทยาลัยเป็นที่ยอมรับ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.711 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 องค์ประกอบที่ 5 ด้านเศรษฐกิจ (ค่าความแปรปรวนของตัวแปรเท่ากับ 0.558 และค่าร้อยละของความแปรปรวน เท่ากับ 12.404)

องค์ประกอบ	Factor Loading	Mean	S.D.	ระดับการตัดสินใจ
ค่าใช้จ่ายในการศึกษาอยู่ในขอบเขตที่สามารถเข้าถึงได้ ไม่แพงเกินไป	0.804	4.36	0.746	มากที่สุด
มหาวิทยาลัยมีทุนสนับสนุนการศึกษาทุนกู้ยืมการศึกษา	0.722	4.46	0.704	มากที่สุด
รวม		4.41	0.649	มากที่สุด

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจ พบว่า โดยในภาพรวมมีความสำคัญอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.41 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.649 เมื่อพิจารณารายข้อ โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย พบว่า มากที่สุด คือ มหาวิทยาลัยมีทุนสนับสนุนการศึกษา ทุนกู้ยืมการศึกษา ค่าเฉลี่ย 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.704 และน้อยที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในการศึกษาอยู่ในขอบเขตที่สามารถเข้าถึงได้ ไม่แพงเกินไป ค่าเฉลี่ย 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.746 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 องค์ประกอบที่ 6 ด้านความนิยม (ค่าความแปรปรวนของตัวแปรเท่ากับ 0.445 และค่าร้อยละของความแปรปรวน เท่ากับ 7.006)

องค์ประกอบ	Factor Loading	Mean	S.D.	ระดับการตัดสินใจ
สาขาวิชาที่สมัครเรียนเป็นสาขาวิชาที่ได้รับความนิยม	0.749	4.33	0.755	มากที่สุด
รวม		4.33	0.755	มากที่สุด

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ด้านความนิยม พบว่า โดยมีความสำคัญอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.755

สรุปผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ สามารถแบ่งได้เป็น 6 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความคาดหวังของการศึกษา ด้านสาขาวิชา ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกเพียงพอและทันสมัย ด้านชื่อเสียงและการยอมรับ ด้านเศรษฐกิจ ด้านความนิยม โดยสรุปได้ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านความคาดหวังของการศึกษา พบว่า ความคาดหวังว่าจะนำความรู้ไปประกอบอาชีพในอนาคต รองลงมา คือ ความคาดหวังว่าจะได้งานตรงกับสายงานในสาขาวิชาที่สำเร็จการศึกษา และสุดท้าย คือ ความคาดหวังว่าภายหลังจากการศึกษานี้จะหางานทำง่ายและมีรายได้ที่มั่นคง มีความสอดคล้องกับเจริญขวัญ ด้านพัฒนานุรักษ์, สุกัญญา รุจิเมธาภาส และ หยกแก้ว กมลวรเดช (2565) ซึ่งได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์องค์ประกอบการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อสายอาชีพระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยี

อุตรดิตถ์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 เป็นสาขาวิชาที่เป็นประโยชน์สามารถต่อยอดในการประกอบอาชีพได้

องค์ประกอบที่ 2 ด้านสาขาวิชา พบว่า สาขาวิชาที่เปิดสอนเอื้อต่อการประกอบอาชีพในอนาคต รองลงมา คือ สาขาวิชาที่เปิดสอนมีความทันสมัยและตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน และสุดท้าย คือ สาขาวิชาที่เปิดสอนตรงกับความต้องการของนักศึกษา มีความสอดคล้องกับออมรา ดอกไม้ และ ศุภลักษณ์ ศรีวิไล (2565) ซึ่งได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน พบว่า ในด้าน การศึกษามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด เพราะหลักสูตรมีความต้องการตรงกับตลาดแรงงาน มีหลักสูตร/สาขา ตรงตามความต้องการของผู้เรียน หลักสูตรมีความทันสมัย รองรับกับนโยบายของประเทศ Thailand 4.0

องค์ประกอบที่ 3 ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกเพียงพอและทันสมัย พบว่า มหาวิทยาลัยมีอุปกรณ์การเรียนและเทคโนโลยีที่ทันสมัย และสุดท้าย คือ มหาวิทยาลัยมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในอย่างเพียงพอ มีความกับกิตติกร สุนทรานุรักษ์ (2563) ซึ่งได้ศึกษาเรื่ององค์ประกอบของการเลือกเรียนต่อในตลาดอุดมศึกษา: กรณีศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ในด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และการยอมรับ คือ ความทันสมัยของ อุปกรณ์การเรียนการสอน สิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ เช่น ศูนย์กีฬา สถานพยาบาล

องค์ประกอบที่ 4 ด้านชื่อเสียงและการยอมรับ พบว่า คณาจารย์มีความรู้ความสามารถและมีผลงานวิจัย เป็นที่ยอมรับของสังคม รองลงมา คือ ชื่อเสียงของมหาวิทยาลัยเป็นที่ยอมรับ มีความสอดคล้องกับธนพัฒน์ อินทวิ (2564) ซึ่งได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกสถาบันศึกษาเพื่อเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา พบว่า การตัดสินใจขององค์ประกอบการตัดสินใจในการเลือกสถาบันศึกษาเพื่อเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา ในด้านความน่าเชื่อถือของสถาบัน คือ เป็นสถาบันที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับของสังคม และมี คณะอาจารย์ที่มีความรู้ ความสามารถ

องค์ประกอบที่ 5 ด้านเศรษฐกิจ พบว่า ค่าใช้จ่ายในการศึกษาอยู่ในขอบเขตที่สามารถเข้าถึงได้ ไม่แพงเกินไป มหาวิทยาลัยมีทุนสนับสนุนการศึกษาทุนกู้ยืมการศึกษา มีความสอดคล้องกับกิตติกร สุนทรานุรักษ์ (2562) ซึ่งได้ศึกษาเรื่ององค์ประกอบของการเลือกเรียนต่อในตลาดอุดมศึกษา: กรณีศึกษาจังหวัด นครศรีธรรมราช พบว่า ค่าใช้จ่ายในการศึกษา คือ อัตราค่าเล่าเรียน/ค่าบำรุงการศึกษา กองทุนกู้ยืมเพื่อ การศึกษา

องค์ประกอบที่ 6 ด้านความนิยม พบว่า มีความสอดคล้องกับบอลงกรณ์ อัมมวงศ์จิตต์, ศรีรัฐ ภัคศิริณชิต และ นพดล อินทร์จันทร์ (2565) ซึ่งได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ที่วิทยาลัยนวัตกรรมการสื่อสารสังคม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็น เกี่ยวกับปัจจัยด้านหลักสูตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด เพราะมีความนิยมของหลักสูตร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ และความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนิต พลหลา และ อาจารย์อัมพา เกียรติก้องศิริ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ตลอดระยะเวลาการทำวิจัย และวิจัยฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จได้ หากขาดการสนับสนุนจากคณาจารย์ทุกท่านในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่ให้คำปรึกษาในด้านต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือตลอดจนสร้างแรงผลักดันในการทำวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณความร่วมมือจากนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในการตอบแบบสอบถามออนไลน์และเพื่อนในสาขาทุกคนที่เป็นกำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2561. สถิติสำหรับงานวิจัย. สำนักพิมพ์ สามลดา, กรุงเทพฯ.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2564. การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows. สำนักพิมพ์ สามลดา, กรุงเทพฯ.
- กิตติกร สุนทรานุรักษ์. 2562. องค์ประกอบของการเลือกเรียนต่อในตลาดอุดมศึกษา: กรณีศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 12: 60-70.
- เจริญขวัญ ด้านพัฒนานุรักษ์, สุกัญญา รุจิเมธภาส และ หยกแก้ว กมลวรเดช. 2565. การวิเคราะห์องค์ประกอบการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อสายอาชีพระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตรดิตถ์. Journal of Modern Learning Development 7: 297-308.
- ธนพัฒน์ อินทวิ. 2564. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกสถาบันศึกษาเพื่อเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา. วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย 5.
- พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, กรุงเทพฯ.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. แหล่งข้อมูล: <https://www.nstru.ac.th/th/>. ค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2565.
- สายชล สนิมบูรณ์ทอง. การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวโดยใช้ SPSS และ MINITAB. สำนักพิมพ์ บริษัทจามจุรีโปรดักส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. สถิติประชากรศาสตร์ ประชากรและเคหะ. แหล่งข้อมูล: <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/01.aspx> ค้นเมื่อ 13 กันยายน 2565.
- สำนักงานส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน. จำนวนนักศึกษาภาคปกติ ปีการศึกษา 2565. แหล่งข้อมูล: <http://regis.nstru.ac.th>. ค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2565.
- อมรา ดอกไม้ และ ศุภลักษณ์ ศรีวิไล. 2565. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน. วารสารวิจัยวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 6.

อลงกรณ์ อัมมวงศ์จิตต์, ศรีรัฐ ภัคศิรณชิต และ นพดล อินทร์จันทร์. 2565. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือก
เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีที่วิทยาลัยนวัตกรรมการสื่อสารสังคม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วารสาร
นวัตกรรมการจัดการ 7: 53-68.

เอี่ยมพร วรรณยิ่ง. 2564. *การศึกษา (Education)*. แหล่งข้อมูล: <https://th.hrnote.asia/orgdevelopment/190625-education-for-hrd/>. ค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2565.

การสร้างและออกแบบลวดลายเครื่องจักสานจากกระจูดโดยใช้โปรแกรม

The Geometer's Sketchpad (GSP)

The Creation and Design of The Pattern Basketry from Krajoood by The Geometer's Sketchpad Program (GSP)

ภัทธีรา จรัสศรี¹ ภัทรยา พุมโกมล¹ ขนิษฐา กิรติภัทรกาญจน์^{1*}

Patthira Jaratsri¹ Pattharaya Phumkomon¹ Kanitta Keeratipattarakarn^{1*}

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 80280

¹Program in Mathematics, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University 80280

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

บทคัดย่อ

โครงการเรื่อง การสร้างและออกแบบลวดลายเครื่องจักสานจากกระจูดโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาลวดลายการจักสานกระเป๋ากระจูดแบบร่วมสมัย 2) เพื่อออกแบบลวดลายการสานกระเป๋ากระจูดโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาลวดลายการสานกระเป๋ากระจูดที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนกลุ่มกระจูดตำบลเค็ง กำหนดฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และการแปลงทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อเป็นต้นแบบลวดลายกระเป๋าสานกระจูดที่สวยงาม คงความเป็นเอกลักษณ์ โดยใช้ความสามารถของโปรแกรม GSP ช่วยในการสร้างต้นแบบลวดลายกระเป๋าสานกระจูดนี้ จะเห็นได้ว่าจะสามารถสร้างลวดลายกระเป๋าสานกระจูดด้วยโปรแกรม GSP ได้ทั้งหมด 5 ลวดลาย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ 1) พัฒนาลวดลายการจักสานกระเป๋ากระจูดแบบร่วมสมัย (ลายเดิม) จำนวน 1 ลวดลาย ได้แก่ ลายเรือ 2) ออกแบบลวดลายการสานกระเป๋ากระจูดโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม (ลายใหม่) จำนวน 4 ลวดลาย ได้แก่ ลายแมลงปอ ลายดอกบัว ลายสพันธ์บ๊อบ ลายชุดกิโมโน ซึ่งลวดลายดังกล่าวนี้จะสามารถทำเป็นกระเป๋าได้เพียงแค่ 2 ลวดลาย เนื่องจากการสานกระจูดมีข้อจำกัดในการสาน จึงทำให้ลวดลายที่ออกแบบมาได้นั้น ไม่สามารถสานได้สำเร็จ

คำสำคัญ : กระจูด กระเป๋าสานกระจูด โปรแกรม The Geometer's Sketchpad Program (GSP)

Abstract

The objectives of this mathematical project were to 1) To develop a contemporary pattern of weaving krajoood bags. 2) to design a pattern for weaving a Krajoood bag by applying a program. The authors have studied the patterns of weaving bags that are unique to the Krajoood community of Khuan Kreng sub-district. Define appropriate mathematical functions and mathematical conversions. To be a model for a beautiful Krajoood weaving bag pattern that

retains its uniqueness. Using the ability of the GSP program to help create a model of this woven bag pattern. It can be seen that we can create a total of 5 patterns of Krajoed bags with GSP program, divided into 2 types are 1) Developed 1 contemporary pattern of weaving bags (original pattern), i.e. boat pattern. 2) Design of weaving patterns for krajoed bags by applying the program (new designs) in 4 patterns: dragonfly pattern, lotus pattern, sponge bob pattern, kimono pattern. This pattern can only be made into a bag with only 2 patterns because weaving has limitations in weaving thus making the pattern designed to be unable to weave successfully.

Keywords: Krajoed, Krajoed bag, The Geometer's Sketchpad Program (GSP)

บทนำ

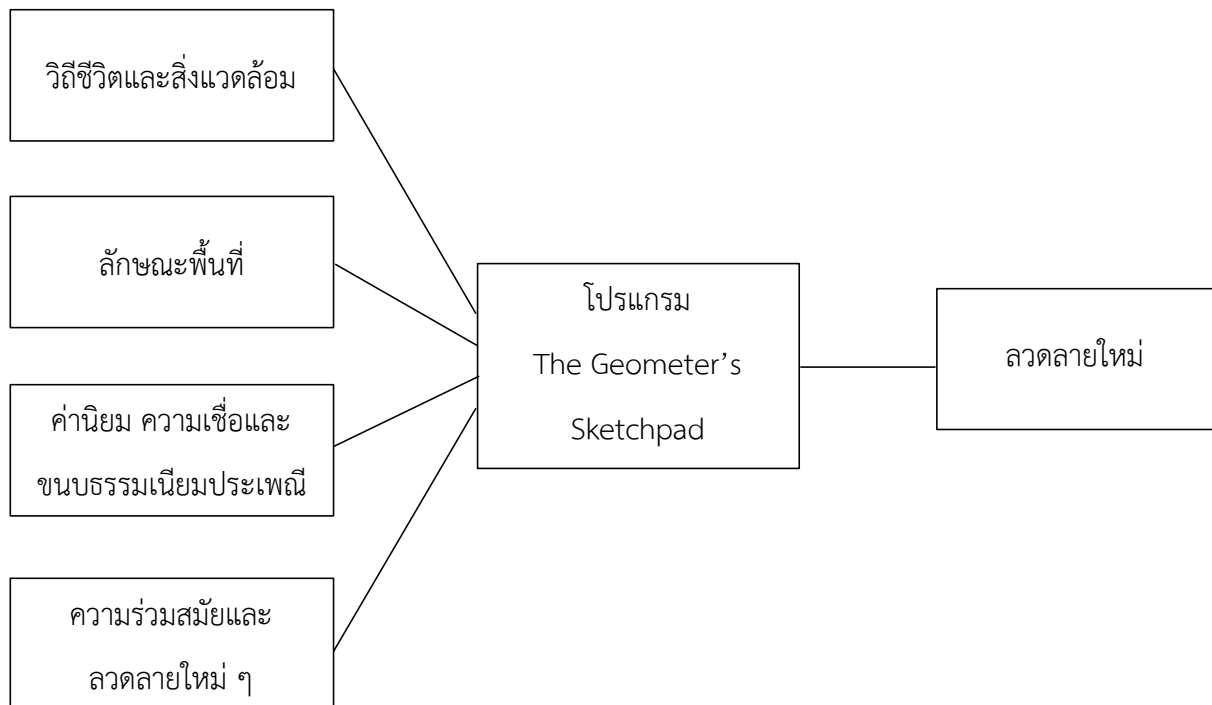
งานหัตถกรรมไทยมีประวัติมายาวนานและนับเป็นมรดกที่มีคุณค่าสะท้อนให้เห็นภูมิปัญญาของคนไทย หัตถกรรมไทยเป็นงานศิลปะที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวแสดงให้เห็นศิลปวัฒนธรรมไทยที่แตกต่างกันไปตามถิ่นกำเนิด ลักษณะภูมิศาสตร์ของภาคใต้ที่แตกต่างไปจากภาคอื่น ๆ ส่งผลถึงการประกอบอาชีพและการสร้างเครื่องมือเครื่องใช้ประเภทเครื่องจักสานด้วย ภาคใต้เป็นแหล่งที่มีวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทำเครื่องจักสานได้หลายชนิด เช่น ไม้ไผ่ หวาย กระจูด และย่านลิเภากระจูดเป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Cyperaceae สามารถเจริญเติบโตได้ง่ายและแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วชอบขึ้นเป็นกลุ่มใหญ่ในแหล่งน้ำธรรมชาติหรือในระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำหรือบริเวณที่มีน้ำขังตลอดทั้งปี มักกระจายพันธุ์อยู่ในทวีปเอเชีย บริเวณคาบสมุทรอินโดจีน เช่น ประเทศเวียดนาม กัมพูชา ไทย ลาว มาเลเซีย อินโดนีเซีย เกาะบอร์เนียว เกาะสุมาตรา เป็นต้น สำหรับประเทศไทยพบมากทางภาคใต้และภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี พัทลุง นราธิวาส และนครศรีธรรมราช กระจูดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ในภาคใต้นิยมนำกระจูดมาตากแห้งใช้สำหรับจักสานเป็นเสื่อรองนั่งที่เรียกว่า “เสื่อกระจูด” หรือ “เสื่อกระจูด” โดยนิยมสานลวดลายมาตรฐาน คือ ลายขัด ลายสอง ลายสาม เพราะใช้เวลาสานไม่นานและเป็นที่ยอมรับของกลุ่มลูกค้า ต่อมามีการพัฒนาลวดลายที่หลากหลายขึ้น เช่น ลายลูกแก้ว ลายพัด เป็นต้น (ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP, 2564) การทำลวดลายจักสานกระจูดจะมีการออกแบบลวดลายโดยการวาด ซึ่งสามารถทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย เช่น รูปที่วาดออกมาอาจมีขนาดไม่เท่ากัน เส้นต่าง ๆ อาจจะไม่เรียบร้อย เพราะการวาดลวดลายต้องใช้ความชำนาญ ดังนั้นการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีคุณสมบัติในการสร้างรูปเรขาคณิต และเขียนกราฟต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่เราสามารถเลื่อน หมุน ยืด หด และพลิกได้ มาปรับใช้ในการออกแบบลายจึงเป็นที่น่าสนใจ (อนุสรณ์ จิตมนัส, 2560)

ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาในการพัฒนาลวดลายใหม่ ๆ ของชุมชน ซึ่งในกลุ่มกระจูด บ้านไสขนุน ตำบลเคอิ่ง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครศรีธรรมราชยังคงมีแต่ลวดลายกระเปาะที่เป็นลายพื้นฐาน ผู้วิจัยจึงได้มีการนำลวดลายพื้นฐานนั้นมาพัฒนาให้และออกแบบให้มีความร่วมสมัยมากขึ้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทาง

คณิตศาสตร์ คือ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เพื่อช่วยให้ชุมชนได้มีการพัฒนาผลผลิตการจักสาน กระจุตให้มีสร้างสรรค์และยังสามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

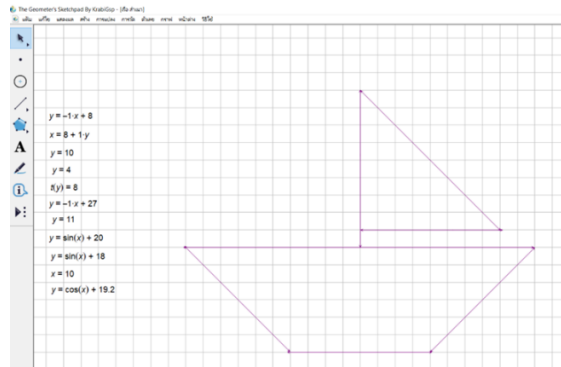
กรอบแนวคิดของการวิจัย



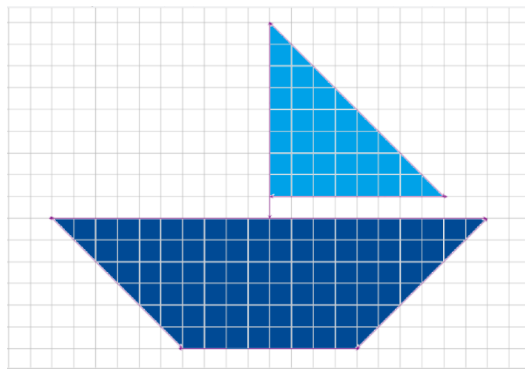
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาและออกแบบผลผลิตกระเป๋ากะจุต โดยกลุ่มของผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ศึกษาผลผลิตจากกลุ่มกระจุต บ้านไสขนุน หมู่ 11 ตำบลเคิ่ง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา
2. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม The Geometer's Sketchpad
3. สร้างลายเครื่องจักสานจากกระจุต ลายเรือ ที่เกิดจากฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม GSP ในการสร้างตัวเรือ ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันพหุนามเชิงเส้นดังภาพที่ 1

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

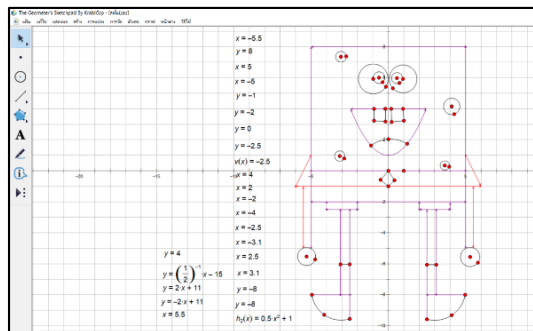


ภาพที่ 1 ฟังก์ชันและกราฟที่สร้างในโปรแกรม GSP

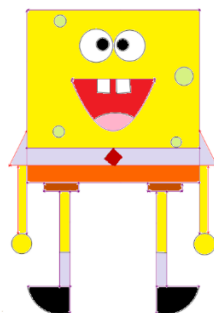


ภาพที่ 2 ลายเรือที่สร้างจากโปรแกรม GSP ที่สมบูรณ์

4. สร้างลายเครื่องจักรสานจากกระจุด ลายสพันธ์บ๊อบ ที่เกิดจากฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม GSP

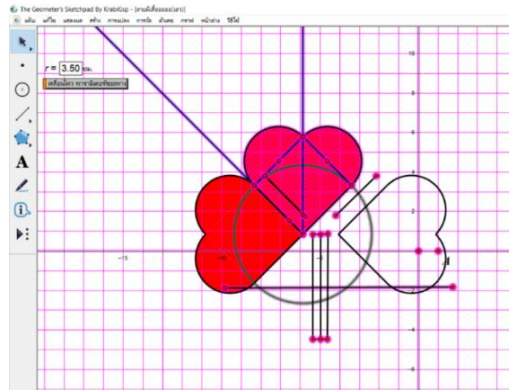


ภาพที่ 3 ฟังก์ชันและกราฟที่สร้างในโปรแกรม GSP

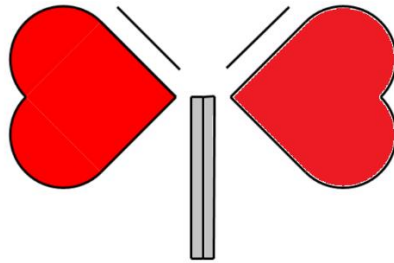


ภาพที่ 4 ลายสพันธ์บ๊อบที่สร้างจากโปรแกรม GSP ที่สมบูรณ์

5. สร้างลายเครื่องจักสานจากกระจุด ลายแมลงปอ ที่เกิดจากฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม GSP โดยการใช้การแปลงทางคณิตศาสตร์ คือ การหมุน การสะท้อนและการเลื่อนขนาน

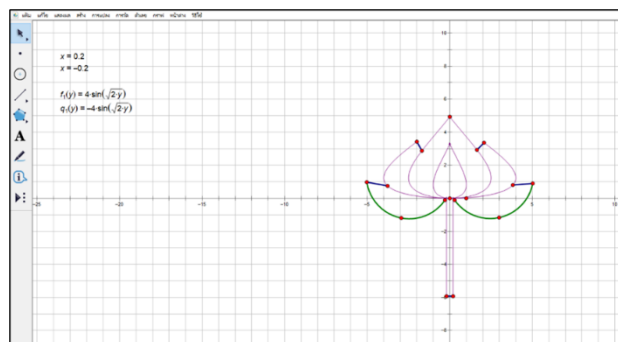


ภาพที่ 5 กราฟที่สร้างในโปรแกรม GSP โดยการใช้การแปลงทางคณิตศาสตร์

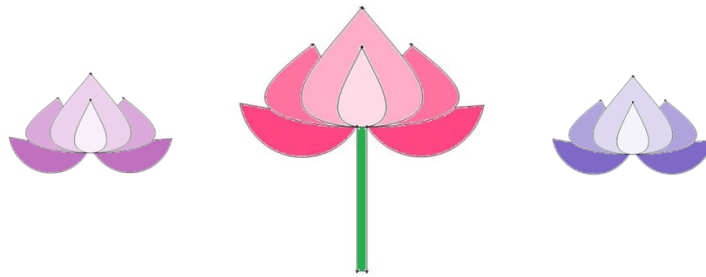


ภาพที่ 6 ลายแมลงปอที่สร้างจากโปรแกรม GSP ที่สมบูรณ์

6. สร้างลายเครื่องจักสานจากกระจุด ลายดอกบัวที่เกิดจากฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม GSP

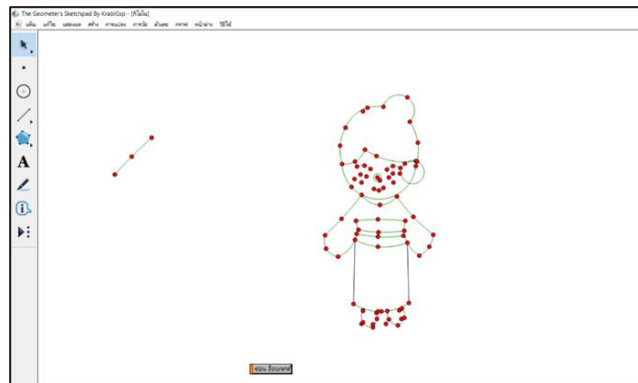


ภาพที่ 7 ฟังก์ชันและกราฟที่สร้างในโปรแกรม GSP



ภาพที่ 8 ลายดอกบัวที่สร้างจากโปรแกรม GSP ที่สมบูรณ์

7. สร้างลายเครื่องจักสานจากกระจุด ลายคนชุดกิโมโน ที่เกิดจากฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม GSP โดยการใช้การแปลงทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้เส้นโค้งผ่านจุดสามจุด



ภาพที่ 9 กราฟที่สร้างในโปรแกรม GSP (ลายคนชุดกิโมโน)



ภาพที่ 10 ลายคนชุดกิโมโนที่สร้างจากโปรแกรม GSP ที่สมบูรณ์

8. นำรูปต้นแบบที่ได้ไปให้กับช่างที่ทำกระเป๋ากระจุด เพื่อปรึกษาเกี่ยวกับการสานต่อไป
9. เริ่มการจักสานกระเป๋ากระจุด

ผลการวิจัย

จากการศึกษาโครงการเรื่อง การสร้างและออกแบบลายเครื่องจักสานจากกระจุดโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ได้สร้างลายเครื่องจักสานจากกระจุด ด้วยฟังก์ชันและการแปลงทางคณิตศาสตร์ของลายเครื่องจักสานจากกระจุด โดยการศึกษาลวดลายจากกระจุดได้ผลดังนี้

1. ลายเครื่องจักสานจากกระจูดที่มีอยู่เดิมโดยใช้โปรแกรม GSP

1.1 ลายเรือใบ โดยใช้สมการทั้งหมด 7 สมการ ซึ่งฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างลายเรือคือ ฟังก์ชันเชิงเส้น



ภาพที่ 11 ลวดลายเรือใบ ที่สานจากกระจูดเสร็จสมบูรณ์

2. ลายเครื่องจักสานจากกระจูดลายใหม่โดยใช้โปรแกรม GSP

2.1 ลายแมลงปอ ซึ่งลายแมลงปอนี้จะเป็นการใช้เมนูจากโปรแกรม GSP มาสร้างลวดลาย โดยเมนูที่ใช้ในการช่วยสร้างรูป อาทิ เมนูการสร้าง เมนูแสดงผล เมนูการแปลง เมนูตัวเลข เมนูกราฟ ฯลฯ



ภาพที่ 12 ลวดลายแมลงปอ ที่สานจากกระจูดเสร็จสมบูรณ์

จากการสร้างและออกแบบลวดลายเครื่องจักสานจากกระจูดโดยใช้โปรแกรม GSP จะสามารถสร้างลวดลายกระเป่าสานจากกระจูดด้วยโปรแกรม GSP ได้ทั้งหมด 5 ลวดลาย คือ 1) ลายเรือ 2) ลายแมลงปอ 3) ลายดอกบัว 4) ลายสหพันธ์บ็อบ 5) ลายชุดกิโมโน ซึ่งลวดลายดังกล่าวนี้จะสามารถสานเป็นกระเป่าได้เพียงแค่ลายเรือ และลายแมลงปอ

วิจารณ์ผล

การสร้างและออกแบบลายเครื่องจักสานจากกระจูดที่มีอยู่เดิมโดยใช้โปรแกรม GSP จำนวน 1 ลาย ได้แก่ ลายเรือ ผู้วิจัยใช้สมการทั้งหมด 7 สมการ ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ คือ ฟังก์ชันเชิงเส้น

การสร้างและออกแบบลายเครื่องจักสานจากกระจูดลายใหม่โดยใช้โปรแกรม GSP จำนวน 1 ลาย ได้แก่ ลายแมลงปอ ซึ่งลายแมลงปอนี้จะเน้นใช้เมนูจากโปรแกรมมาสร้างลวดลายเป็นหลัก โดยจะมีเมนูที่ใช้ในการช่วยสร้างรูป เช่น เมนูการสร้าง เมนูแสดงผล เมนูการแปลง เมนูตัวเลข เมนูกราฟ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งทิพย์ อ้นบุตร (2561) ได้ทำวิจัยเพื่อสร้างและออกแบบลายเครื่องจักสานจากกระจูดจากลายเดิมโดยใช้โปรแกรม GSP จำนวน 2 ลาย และออกแบบลายเครื่องจักสานจากกระจูดใหม่โดยใช้โปรแกรม GSP จำนวน 2 ลาย ซึ่งได้ทำการศึกษาลายเครื่องจักสานจากกระจูด กำหนดฟังก์ชันและสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อเป็นตัวแบบในการสร้างลายเครื่องจักสานจากกระจูดที่สวยงาม โดยใช้โปรแกรม GSP ช่วยในการออกแบบลายได้ทั้งหมด 4 ลวดลาย คือ ลายดอกบวบ ลายสี่เหลี่ยมมิติ ลายชุดพิภกา และลายรวีล้อมบุหงัน ซึ่งการสร้างและออกแบบลายเครื่องจักสานจากกระจูดส่วนใหญ่ใช้ฟังก์ชันเชิงเส้น ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์ ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผัน และสมการครึ่งวงกลม แต่เนื่องจากโปรแกรม GSP นั้นจะมีข้อจำกัด โดยการวาดเส้นโค้งนั้นไม่สามารถสร้างเส้นโค้งได้โดยตรง แต่เราต้องสร้างจุดและเส้นเชื่อมส่วนของเส้นตรงแล้วไปที่เมนูการสร้างแล้วใช้คำสั่งส่วนโค้งผ่านจุดสามจุด จึงอาจจะทำให้เส้นขาดความสมดุลเล็กน้อย และการสร้างบริเวณภายในของกราฟต้องใช้ความละเอียดอย่างมากในการสร้างลายเครื่องจักสานจากกระจูด

ในส่วนของลายสพันธ์บ๊อบ ลายดอกบัวและลายคนชุดกิโมโน ที่ไม่สามารถสานกระเป่ากระจูดได้แต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้เช่น สร้างลายเสื้อผ้า ลายผ้าปูโต๊ะ เป็นต้น และในการจักสานกระจูดลวดลายที่ออกแบบควรมีพื้นฐานมาจากลวดลายเดิมที่มีอยู่แล้วเพราะจะง่ายต่อการแกะลายและการสานมากยิ่งขึ้น ในการสร้างและออกแบบลวดลายกระจูดสามารถนำโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ มาใช้เพื่อทำให้ลวดลายสมจริงมากยิ่งขึ้น

สรุปผล

ผลการศึกษาการสร้างและออกแบบลายเครื่องจักสานจากกระจูดโดยใช้โปรแกรม GSP จะเห็นได้ว่าสามารถสร้างลวดลายกระเป่าสานกระจูดด้วยโปรแกรม GSP ได้ทั้งหมด 5 ลวดลาย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ 1) พัฒนาลวดลายการจักสานกระเป่ากระจูดแบบร่วมสมัย (ลายเดิม) จำนวน 1 ลวดลาย ได้แก่ ลายเรือ ใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ คือ ฟังก์ชันเชิงเส้น และแบบที่ 2) ออกแบบลวดลายการสานกระเป่ากระจูดโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม (ลายใหม่) จำนวน 4 ลวดลาย ได้แก่ ลายแมลงปอ ลายดอกบัว ลายสพันธ์บ๊อบ ลายชุดกิโมโน โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ คือ ฟังก์ชันเชิงเส้น ฟังก์ชันกำลังสอง และฟังก์ชันตรีโกณมิติ โปรแกรม GSP มีเมนูที่ช่วยในการสร้างรูป เช่น เมนูการแปลง เมนูการวัด เมนูแสดงผล ฯลฯ ซึ่งลวดลายดังกล่าวนี้จะสามารถทำเป็นกระเป่าได้เพียงแค่ 2 ลวดลาย เนื่องจากการสานกระจูดมีข้อจำกัดในการสาน จึงทำให้ลวดลายที่ผู้วิจัยได้ออกแบบมานั้น ไม่สามารถที่จะสานเป็นกระเป่าได้สำเร็จทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP. 2564. เครื่องจักรสานกระจูด. แหล่งที่มา:
<https://shorturl.asia/alVWj> ค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2565.

รุ่งทิพย์ อ้นบุตร. 2561. การสร้างและออกแบบลายเครื่องจักสานจากกระจูดจากลายเดิมโดยใช้โปรแกรม GSP.
วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
นครศรีธรรมราช.

อนุสรณ์ จิตมนัส, อรุมา รักษาชล, รัตติยา ฤทธิช่วย, วลีษา อินทรภักด์ และณัฐฉิณี คจนวล. 2560. การสร้าง
และออกแบบลายผ้ายกเมืองนครโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์. ใน: ประชุมวิชาการ
ระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยศิลปวัฒนธรรม ครั้งที่ 4 3 ธันวาคม 2560. ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์.

การศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและพฤติกรรมกรเลือกซื้อสินค้าออนไลน์
ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

A Study of Marketing Mix and Consumer Behavior
of The Student at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

ณิชากร คงสนิท¹ อลิษา สมบูรณ์¹ อัมพา เกียรติก้องศิริ^{1*} หยดฟ้า ราชมณี^{1*}

Nichakorn Khongsanit¹ Alisa Somboon¹ Ampa Kiatikongkiri^{1*} Yhodpha Ratmanee^{1*}

¹ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

¹ Program in Mathematics, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University,
Nakhon Si Thammarat Province 80280

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและพฤติกรรมกรเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และเพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด จำแนกตามลักษณะประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา ระดับชั้นปี คณะ และรายรับเฉลี่ยต่อเดือน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 380 คน โดยการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านการให้บริการส่วนบุคคล และด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีพฤติกรรมกรเลือกซื้อสินค้าออนไลน์มากที่สุดผ่านแอปพลิเคชัน Shopee และใช้ช่วงเวลาที่สั่งซื้อ 18.01 – 24.00 น. โดยมีการเลือกซื้อสินค้าประเภทแฟชั่นสุภาพสตรีและสุภาพบุรุษมากที่สุด ทั้งนี้นักศึกษาที่มีเพศต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดเกือบทุกด้านแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ยกเว้นด้านการส่งเสริมการตลาด นักศึกษาที่มีอายุต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญทางด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา และด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 นักศึกษาที่นับถือศาสนาที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญด้านผลิตภัณฑ์ และด้านส่งเสริมทางการตลาดแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 นักศึกษาที่อยู่ในระดับชั้นปีที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญเฉพาะด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 นักศึกษาที่สังกัดคณะที่ต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญด้านผลิตภัณฑ์ ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านการให้บริการส่วนบุคคลแตกต่างกันที่

ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และนักศึกษาที่มีรายรับเฉลี่ยต่อเดือนที่แตกต่างกันความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญเฉพาะด้านผลิตภัณฑ์ และด้านราคาแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

คำสำคัญ : ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด พฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์

Abstract

The purposes of this research were to study of marketing mix and consumer behavior of the student at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University and to compare opinions on the importance of marketing mix. Classified by demographics which includes gender, age, religion, year level, faculty and average monthly income. The samples were 380 students. The questionnaire was used. Statistics used for data analysis were frequency, percentage, mean, standard deviation. The hypothesis was tested using t-test and one-way analysis of variance. The study found that student at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University had opinions at the highest level about marketing mix (product, price, place, promotion, personalization and privacy). They shop online via the Shopee application at 6:01 PM to 12:00 AM, with the most selection of ladies' and gentlemen's fashion products. Students of different genders had different opinions about the importance of marketing mix in most aspects ($p < 0.05$) except promotion. Students of different ages had different opinions about the importance of the product, price, and privacy ($p < 0.05$). Students of different religions had different opinions about the importance of the product and promotion ($p < 0.05$). Students of different year levels had different opinions about the importance of the privacy ($p < 0.05$). Students of different faculty had different opinions about the importance of the product, promotion and personalization ($p < 0.05$). Students of different average monthly income had different opinions about the importance of the product and price ($p < 0.05$).

Keywords : Marketing Mix, Consumer Behavior

บทนำ

ในปัจจุบันโลกของธุรกิจการค้าออนไลน์เติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องมาจากเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทำให้การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตของผู้บริโภคสะดวก รวดเร็ว รวมถึงเทคโนโลยีอุปกรณ์การสื่อสารแบบพกพา ที่มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง ในการทำโฆษณาและทำตลาดออนไลน์ องค์กร ธุรกิจ การค้าหลายองค์กรจึงเลือกที่จะหันมาให้บริการการขายสินค้าหรือการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารผ่านทางออนไลน์มากขึ้นเพราะเป็นสื่อที่สามารถเข้าถึงประชากรในยุคสมัยนี้ได้ดี โดยธุรกิจออนไลน์ต่าง ๆ ภายในประเทศมีการปรับตัวโดยการพึ่งพาเทคโนโลยี

และเลือกใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ในการเป็นตัวดำเนินธุรกิจในรูปแบบธุรกิจออนไลน์ หรือ รูปแบบการขายสินค้าผ่านตลาดกลางพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Marketplace) หรือ การดำเนินธุรกิจโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) ซึ่งเป็นธุรกิจรูปแบบหนึ่งที่จะเน้นไปในส่วนของการซื้อมาขายไป ผู้ประกอบการหลายรายได้เริ่มขยายขยายธุรกิจของตัวเองจากที่มีหน้าร้านในแบบออฟไลน์เพียงอย่างเดียวมาเป็นการทำหน้าร้านแบบออนไลน์ควบคู่ไปด้วย ในขณะที่เจ้าของธุรกิจรุ่นใหม่ส่วนใหญ่จะมีหน้าร้านเฉพาะช่องทางออนไลน์เท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นช่องทางเฟซบุ๊ก (Facebook) ไลน์ (Line) อินสตาแกรม (Instagram) หรือเว็บไซต์ร้านค้าอื่น ๆ ดังนั้นผู้ประกอบการในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อความได้เปรียบทางการแข่งขันและแตกต่างจากคู่แข่งให้ได้มากที่สุด โดยการนำเอากลยุทธ์ทางการตลาดมาใช้เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้ารวมถึงยอดขายให้ได้มากที่สุด

ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของ “โควิด 19” ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา สิ่งหนึ่งที่เจริญเติบโตไปพร้อมกับรูปแบบธุรกิจออนไลน์ คือ พฤติกรรมการ “ซื้อสินค้าออนไลน์” โดยในปี 2564 สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า (สนค.) ได้ทำการสำรวจความเห็นของประชาชน จำนวน 7,499 คน ทุกอำเภอทั่วประเทศ เกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภคในเดือนมกราคม - มีนาคม พบว่าคนไทยมีมูลค่าการใช้จ่ายสูงถึง 75,000 ล้านบาทต่อเดือน เพิ่มขึ้นร้อยละ 45.05 จากที่เคยสำรวจช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2563 ที่มีมูลค่า 52,000 ล้านบาทต่อเดือน และในจำนวนนี้มีการซื้อออนไลน์เพิ่มขึ้นร้อยละ 68.97 จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2562 (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2564) บริษัทนีลเส็น (Nielsen) ซึ่งเป็นบริษัทวิจัยการตลาดระบุว่าในปี 2565 กลุ่มสินค้าที่คนไทยซื้อผ่านช่องทางออนไลน์มากที่สุด กลุ่มแฟชั่น (เสื้อผ้า รองเท้า และเครื่องประดับ) เป็นกลุ่มสินค้ายอดนิยมที่คนไทยซื้อผ่านช่องทางออนไลน์เป็นอันดับ 1 รองลงมาคือกลุ่มสินค้าสะดวกซื้อ กลุ่มเครื่องสำอาง และกลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า อาหารเสริมและวิตามิน เป็นกลุ่มสินค้าใหม่ที่มีผู้บริโภคซื้อผ่านช่องทางออนไลน์มากขึ้น หลายอุตสาหกรรมมีการใช้ประโยชน์ในสื่อดิจิทัล (Digital) มากขึ้น โดยในปี 2565 โตขึ้น 11% จากปี 2563 นอกจากนี้การโฆษณาผ่านดิจิทัลเป็นช่องทางที่ผู้บริโภคให้ความเชื่อถือ โดย 41% พิจารณาที่จะซื้อสินค้าที่เห็นจากโฆษณา และ 38% ซื้อสินค้าทันทีหลังจากเห็นโฆษณาในอินเทอร์เน็ต ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการโฆษณาผ่านช่องทางดิจิทัลเป็นช่องทางที่คนไทยยอมรับ (นีลเส็น, 2565) ผลจากการสำรวจช่วงอายุของผู้ซื้อสินค้าออนไลน์จากสำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า ในปี 2564 พบว่า กลุ่มที่สั่งซื้อสินค้าออนไลน์มากที่สุดอยู่ในช่วงอายุ 20-29 ปี คิดเป็น 87% รองลงมาเป็นอายุน้อยกว่า 20 ปี คิดเป็น 85.71% และอายุ 30-39 ปี คิดเป็น 80.13% ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะพฤติกรรมของคนรุ่นใหม่ที่เกิดมาพร้อมกับเทคโนโลยีที่ส่งผลให้สามารถเรียนรู้และปรับตัวรับความเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว และหากจำแนกตามภูมิภาค พบว่า กรุงเทพฯ และปริมณฑล มีการใช้จ่ายผ่านออนไลน์มากที่สุดถึง 81.62% ตามด้วยภาคใต้ 71.68% ภาคกลาง 68.25% ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 67.86% และภาคเหนือ 64.42% ตามลำดับ 2562 (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2564)

จากข้อมูลที่ว่าช่วงอายุ 20-29 ปี เป็นกลุ่มที่สั่งซื้อสินค้าออนไลน์มากที่สุด และภาคใต้มีการใช้จ่ายผ่านออนไลน์มากที่สุดเมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ โดยไม่นับเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และเพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของ

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด จำแนกตามลักษณะประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา ระดับชั้นปี คณะ และรายรับเฉลี่ยต่อเดือน ซึ่งนักศึกษาเหล่านี้มีอายุอยู่ในช่วงกลุ่มที่สั่งซื้อสินค้าออนไลน์มากที่สุด และมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชก็ถือเป็นมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในภาคใต้ ทั้งนี้ผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ให้กับผู้ที่ดำเนินธุรกิจหรือผู้ขายสามารถใช้เป็นแนวทางในการทำการตลาด เช่น การบริการที่เพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลต่อความต้องการเพิ่มของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษา ภาคปกติ ชั้นปีที่ 1-4 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ประจำปีการศึกษา 2565 จำนวน 7,676 คน ทั้งนี้คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตร “ทาโร ยามานะ” (Taro Yamane) ที่ระดับความเคลื่อน 0.05 ได้จำนวน 380 คน และทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Sample Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา ระดับชั้นปี คณะ และรายรับเฉลี่ยต่อเดือน เป็นแบบสอบถามชนิดตรวจสอบรายการ (Check list) ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีองค์ประกอบทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ องค์ประกอบ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านเทคโนโลยี และด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ เป็นแบบสอบถามมีลักษณะเป็นมาตราส่วน (Rating Scale) 5 ระดับ และตอนที่ 3 พฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามมีลักษณะเป็นมาตราส่วน (Rating Scale) 5 ระดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างแบบสอบถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) จากการให้คะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.78 และ 0.89 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในงานวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) จำแนกตามลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา ระดับชั้นปี คณะ และรายรับเฉลี่ยต่อเดือน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในส่วนของความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้ตอบแบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) และความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) ในส่วนของการเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด จำแนกตามลักษณะประชากรศาสตร์

สถานที่และช่วงเวลาดำเนินการวิจัย

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักศึกษา ภาคปกติ ชั้นปีที่ 1-4 ระหว่างวันที่ 13 กันยายน ถึง 20 ตุลาคม 2565 หลังจากนั้นได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล กำหนดรหัสข้อมูล และบันทึกข้อมูลเพื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 380 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์ลักษณะประชากรศาสตร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม จำนวน 380 คน เมื่อพิจารณาจากข้อมูลส่วนใหญ่ พบว่าเป็นเพศหญิง ร้อยละ 60.79 (N=231) มีอายุ 20-21 ปี ร้อยละ 53.42 (N=203) นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 89.47 (N=340) กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 26.58 (N=101) สังกัดคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ร้อยละ 33.42 (N=127) และมีรายรับเฉลี่ยต่อเดือน 3,001 – 4,000 บาท ร้อยละ 40 (N=152) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม (N=380)

ลักษณะประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	149	39.21
หญิง	231	60.79
อายุ		
18-19 ปี	104	27.37
20-21 ปี	203	53.42
22 ปีขึ้นไป	73	19.21
ศาสนา		
พุทธ	340	89.47
อิสลาม	34	8.95
คริสต์	6	1.58
ชั้นปีการศึกษา		
ชั้นปีที่ 1	99	26.05
ชั้นปีที่ 2	101	26.58
ชั้นปีที่ 3	92	24.21
ชั้นปีที่ 4	88	23.16

คณะ		
ครุศาสตร์	99	26.05
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	127	33.42
วิทยาการจัดการ	67	17.63
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	36	9.47
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	51	13.42
รายรับเฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่า 2,000 บาท	82	21.58
2,001 - 3,000 บาท	112	29.47
3,001 - 4,000 บาท	152	40.00
4,000 บาทขึ้นไป	34	8.95

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม จำนวน 380 คน เมื่อพิจารณาจากข้อมูลส่วนใหญ่ พบว่า ใช้ Shopee เป็นแอปพลิเคชันในการเลือกซื้อสินค้า ร้อยละ 81.32 (N=309) และใช้ช่วงเวลาที่สั่งซื้อ 18.01 – 24.00 น. ร้อยละ 68.68 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละของพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ จำแนกตามแอปพลิเคชันและช่วงเวลาที่สั่งซื้อ

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
แอปพลิเคชันที่ใช้ในการเลือกซื้อสินค้า (เลือกตอบได้หลายข้อ)		
Lazada	153	40.26
Shopee	309	81.32
Facebook	203	53.42
Tiktok	163	42.89
Instragram	4	1.05
ช่วงเวลาใดที่สั่งซื้อมากที่สุด		
06.00 – 12.00 น.	8	2.11
12.01 – 18.00 น.	65	17.11
18.01 – 24.00 น.	261	68.68
00.01 – 05.59 น.	41	10.79
ไม่เคยซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชันออนไลน์	5	1.32

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม จำนวน 380 คน เมื่อพิจารณาจากสินค้าและบริการประเภทสุขภาพและความงาม ส่วนใหญ่ซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ 1-4 ครั้งภายใน 1 เดือน ร้อยละ 42.63 (N=162) และจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าในแต่ละครั้งส่วนใหญ่น้อยกว่า 200 บาท ร้อยละ 25 (N=95) ประเภทแพชั่นสุขภาพสตรีและสุขภาพบุรุษ ส่วนใหญ่ซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ 1-4 ครั้งภายใน 1 เดือน ร้อยละ 65.26 (N=248) และจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าในแต่ละครั้งส่วนใหญ่ 201 บาทขึ้นไป ร้อยละ 39.47 (N=150) ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนใหญ่ซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ 1-4 ครั้งภายใน 1 เดือน ร้อยละ 21.05 (N=80) และจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าในแต่ละครั้งส่วนใหญ่ 201 บาทขึ้นไป ร้อยละ 18.16 (N=69) ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าและของใช้ในบ้าน ส่วนใหญ่ซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ 1-4 ครั้งภายใน 1 เดือน ร้อยละ 25.53 (N=97) และจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าในแต่ละครั้งส่วนใหญ่ 201 บาทขึ้นไป ร้อยละ 20.53 (N=78) ประเภทกีฬาและการเดินทาง ส่วนใหญ่ซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ 1-4 ครั้งภายใน 1 เดือน ร้อยละ 16.05 (N=61) และจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าในแต่ละครั้งส่วนใหญ่ 201 บาทขึ้นไป ร้อยละ 16.84 (N=64) ประเภทสินค้าอุปโภคบริโภค ส่วนใหญ่ซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ 1-4 ครั้งภายใน 1 เดือน ร้อยละ 30.26 (N=115) และจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าในแต่ละครั้งส่วนใหญ่ 201 บาทขึ้นไป ร้อยละ 19.21 (N=73) และประเภทยานยนต์และสื่อบันเทิง ส่วนใหญ่ซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ 1-4 ครั้งภายใน 1 เดือน ร้อยละ 5.79 (N=22) และจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าในแต่ละครั้งส่วนใหญ่ 201 บาทขึ้นไป ร้อยละ 4.74 (N=18) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและร้อยละของพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ จำแนกตามความถี่ในการซื้อสินค้าภายใน 1 เดือน และจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าในแต่ละครั้ง

สินค้าและบริการ	ความถี่ในการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ภายใน 1 เดือน		จำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าในแต่ละครั้งผ่านช่องทางออนไลน์	
	1 - 4 ครั้ง	5 ครั้ง ขึ้นไป	น้อยกว่า 200 บาท	201 บาท ขึ้นไป
สุขภาพและความงาม	162 (42.63)	25 (6.58)	95 (25.00)	92 (24.21)
แพชั่นสุขภาพสตรีและสุขภาพบุรุษ	248 (65.26)	42 (11.05)	140 (36.84)	150 (39.47)
อิเล็กทรอนิกส์	80 (21.05)	19 (5.00)	30 (7.89)	69 (18.16)
เครื่องใช้ไฟฟ้าและของใช้ในบ้าน	97 (25.53)	27 (7.11)	46 (12.11)	78 (20.53)
กีฬาและการเดินทาง	61 (16.05)	26 (6.84)	23 (6.05)	64 (16.84)
สินค้าอุปโภคบริโภค	115 (30.26)	23 (6.05)	65 (17.11)	73 (19.21)
ยานยนต์และสื่อบันเทิง	22 (5.79)	5 (1.32)	9 (2.37)	18 (4.74)

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม จำนวน 380 คน พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ

มีความสำคัญเป็นอันดับแรก ($\bar{X} = 4.47, S.D. = 0.72$) รองลงมาคือ ด้านการให้บริการส่วนบุคคล ($\bar{X} = 4.43, S.D. = 0.72$) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ($\bar{X} = 4.37, S.D. = 0.69$) ด้านราคา ($\bar{X} = 4.36, S.D. = 0.71$) ด้านการส่งเสริมการตลาด ($\bar{X} = 4.32, S.D. = 0.70$) และด้านผลิตภัณฑ์ ($\bar{X} = 4.30, S.D. = 0.72$) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการแปลผลของความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด	(\bar{X})	S.D.	ระดับความสำคัญ
ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)	4.30	0.72	มากที่สุด
ด้านราคา (Price)	4.36	0.71	มากที่สุด
ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)	4.37	0.69	มากที่สุด
ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion)	4.32	0.70	มากที่สุด
ด้านการให้บริการส่วนบุคคล (Personalization)	4.43	0.72	มากที่สุด
ด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ (Privacy)	4.47	0.720	มากที่สุด

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด จำแนกตามลักษณะประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา ระดับชั้นปี คณะ และรายรับเฉลี่ยต่อเดือน พบว่า เพศที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดเกือบทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ยกเว้นด้านการส่งเสริมการตลาดที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับอายุที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา และด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน สำหรับการนับถือศาสนาที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ และด้านส่งเสริมทางการตลาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน สำหรับระดับชั้นปีที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดเฉพาะด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน สำหรับการสังกัดคณะที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านการให้บริการส่วนบุคคลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน และสำหรับรายรับเฉลี่ยต่อเดือนที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดเฉพาะด้านผลิตภัณฑ์ และด้านราคาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด จำแนกตามลักษณะประชากรศาสตร์

ลักษณะ ประชากรศาสตร์	ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด																	
	ด้านผลิตภัณฑ์			ด้านราคา			ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย			ด้านการส่งเสริมการตลาด			ด้านการให้บริการส่วนบุคคล			ด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ		
	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F
เพศ																		
ชาย	4.17	0.79	-2.81*	4.25	0.79	-2.23*	4.23	0.78	-3.05*	4.24	0.77	-1.64	4.28	0.81	-3.31*	4.34	0.80	-2.75*
หญิง	4.39	0.66		4.42	0.65		4.46	0.62		4.37	0.64		4.53	0.64		4.56	0.65	
อายุ																		
18-19 ปี	4.19	0.90	-1.65*	4.20	0.91	-1.47*	4.27	0.87	3.68	4.19	0.94	-0.59	4.25	0.95	-1.56	4.34	0.95	-1.44*
20-21 ปี	4.33	0.66		4.41	0.64		4.39	0.65		4.39	0.61		4.49	0.64		4.52	0.65	
22 ปีขึ้นไป	4.37	0.56		4.43	0.52		4.47	0.47		4.30	0.48		4.54	0.47		4.52	0.47	
ศาสนา																		
พุทธ	4.31	0.74	-1.67*	4.35	0.73	-1.08	4.36	0.72	1.40	4.31	0.71	-2.13*	4.44	0.74	-0.16	4.47	0.74	-0.96
อิสลาม	4.32	0.52		4.45	0.57		4.44	0.46		4.38	0.55		4.46	0.52		4.57	0.55	
คริสต์	3.96	0.33		4.00	0.27		4.21	0.37		4.27	0.53		4.04	0.49		4.04	0.49	
ระดับชั้นปี																		
ชั้นปีที่ 1	4.17	0.92	-0.84	4.20	0.92	-2.56	4.26	0.89	-3.23	4.20	0.93	-1.81	4.24	0.96	-2.23	4.32	0.97	-2.85*
ชั้นปีที่ 2	4.35	0.50		4.40	0.46		4.39	0.48		4.37	0.49		4.51	0.44		4.53	0.44	
ชั้นปีที่ 3	4.35	0.80		4.42	0.79		4.42	0.80		4.41	0.77		4.51	0.79		4.57	0.80	
ชั้นปีที่ 4	4.33	0.57		4.42	0.54		4.42	0.49		4.30	0.46		4.49	0.52		4.47	0.53	

หมายเหตุ P-Value < 0.05

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด จำแนกตามลักษณะประชากรศาสตร์ (ต่อ)

ลักษณะประชากรศาสตร์	ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด																	
	ด้านผลิตภัณฑ์			ด้านราคา			ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย			ด้านการส่งเสริมการตลาด			ด้านการให้บริการส่วนบุคคล			ด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ		
	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F	\bar{X}	S.D.	t/F
คณะ																		
ครุศาสตร์	4.63	0.40	-1.19*	4.61	0.41	-1.72	4.66	0.38	-2.04	4.55	0.43	-1.82*	4.73	0.39	-1.75*	4.80	0.35	-1.08
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	4.14	0.59		4.23	0.59		4.24	0.58		4.23	0.61		4.28	0.61		4.32	0.61	
วิทยาการจัดการ	4.27	0.76		4.36	0.77		4.35	0.75		4.29	0.68		4.40	0.75		4.44	0.76	
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	4.31	0.97		4.27	0.94		4.34	0.91		4.28	0.96		4.33	0.97		4.33	0.97	
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	4.09	0.99		4.22	1.00		4.17	0.96		4.17	0.99		4.35	1.00		4.34	1.00	
รายรับเฉลี่ยต่อเดือน																		
ต่ำกว่า 2,000 บาท	4.10	0.68	-1.26*	4.21	0.64	-2.21*	4.14	0.68	-1.24	4.27	0.67	-1.08	4.20	0.68	-3.29	4.22	0.67	-2.48
2,001 - 3,000 บาท	4.23	0.64		4.22	0.66		4.26	0.62		4.29	0.61		4.33	0.65		4.37	0.62	
3,001 - 4,000 บาท	4.46	0.70		4.55	0.68		4.57	0.65		4.41	0.70		4.64	0.67		4.69	0.69	
4,000 บาทขึ้นไป	4.32	0.95		4.29	0.93		4.37	0.89		4.12	0.95		4.42	0.97		4.40	0.97	

หมายเหตุ P-Value < 0.05

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประสมทางการตลาดและพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช พบว่า ผลการวิเคราะห์โดยภาพรวม พบว่า ค่าเฉลี่ยของปัจจัยทั้งหมด 6 ปัจจัย ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านการให้บริการส่วนบุคคล และด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 แสดงว่า ปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัย มีความสัมพันธ์ต่อการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ของนักศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ เปรมกมล หงส์ยนต์ (2562) ทำการศึกษา ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์ (ลาซาต้า) ของผู้บริโภคยุคดิจิทัลในกรุงเทพมหานคร ส่วนประสมทางการตลาดในภาพรวม พบว่า ผู้สั่งซื้อสินค้ามีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

สรุปผล

สรุปผลการศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ว่า

1. นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดทั้ง 6 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด โดยให้ด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถืออยู่ในลำดับแรก และด้านผลิตภัณฑ์เป็นลำดับสุดท้าย พฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์
2. นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชมีพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ ผ่านแอปพลิเคชัน Shopee มากที่สุด และใช้ช่วงเวลาที่สั่งซื้อ 18.01 – 24.00 น. มากที่สุด โดยนักศึกษาที่มีการซื้อสินค้าออนไลน์ 1-4 ครั้งต่อเดือน และมากกว่า 5 ครั้งต่อเดือนเลือกซื้อสินค้าประเภทแฟชั่นสุขภาพสตรีและสุขภาพบุรุษมากที่สุด อีกทั้งนักศึกษาที่ใช้เงินซื้อสินค้าต่อครั้งน้อยกว่า 200 บาท และ 201 บาทขึ้นไป ก็มีการเลือกซื้อสินค้าประเภทแฟชั่นสุขภาพสตรีและสุขภาพบุรุษมากที่สุดเช่นกัน
3. นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่มีลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่ต่างต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดเกือบทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยนักศึกษาที่มีเพศต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดเกือบทุกด้านแตกต่างกัน ยกเว้นด้านการส่งเสริมการตลาด นักศึกษาที่มีอายุต่างกันความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา และด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือแตกต่างกัน นักศึกษาที่นับถือศาสนาที่ต่างต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญด้านผลิตภัณฑ์ และด้านส่งเสริมทางการตลาดแตกต่างกัน นักศึกษาที่อยู่ในระดับชั้นปีที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญเฉพาะด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือแตกต่างกัน นักศึกษาที่สังกัดคณะที่ต่างต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญด้านผลิตภัณฑ์ ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านการให้บริการส่วนบุคคลแตกต่างกัน และนักศึกษาที่มีรายรับเฉลี่ยต่อเดือนที่ต่างต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญเฉพาะด้านผลิตภัณฑ์ และด้านราคาแตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- ชิษณุพงศ์ สุกก่า. 2560. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสื่อออนไลน์ของผู้บริโภคใน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม.
- ดลนภัส ภู่เกิด. 2562. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชันช้อปปิ้งในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม. กรุงเทพมหานคร.
- นิลเส็น. 2565. Digital Consumer: เข้าใจผู้บริโภคยุคดิจิทัล. แหล่งที่มา: <https://www.thumbsup.in.th/nielsen-digital-consumer> ค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2565.
- ปัญญาพัฒน์ เตชะศิริเชษฐ์. 2563. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ ตามแนวคิดการบริโภคอย่างยั่งยืนของ คนวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร.
- เปรมกมล หงส์ยนต์. 2562. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์ (ลาซาด้า) ของผู้บริโภคยุคดิจิทัลในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. 2564. ผลสำรวจการซื้อสินค้าออนไลน์ของประชาชนรอบ 3 เดือนปี 64. แหล่งที่มา: <http://www.tpsa.moc.go.th/th/node/11098> ค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2565.

ปัจจัยทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง

ตำบลวังโมกข์ อำเภอวชิรบารมี จังหวัดพิจิตร

Factors Predicting Health Behaviors of Elderly People with Hypertension in Wangmok Subdistrict, Wachirabarami District, Phichit Province

จิรภัทร คำปาน^{1*} ชยพล อ่องอารี¹ ชิษณุพงศ์ สิงห์สถิตย์¹ นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ¹ กิ่งแก้ว สรรวยรื่น¹

Jirapat Kumpan^{1*} Chayapon Aongaree¹ Chitsanupong Singsthit¹ Nithipong Sribenchamas¹

Kingkaew Samruayrue¹

¹สาขาสารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹ Public Health, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, 65000

*Corresponding author E-mail: jirapat.ku@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงทำนายครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมสุขภาพและปัจจัยทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอวชิรบารมี จังหวัดพิจิตร ประชากร คือ ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงจำนวน 439 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 127 คน โดยใช้โปรแกรม G*Power ในการคำนวณ ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบ¹ และแบบสอบถาม² ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.67-1 ค่าความเชื่อมั่นแบบสอบถามและแบบทดสอบ เท่ากับ 0.84 และ 0.74 ค่าอำนาจจำแนกแบบสอบถามและแบบทดสอบ เท่ากับ 0.20-0.98 และ 0.26-0.66 และค่าความยากง่าย เท่ากับ 0.30-0.76 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมสุขภาพอยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยที่สามารถทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ อาชีพ รับจ้างอิสระ การรับรู้อุปสรรคของการควบคุมความดันโลหิตสูง และการเข้าถึงบริการสุขภาพ ($r = 0.389$, $P < 0.05$) ผลจากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแผนหรือกิจกรรมการดูแลกลุ่มผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงให้ประสบความสำเร็จ ตอบสนองต่อเป้าหมายของการจัดระบบบริการผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงต่อไป

คำสำคัญ : ความดันโลหิตสูง, พฤติกรรมสุขภาพ, ผู้สูงอายุ

Abstract

This predictive study aimed to study health behaviors and factors predicting health behaviors of the elderly with hypertension, Wangmok Sub-District, Wachirabarami District, Phichit Province. The population was 439 hypertensive patients, 127 patients in the study, using the G*Power program for calculations. Two-step randomization was used. The instruments used were Test¹ and Questionnaire². That has passed the quality inspection of the equipment with an IOC value between 0.67-1, questionnaires and test confidence values were 0.84 and 0.74, questionnaires and test discrimination powers were between 0.20-0.98 and 0.26-0.66, and difficulty values were between 0.20-0.98 and 0.26-0.66. 0.30-0.76 The statistics used in the data analysis were frequency, percentage, mean, standard deviation. And stepwise multiple regression analysis.

The results showed that Most of the samples had moderate health behaviors. Factors That Can Predict Health Behaviors in Elderly People with Hypertension The statistical significance at the 0.05 level was the independent contractor. Recognizing Obstacles to Hypertension Control and access to health services ($r = 0.389$, $P < 0.05$). The results of this research can be used as a basis for formulating successful plans or activities for caring for hypertensive patients. Responding to the goals of organizing services for hypertensive patients.

Keywords : hypertension, health behaviors, elderly people

บทนำ

ความดันโลหิตสูงเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ที่สามารถป้องกันได้ และมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นต้องรักษาตลอดชีวิต สาเหตุมาจากปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี การติดต่อสื่อสาร สังคม เศรษฐกิจ และวิถีการดำเนินชีวิต เช่น ความเครียด การบริโภคอาหาร การไม่ออกกำลังกาย การดื่มแอลกอฮอล์ และการสูบบุหรี่ ซึ่งจากข้อมูลองค์การอนามัยโลกในปี พ.ศ. 2562 พบว่า โรคความดันโลหิตสูงเป็นสาเหตุการตายทั่วโลกสูงถึง 7.5 ล้านคน หรือร้อยละ 12.8 ของสาเหตุการตายทั้งหมด และคาดว่าในปี พ.ศ. 2568 เพิ่มจากเดิมถึง 1.56 พันล้านคน โรคความดันโลหิตสูงยังคงเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญเช่นกัน ในระยะแรก ที่โรคยังไม่รุนแรง จะไม่มีอาการผิดปกติใด ๆ ที่เด่นชัด อาจมีอาการเวียนศีรษะเป็น ๆ หาย ๆ หลังจากนั้นจะมีอาการปวดศีรษะ ปวดบริเวณท้ายทอยช่วงเช้าหลังตื่นนอน คลื่นไส้ อาเจียนโดยไม่ทราบสาเหตุ หากเป็นมากจะมีเลือดกำเดาไหล หอบ นอนราบไม่ได้ และอาจมีอาการเจ็บหน้าอกร่วมด้วย โรคความดันโลหิตสูงในผู้สูงอายุ ร้อยละ 95 และเกือบครึ่งหนึ่งไม่ทราบว่าตนเองป่วยด้วยโรคนี้อันตราย (กรมการแพทย์, 2562) ดังนั้น โรคความดันโลหิตสูงถือเป็น “ฆาตกรเงียบ” เนื่องจากไม่มีอาการแสดง จนทำให้หลายคนต้องเสียชีวิตจากโรคนี้อันตราย ซึ่งหากมีภาวะความดันโลหิตสูงเป็นระยะเวลาแล้วไม่ได้รับการรักษา จะส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญได้ อาจจะมีรุนแรงถึงขั้น

ทำให้เสียชีวิตได้ (กรมควบคุมโรค, 2562) แม้ว่าประเทศไทยยังไม่ทราบแน่ชัดว่าจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงทั่วทั้งประเทศมีเท่าไร แต่จากสถานการณ์ในประเทศไทยจำนวนผู้เสียชีวิตจากโรคความดันโลหิตสูง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับจำนวนผู้ป่วย จาก 5,186 คนในปี พ.ศ. 2556 เป็น 8,525 คนในปีพ.ศ. 2560 (ณัฐฉัตรณพันธ์มุง และคณะ, 2562) ในปี 2562 ถึงปี 2564 จังหวัดพิจิตรพบผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูงจำนวน 53,494 คน คิดเป็นร้อยละ 54.96 ในอำเภอชริบารมีพบผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูงจำนวน 2,623 คน คิดร้อยละ 55.44 และในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองหญ้าปล้อง มีจำนวนประชากรผู้สูงอายุทั้งหมด 593 คน พบจำนวนประชากรผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูงจำนวน 439 คน คิดเป็นร้อยละ 74.03 จากการสำรวจข้อมูลย้อนหลังของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองหญ้าปล้อง พบว่าอัตราการป่วยด้วยภาวะความดันโลหิตสูงในแต่ละปีมีอัตราเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่ปี เท่ากับ 50.46, 51.05 และ 51.43 ตามลำดับ (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิจิตร, 2564)

จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคความดันโลหิตสูงที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น สะท้อนให้เห็นว่าการรักษาที่สำคัญคือการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ ไม่ว่าจะผู้ป่วยจะมีข้อบ่งชี้ในการใช้ยา หรือไม่ก็ตาม โดยการลดน้ำหนักในผู้ที่ มีน้ำหนักเกินหรืออ้วน การปรับรูปแบบของการบริโภคอาหาร การจำกัดปริมาณเกลือและโซเดียม การเพิ่มกิจกรรมทางกายหรือการออกกำลังกาย การจำกัดหรืองดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และการเลิกบุหรี่ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นปัจจัยภายในตัวบุคคลที่สามารถปรับเปลี่ยนด้วยตนเองได้ (สมาคมโรคความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย, 2562) ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูงของประชาชนในเขตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองหญ้าปล้อง ตำบลวังโมกข์ อำเภอชริบารมี จังหวัดพิจิตรในปี พ.ศ. 2565 โดยการค้นหาคัดกรองในประชาชนที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป โดยประยุกต์ใช้รูปแบบจำลอง PRECEDE Framework Model เพื่อเข้าใจระดับพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุในตำบลวังโมกข์ อำเภอชริบารมี จังหวัดพิจิตร ว่าเป็นอย่างไร เพื่อที่จะนำข้อมูลด้านพฤติกรรมสุขภาพดังกล่าว มาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการดูแล ป้องกัน และส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ได้ตรงกับความต้องการ และปัญหาของผู้สูงอายุ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะค้นหาตัวแปรทำนายที่ส่งผล ต่อการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง เพื่อเป็นข้อมูลในการป้องกันโรค และมีสุขภาพที่ดีต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทำนาย (predictive research) เพื่อศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอชริบารมี จังหวัดพิจิตร

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ขึ้นทะเบียนรายชื่อผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองหญ้าปล้อง ตำบลวังโมกข์ อำเภอชริบารมี จังหวัดพิจิตร จำนวน 439 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่างคือ 127 คน โดยใช้โปรแกรม G*Power (อวัชชัย วรพงศธร และสุรีย์พันธุ์วรพงศธร, 2561)

การสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน (Two-stage Sampling)

ขั้นตอนที่ 1 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากสุ่มกลุ่มตัวอย่างหมู่บ้านแบบใส่คืน เพื่อคัดเลือก 3 หมู่บ้าน

ขั้นตอนที่ 2 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเป็นระบบ (Systematic random sampling) โดยเป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบสุ่มเป็นช่วง ๆ ในรายชื่อประชากร

คุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่าง

1. เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria)

- 1.1. มีสติสัมปชัญญะสมบูรณ์ รับรู้สื่อสารได้
- 1.2. สัมผัสและยินดีที่จะเข้าร่วมในการวิจัย

2. เกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria)

- 2.1. มีความประสงค์ที่จะยกเลิกการเข้าร่วมวิจัย
- 2.2. เกิดการเจ็บป่วยอย่างกะทันหัน
- 2.3. มีการย้ายออกจากพื้นที่ที่ทำการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบและแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบไปด้วย อายุ เพศ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส รายได้ต่อเดือน และการประกอบอาชีพ จำนวน 6 ข้อ โดยลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบและเติมคำ

ส่วนที่ 2 ปัจจัยนำ ประกอบไปด้วย แบบทดสอบและแบบสอบถาม ดังนี้

2.1 แบบทดสอบ¹ (Test) จำนวน 11 ข้อ ประกอบไปด้วย ความรู้เกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูง เป็นแบบเลือกตอบ

โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ตอบถูก	ให้	1 คะแนน
ตอบผิด	ให้	0 คะแนน

2.2 แบบสอบถาม² (Questionnaire Form) จำนวน 37 ข้อ ประกอบไปด้วย ทศนคติเกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูงจำนวน 14 ข้อ การรับรู้ประโยชน์ของการควบคุมความดันโลหิตจำนวน 13 ข้อ และการรับรู้อุปสรรคของการควบคุมความดันโลหิตจำนวน 10 ข้อ โดยลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

ตัวเลือก		ด้านเชิงบวก	ด้านเชิงลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน	5 คะแนน	1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้คะแนน	4 คะแนน	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	3 คะแนน	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้คะแนน	2 คะแนน	4 คะแนน

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้คะแนน 1 คะแนน 5 คะแนน

ส่วนที่ 3 ปัจจัยเอื้อ ประกอบไปด้วย แบบสอบถามการเข้าถึงบริการสุขภาพจำนวน 17 ข้อ โดยลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

ตัวเลือก	ด้านเชิงบวก	ด้านเชิงลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน 5 คะแนน	1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้คะแนน 4 คะแนน	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน 3 คะแนน	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้คะแนน 2 คะแนน	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน 1 คะแนน	5 คะแนน

ส่วนที่ 4 ปัจจัยเสริม ประกอบไปด้วย แบบสอบถามการได้รับแรงสนับสนุนทางสังคมจำนวน 10 ข้อ โดยลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

ตัวเลือก	ด้านเชิงบวก	ด้านเชิงลบ
มากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน	1 คะแนน
มาก	ให้คะแนน 4 คะแนน	2 คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน	3 คะแนน
น้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน	4 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน	5 คะแนน

ส่วนที่ 5 แบบสอบถามพฤติกรรมสุขภาพของโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 44 ข้อประกอบไปด้วย การบริโภคอาหารจำนวน 10 ข้อ การออกกำลังกายจำนวน 12 ข้อ การดื่มแอลกอฮอล์จำนวน 10 ข้อ และการสูบบุหรี่จำนวน 12 ข้อ โดยลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 4 ระดับ

ตัวเลือก	ด้านบวก	ด้านลบ
ปฏิบัติเป็นประจำ	ให้คะแนน 4 คะแนน	1 คะแนน
ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ให้คะแนน 3 คะแนน	2 คะแนน
ปฏิบัติบางครั้ง	ให้คะแนน 2 คะแนน	3 คะแนน
ไม่เคยปฏิบัติ	ให้คะแนน 1 คะแนน	4 คะแนน

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ค่าความตรง (validity) เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดย เสนอให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67-1

2. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) เท่ากับ 0.84 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.74

3. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) แบบสอบถามมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected item-total Correlation) เท่ากับ 0.20-0.98 แบบทดสอบมีค่า B-Index เท่ากับ 0.26-0.66

4. ความยากง่าย (Difficulty) มีค่าเท่ากับ 0.30-0.76

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เลขที่ 060/2022 วันที่ 16 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565 ทั้งนี้ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การทำวิจัย ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย และสิทธิของผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียดและขอความร่วมมือยินยอมเข้าร่วมโครงการด้วยความสมัครใจ ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถถอนตัวออกจากโครงการวิจัยได้ตลอดเวลาระหว่างการดำเนินการวิจัย โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และทำลายข้อมูลหลังการเสร็จการวิจัย โดยจะนำเสนอผลในภาพรวมและใช้ประโยชน์เพื่อการวิจัยเท่านั้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจะใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองหญ้าปล้อง ตำบลวังโมกข์ อำเภอชирบารมี จังหวัดพิจิตร ดังนี้

1. ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ในเขตพื้นที่รับผิดชอบเพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัยและเก็บข้อมูล
2. ผู้วิจัยมีการชี้แจงพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง ชี้แจงโครงร่างวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย เครื่องมือและวิธีการเก็บข้อมูล เปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการดำเนินการ เมื่อผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จึงลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
3. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป รายละเอียดดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
2. สถิติเชิงอ้างอิง (Inferential Statistics) ได้แก่ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

ผลการวิจัย

ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 63 ส่วนใหญ่มีอายุ 60-69 ปีขึ้นไป ร้อยละ 63.77 การศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 54.30 ส่วนใหญ่สถานภาพสมรส ร้อยละ 65.40 ส่วนใหญ่อาชีพเกษตรกร ร้อยละ 62.30 รายได้ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 66.10

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละ ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล (n=127)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน(คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	47	37.00
หญิง	80	63.00
อายุ		
60 - 69	81	63.77
70 - 79	35	27.56
80 ปีขึ้นไป	11	8.67
$\bar{X} = 68.39$ S.D. = 6.870		
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าประถม	19	15.00
ประถมศึกษา	69	54.30
มัธยมศึกษาตอนต้น	24	18.90
ม.ปลาย/อนุปริญญา	12	9.40
ปริญญาตรี	3	2.40
สถานภาพสมรส		
โสด	11	8.70
สมรส	83	65.40
หม้าย	22	17.20
หย่า / แยก	11	8.70
อาชีพ		
เกษตรกร	79	62.30
ค้าขาย	5	3.90
รับจ้างอิสระ	29	22.80
อื่นๆ	14	11.00
รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	84	66.10

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละ ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล (n=127)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน(คน)	ร้อยละ
รายได้		
5,000 ถึง 10,000 บาท	40	31.50
10,001 ถึง 20,000 บาท	2	1.60
มากกว่า 20,000 บาทขึ้นไป	1	0.80

ปัจจัย พบว่า ด้านปัจจัยนำ กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับความรู้ปานกลางและระดับความรู้น้อย ร้อยละ 42.50 มีทัศนคติเกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูงในระดับปานกลาง ร้อยละ 57.50 การรับรู้ประโยชน์ของการควบคุมความดันโลหิตสูง ในระดับมาก ร้อยละ 97.60 และการรับรู้อุปสรรคของการควบคุมความดันโลหิตสูงในระดับปานกลางร้อยละ 70.10 ด้านปัจจัยเอื้อ พบว่า การเข้าถึงบริการสุขภาพในระดับมาก ร้อยละ 75.60 ด้านปัจจัยเสริม พบว่า การสนับสนุนทางสังคมในระดับปานกลางร้อยละ 53.50

ตารางที่ 2 แสดงจำนวน ร้อยละ และการแปลผลของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ ปัจจัยเสริม จำแนกตามภาพรวม (n=127)

ปัจจัย	จำนวน(คน)	ร้อยละ	ระดับ
ปัจจัยนำ			
ความรู้เกี่ยวกับเรื่องโรคความดันโลหิตสูง	54	42.50	ปานกลาง/น้อย
ทัศนคติเกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูง	73	57.50	ปานกลาง
การรับรู้ประโยชน์ของการควบคุมความดันโลหิตสูง	110	97.60	มาก
การรับรู้อุปสรรคของการควบคุมความดันโลหิตสูง	89	70.10	ปานกลาง
ปัจจัยเอื้อ			
การเข้าถึงบริการสุขภาพ	96	75.60	มาก
ปัจจัยเสริม			
การสนับสนุนทางสังคม	68	53.50	ปานกลาง

พฤติกรรมสุขภาพ พบว่า พฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมีพฤติกรรมปฏิบัติระดับปานกลาง ร้อยละ 51.20 พฤติกรรมการบริโภคอาหาร มีพฤติกรรมปฏิบัติระดับปานกลาง ร้อยละ 59.80 พฤติกรรมการออกกำลังกาย มีพฤติกรรมปฏิบัติระดับน้อย ร้อยละ 49.60 พฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์ มีพฤติกรรมปฏิบัติระดับมาก ร้อยละ 91.30 และพฤติกรรมการสูบบุหรี่ มีพฤติกรรมปฏิบัติระดับมาก ร้อยละ 96.90

ตารางที่ 3 แสดงจำนวน ร้อยละ และการแปลผลของพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง (n=127)

พฤติกรรมสุขภาพ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	ระดับ
พฤติกรรมกรบริโภคอาหาร	76	59.80	ปานกลาง
พฤติกรรมกรออกกำลังกาย	57	44.90	น้อย
พฤติกรรมกรดื่มแอลกอฮอล์	116	91.30	มาก
พฤติกรรมกรสูบบุหรี่	0	0.00	มาก

จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยแบบพหุคูณ พบว่า ตัวแปรที่ได้จากการคัดเลือกเข้าสมการ คืออาชีพ รับจ้างอิสระ การเข้าถึงบริการสุขภาพ และการรับรู้อุปสรรคของการควบคุมความดันโลหิตสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.389 สามารถรวมทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอวชิรบารมี จังหวัดพิจิตร ร้อยละ 13 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ไม่สามารถทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูงได้

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง (n=127)

ตัวแปรทำนาย	b	SE _b	Beta	t	Sig
อาชีพรับจ้างอิสระ	-6.634	2.122	-0.266	-3.127	0.002
การเข้าถึงบริการสุขภาพ	0.354	0.125	0.240	2.845	0.005
การรับรู้อุปสรรคของการควบคุมความดันโลหิตสูง	0.294	0.143	0.175	0.054	0.042

$$\text{Constant (a)} = 100.372 \quad R = 0.389 \quad R^2 = 0.151 \quad \text{Adjust } R^2 = 0.130$$

สามารถสร้างสมการ การทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอ วชิรบารมี จังหวัดพิจิตร ในรูปแบบคะแนนดิบได้ดังนี้

$$Y (\text{พฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง}) = 100.372 - 6.634(X_{13}) + 0.354(X_{19}) + 0.294(X_{18})$$

วิจารณ์ผล

อาชีพรับจ้างอิสระ จากการศึกษพบว่า สามารถทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอวชิรบารมี จังหวัดพิจิตร จึงเป็นไปตามสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพรับจ้างจะมีพฤติกรรมสุขภาพน้อยกว่าอาชีพอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพการเป็นอยู่ของผู้ที่ว่างงาน มีเวลาว่างในการดูแลสุขภาพที่ดีกว่าอาชีพรับจ้าง เพราะอาชีพรับจ้างมีระยะเวลาในการทำงานที่ไม่แน่นอน จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมสุขภาพไม่ดีเท่ากลุ่มอาชีพอื่น ๆ และเป็นอาชีพที่ต้องใช้แรงงาน และเวลาในการทำงาน กลุ่มตัวอย่างจึงคิดว่าการทำงานของตนเองเป็นการออกกำลังกาย เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอาชีพอื่น ๆ จึงส่งผลต่อพฤติกรรมสุขภาพของตนเอง สอดคล้องกับแบบจำลอง PRECEDE Framework Model คือ พฤติกรรมสุขภาพของบุคคลมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายปัจจัย จากพฤติกรรมของบุคคล

มีสาเหตุมาจากทั้งปัจจัยภายในและภายนอกบุคคล ดังนั้นการดำเนินงานเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจะต้องมีการดำเนินการหลายด้านประกอบกัน และการดำเนินงานเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนั้น ปัญหาสุขภาพมีผลกระทบโดยตรงต่อปัญหาสังคมและคุณภาพชีวิต ในขณะที่เดียวกับคุณภาพชีวิตและสังคมก็มีผลต่อสุขภาพ ดังนั้นปัญหาต่างๆ ที่ประเมินได้ย่อมมีผลต่อคุณภาพชีวิต ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการพัฒนาสุขภาพการวินิจฉัยสังคมมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของอมรรัตน์ ลีอนาม (2562) ได้ศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมการดูแลตนเองเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูงของประชาชนกลุ่มเสี่ยง พบว่า พฤติกรรมในการดูแลตนเองเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูงในภาพรวม อาชีพรับจ้าง มีความสัมพันธ์เชิงลบกับพฤติกรรมการดูแลตนเองเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของดาไลมา สำแดงสาร ทิพมาส ชินวงศ์ และเพลินพิศ ฐานิวัฒนานนท์ (2562) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความร่วมมือในการรักษาของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูง พบว่า อาชีพ มีความสัมพันธ์กับความร่วมมือในการรักษา และสอดคล้องกับงานวิจัยของนิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ รัชนิกันต์กล่องพุดชา วรางคณา สัตบุษ และวิภาวรรณ รัชมี (2557) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง ตำบลหนองบัว อำเภอศรีนคร จังหวัดสุโขทัย พบว่า อาชีพรับจ้าง ส่งผลต่อพฤติกรรมดูแลสุขภาพตนเองของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของสายสุณี เจริญศิลป์ (2564) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคหลอดเลือดสมองในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า อาชีพ ไม่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง

การรับรู้อุปสรรคของการควบคุมความดันโลหิต จากการศึกษาพบว่า สามารถทำนายพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอวชิรบารมี จังหวัดพิจิตร จึงเป็นไปตามสมมติฐานสามารถอธิบายได้ว่า การรับรู้อุปสรรคมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลตนเองเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูงเพิ่มขึ้น ทำให้กลุ่มอย่างสามารถหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่ดี เนื่องจากการรับรู้ถึงความเสี่ยงของโรคที่เกิดจากพฤติกรรม เช่น ความอ้วน การมีภาวะเครียด รวมถึงอุปสรรคในการดำเนินชีวิตประจำวันเมื่อเกิดการเจ็บป่วย จึงทำให้เกิดความตระหนักถึงผลกระทบทั้งทางตรง และทางอ้อมที่อาจจะเกิดขึ้นต่อตนเอง เพื่อป้องกันไม่ให้เจ็บป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับแบบจำลอง PRECEDE Framework Model คือ ปัจจัยโน้มน้ำหนักหรือปัจจัยทำให้เกิดพฤติกรรมสุขภาพ (Predisposing factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความเชื่อ เจตคติ และค่านิยมของบุคคลที่มีต่อเรื่องหนึ่งเรื่องใด เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมสุขภาพของบุคคล ปัจจัยประเภทนี้เกิดขึ้นจากการได้รับความรู้จากสิ่งรอบตัว การเปลี่ยนแปลงทัศนคติและการสร้างค่านิยมที่บุคคลได้รับ ทั้งในทางตรงและทางอ้อม หรือจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของสุพานี บุญโยม (2564) ได้ศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงในตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปัจจัยที่สามารถร่วมกันทำนายพฤติกรรมการบริโภคอาหาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ การรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารเฉพาะโรคความดันโลหิตสูง สามารถทำนายพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของกัลยา กองทอง (2564) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการรับประทานยาของผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูงในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า การรับรู้อุปสรรคของการรับประทานยาความดันโลหิตตาม คำสั่งแพทย์ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการรับประทานยา

ของผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง และสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณภา ประภาสอน (2562) ได้ศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูงในเขตบริการสุขภาพตำบลกระโพ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดสุรินทร์ พบว่า การรับรู้อุปสรรคของการออกกำลังกาย สามารถทำนายพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูงได้ และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของวานิช สุขสถาน (2561) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของกลุ่มเสี่ยง โรคความดันโลหิตสูงภายใต้นโยบายหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า การรับรู้อุปสรรคของการสร้างเสริมสุขภาพ มีความสัมพันธ์ทางลบกับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงภายใต้ นโยบาย

การเข้าถึงบริการสุขภาพ จากการศึกษาพบว่า สามารถทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า การเข้าถึงบริการสุขภาพที่มากขึ้นจะส่งผลให้เกิดพฤติกรรมสุขภาพที่ดีขึ้น แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับบริการ ความเอาใจใส่ คำแนะนำ การสื่อสารข้อมูล และการเข้าถึงข้อมูลด้านสุขภาพได้ง่าย จึงส่งผลให้พฤติกรรมสุขภาพดีขึ้น สอดคล้องกับแบบจำลอง PRECEDE Framework Model คือ ปัจจัยสนับสนุนหรือปัจจัยเอื้อให้เกิดพฤติกรรมสุขภาพ (Enabling factors) เป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นจากการที่บุคคลต่าง ๆ ได้รับบริการอุปกรณ์ตลอดจนสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของพฤติกรรมอยู่อย่างเพียงพอและมีโอกาสที่จะใช้บริการ หรืออุปกรณ์ที่มีอยู่และจัดหาไว้อย่างทั่วถึง เช่น ปัจจัยสนับสนุนของพฤติกรรมสุขภาพในด้านการรักษาดูแลสุขภาพของตนเอง ได้แก่ สถานบริการทางการแพทย์และสาธารณสุขต่าง ๆ ที่มีอยู่ในชุมชน การที่จะทำให้คนเกิดพฤติกรรมสุขภาพเกี่ยวกับการรักษาความสะอาดจะต้องมีถุงขยะและระบบการเก็บรวบรวมขยะให้ทั่วถึง หรือการที่จะทำให้ชาวบ้านในชนบทมีพฤติกรรมสุขภาพเกี่ยวกับโภชนาการได้อย่างสนับสนุนสิ่งเหล่านี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของทองทิพย์ สละวงษ์ลักษณ์ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมป้องกันโรคความดันโลหิตสูงของกลุ่มเสี่ยง ตำบลไชน้ำ อำเภอมะนัง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การเข้าถึงระบบบริการสาธารณสุข อยู่ในระดับปานกลาง และเป็นตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมป้องกันโรคความดันโลหิตสูงของกลุ่มเสี่ยง สอดคล้องกับงานวิจัยของพิชญา เปรื่องประชาญ (2559) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมดูแลตนเองของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลปลาร้า บ้านนิคมพัฒนา จังหวัดปราจีนบุรี พบว่า การเข้าถึงบริการสุขภาพ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมดูแลตนเองของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของจิราวรรณ เจริญ และสุพัฒนา คำสอน (2564) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมควบคุมความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงชนิดไม่ทราบสาเหตุโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลบ้านเกตุกาสร อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร พบว่า การเข้าถึงบริการสุขภาพ มีความสัมพันธ์ทางลบกับพฤติกรรมควบคุมความดันโลหิต

สรุปผล

ปัจจัยที่ทำนายพฤติกรรมสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอวังน้อย จังหวัดพิจิตร ได้แก่ อาชีพรับจ้างอิสระ การรับรู้อุปสรรคของการควบคุมโรคความดันโลหิต การเข้าถึงบริการสุขภาพ จากตัวแปรที่สามารถทำนายพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปหรือการนำปัจจัยด้านพฤติกรรมสุขภาพที่นำไปใช้อาจจะศึกษาตัวแปรหรือทฤษฎีอื่น ๆ เพิ่มเติม ที่อาจจะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านข้อมูลส่วนบุคคลโดยเน้นความเป็นปัจเจกบุคคล เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เป็นโรคความดันโลหิตสูงอย่างเหมาะสม ทำให้สามารถดูแลตัวเอง และควบคุมระดับความดันโลหิตได้ดีขึ้นนำไปสู่การมีสุขภาพที่ดีได้ในที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ป่วยความดันโลหิตสูงในตำบลวังโมกข์ อำเภอวังน้อย จังหวัดพิจิตรทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม และขอขอบคุณ ผอ.และเจ้าหน้าที่ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลและอาสาสมัครประจำหมู่บ้านที่ให้ข้อมูล อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กัลยา กองทอง ณิชกุลฤตา ศิริโสภณ และณิชาภา แพรกน้อย. 2564. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรม

รับประทานยาของผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูงในจังหวัดนครราชสีมา. แหล่งข้อมูล :

<https://so03.tcithaijo.org/index.php/tahper/article/view/252806>. ค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2565.

กรมการแพทย์. 2562. โรคความดันโลหิตสูงในผู้สูงอายุ ศูนย์สมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ.

แหล่งข้อมูล : <http://healthydee.moph.go.th/>. ค้นเมื่อ 14 มกราคม 2565.

กรมควบคุมโรค. 2561. ประเด็นสารรณรงค์วันความดันโลหิตสูงโลก. แหล่งข้อมูล :

http://thaincd.com/document/file/info/non-communicable-disease/ประเด็นสารวันความดันโลหิตสูง_61.pdf. ค้นเมื่อ 28 มกราคม 2565.

จิราวรรณ เจนจบ และสุพัฒนา คำสอน. 2564. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมควบคุมความดันโลหิต

ของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงชนิดไม่ทราบสาเหตุโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลบ้านเขวาสีสาร

อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร. แหล่งข้อมูล : http://110.164.147.155/kmhealth_new/Document/blood/research/10.pdf?fbclid=IwAR0YM1ncHoFNLP3ygmRSoVT3b2ojgfnml51HKiitEdpY1-7N1PFZjrTwag.

ค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2565.

ณัฐวิวรรณ พันธุ์มุง อลิสร่า อยู่เลิศลบ และสรายุรัตน์ ลัทธิต. 2562. ประเด็นสารรณรงค์วันความดันโลหิตสูง

โลก. แหล่งข้อมูล : <http://www.thaincd.com/document/hot%20news/ประเด็นสารวันความดันโลหิตสูง62.pdf>. ค้นเมื่อ 14 มกราคม 2565.

ดาไลมา สำแดงสาร ทิพมาส ชินวงศ์ และเพลินพิศ ฐานิวัฒนานนท์. 2562. **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความร่วมมือในการรักษาของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูง**. แหล่งข้อมูล :

<https://www.nur.psu.ac.th/researchdb/filewarasarn/15297journal2.pdf?fbclid=IwAR30mpNB3YYkcYG3e96i9rQp5xevYdgd0YHS7GiE8IHmpuWKxwLD-V0zLM>. ค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2565.

ทองทิพย์ สละวงษ์ลักษณ์ และคณะ. 2559. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงของกลุ่มเสี่ยง ตำบลหนองไข่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา** แหล่งข้อมูล:

http://journal.nmc.ac.th/th/admin/Journal/2559Vol4No1_49.pdf. ค้นเมื่อ 14 มกราคม 2565.

ธวัชชัย วรพงศธร และสุริย์พันธุ์ วรพงศธร. 2561. การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยโดยใช้โปรแกรม G*Power. **วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม**, 41(2): 11-21.

[_blGnFq60_Q2iWHT_xyXLp8O1auo61ClRdYRlKlof-hUd5nA8](http://blGnFq60_Q2iWHT_xyXLp8O1auo61ClRdYRlKlof-hUd5nA8). ค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2565.

พิชญา เป็รื่องปราชญ. 2569. **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางปลาร้า บ้านนิคมพัฒนา จังหวัดปราจีนบุรี**. แหล่งข้อมูล :

http://thesis.rru.ac.th/files/pdf/620_2016_10_12_145148.pdf. ค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2565.

วรรณภา ประภาสอน และอรชพร เชิดนอก. 2562. ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ โรคความดันโลหิตสูงในเขตบริการสุขภาพตำบลกระโพ อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์. **วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ**, 37(3) : 32-34.

วานิช สุขสถาน. 2561. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงภายใต้นโยบายหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า อำเภอเขมราชูจังหวัดอุบลราชธานี. **วารสารกฎหมายสุขภาพและสาธารณสุข**, 42(3) : 131-132.

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิจิตร. 2564. **รายงานอัตราป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง**. แหล่งข้อมูล :

<https://pct.hdc.moph.go.th>. ค้นเมื่อ 13 มกราคม 2565.

สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย. 2562. **แนวทางการรักษาโรคความดันโลหิตสูงในเวชปฏิบัติทั่วไป**

พ.ศ.2562. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaihypertension.org/guideline.html>. ค้นเมื่อ 28 มกราคม 2565.

สุพานี บุญโยม อาทิตยา วัจนสินธุ์ และยศพนธ์ ประกายอดิเรก. 2560. **ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการบริโภค**

อาหารของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง ในตำบลสะเมิงใต้อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่.

แหล่งข้อมูล : <https://he01.tcithaijo.org/index.php/JPHNU/article/view/250102>. ค้นเมื่อ 9

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

มีนาคม 2565.

อมรรัตน์ ลีอนาม และคณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม. 2562. ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการดูแลตนเองเพื่อ
ป้องกันโรคความดันโลหิตสูงของประชาชนกลุ่มเสี่ยง. วารสาร มจร.วิชาการ, 23(1): 95.

Green, L. W., & Kreuter, M. W. 1999. **Health promotion planning an educational and ecological approach.** (3rded.). Toronto : Mayfield.

ประสิทธิผลของโปรแกรมการดูแลสุขภาพต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต
ของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงตำบลบ้านนา อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ
Effectiveness of health care program on blood pressure control
behaviors of hypertensive patients in Banna Sub-district
Wachirabaramee District Phichit Province

พรพรรณ ประทีปศิริ^{1*} จริญญา ทุมรินทร์¹ นิธิพงษ์ ศรีบุญจามา¹ กิ่งแก้ว สำรวयी¹
Pornphan Pratheepkheeree^{1*} Jaranya Thummarin¹ Nithipong Sribenchamas¹
Kingkaew Samruayrue¹

¹ สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹ Public Health, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, 65000

* Corresponding author E-mail: pornphan.p@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองนี้เป็นการศึกษา 2 กลุ่มวัดผลก่อนและหลังทดลอง (Quasi-Experimental Research) มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมการดูแลสุขภาพต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงตำบลบ้านนา อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ ประชากรในการศึกษาคั้งนี้ ได้แก่ ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ขึ้นทะเบียนโรคความดันโลหิตสูงกับตำบลบ้านนา อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 871 คน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน กำหนดขนาดโดยใช้โปรแกรม G*Power ทำการสุ่มแบบหลายขั้นตอน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ โปรแกรมการดูแลสุขภาพและแบบสอบถามพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความตรงมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.66-1.00 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.87 และ ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) โดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total Correlation) มีค่าเท่ากับ 0.20-0.70 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอ้างอิง (Inferential Statistics) ได้แก่ Paired sample t-test และ Independent sample t-test ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากวิจัยกลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตสูงกว่าก่อนการวิจัย และสูงกว่ากลุ่มควบคุม (\bar{X} =233.43, S.D.=15.891, \bar{X} =199.13, S.D.=21.097, \bar{X} =204.70, S.D.=20.551 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : โปรแกรมการดูแลสุขภาพ พฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต ผู้ป่วยความดันโลหิตสูง

Abstract

This study was a quasi-experimental research of 2 study groups, using pre-test post-test control group design. The purpose was to examine Effectiveness of health care program on blood pressure control behaviors of hypertensive patients. The population in this study consisted of hypertension patients who were registered for hypertension with Banna Sub-district. Wachirabamee District Phichit Province, 871 people. The sample groups of 60 people. The sample size was determined using the G*Power program. selected through by multi-stage sampling method was divided into experimental group and control group, 30 persons each. Health care program and the blood pressure control behavior questionnaire were applied as a research tool, test for content validity were 0.66-1.00, reliability with cronbach's alpha coefficient was 0.87 and discrimination power by corrected Item-total correlation was 0.20-0.70. Data collected was then analysed by descriptive statistics including frequency, percentage, mean and standard deviation and also by inferential statistics including Paired sample t-test and Independent sample t-test. The results showed that after the research, the experimental group had a health behaviors average score significantly higher than before and those of the control group (\bar{X} =233.43, S.D.=15.891, \bar{X} =199.13, S.D.=21.097, \bar{X} =204.70, S.D.=20.551) at 0.05 significance level.

Keywords : Health care program, Blood pressure control behavior, Hypertensive Patients

บทนำ

โรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เป็นปัญหาสาธารณสุขของทุกประเทศทั่วโลกที่ทำให้ประชากรทั่วโลกตายก่อนวัยอันควรที่พบมาก คือ โรคความดันโลหิตสูง โดยประชากรทั่วโลกเสียชีวิตจากโรคความดันโลหิตสูงถึง 7.5 ล้านคน (ภัทรিকা ปัญญา และคณะ, 2563) และมีผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงเกือบ 1 พันล้านคนทั่วโลก คาดว่าในปี 2568 จะมีผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็น 1.56 พันล้านคน (ณัฐฉิรวรรณ พันธมุง และคณะ, 2562) สำหรับสถานการณ์ความดันโลหิตสูงในประเทศไทย พบว่าอัตราการป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2556-2560) เพิ่มขึ้นจาก 12,342.14 เป็น 14,926.47 ต่อประชากร 100,000 คน และในปี 2561 มีผู้ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงจำนวน 1,468,433 คน คิดเป็นอัตราป่วย 2,245.09 ต่อประชากร 100,000 คน และมีผู้เสียชีวิตด้วยโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 8,590 คน คิดเป็นอัตราการเสียชีวิต 13.13 ต่อประชากร 100,000 คน (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2561)

โรคความดันโลหิตสูงเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการที่มีภาวะความดันโลหิตในหลอดเลือดสูงผิดปกติจนส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่ออวัยวะที่สำคัญ เช่น หลอดเลือด หัวใจ สมอ ตา และไต รายที่เป็นรุนแรงอาจเกิดความพิการหรือถึงแก่ชีวิตได้ (จักรพันธ์ ชัยพรหมประสิทธิ์, 2550) โดยเฉพาะในวัยผู้สูงอายุมัก

มีการเปลี่ยนแปลงด้านร่างกายที่มีการเสื่อมลง ประกอบกับการมีอายุที่มากขึ้นนำมาซึ่งโรคเรื้อรัง อาจทำให้เกิดปัญหาสุขภาพต่าง ๆ โดยเฉพาะปัญหาสุขภาพทางด้านร่างกาย ในขณะที่เดียวกันโรคความดันโลหิตสูงเป็นโรคเรื้อรังที่พบบ่อยที่สุดในผู้สูงอายุไทยมีอุบัติการณ์และอัตราการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยมีอายุมากขึ้น (ประเสริฐ อัสสันตชัย, 2554 ; วันวิสา ยะเกียงงำ, ณิชารีย์ ใจคำวัง และ พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย, 2563) ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดความดันโลหิตสูงมากที่สุดคือ การบริโภคอาหารรสเค็ม การรับประทานผักและผลไม้ไม่เพียงพอ ความอ้วน ขาดการออกกำลังกาย การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มาก การสูบบุหรี่ ภาวะเครียด (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2562 ; WHO, 2006) และการรับประทานยาไม่สม่ำเสมอ ขาดความเอาใจใส่เพื่อปรับเพิ่มระดับยาขึ้นเมื่อคุมความดันโลหิตไม่ได้ (สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย, 2562)

จากสถานการณ์จังหวัดพิจิตรในปี 2564 พบว่ามีจำนวนประชากรทั้งหมด 365,314 คน พบผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 80,443 คน อำเภอชริบารมี มีจำนวนประชากรทั้งหมด 21,448 คน พบผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 4,224 คน และตำบลบ้านนา มีจำนวนประชากรทั้งหมด 7,871 คน พบผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 1,437 คน โดยมีผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงถึง 871 คน (คลังข้อมูลสุขภาพ Health Data Center, 2564)

จากการทบทวนงานวิจัยของ ปิยธิดา จุลละปีย์ (2560) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของโปรแกรมการสร้างเสริมการรับรู้สมรรถนะของตนเองต่อผลลัพธ์ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถตนเอง (Self-Efficacy) ของ Bandura (1977) ที่เชื่อว่าการรับรู้ความสามารถตนเองนั้นมีผลต่อการกระทำของบุคคล บุคคลอาจมีความสามารถไม่แตกต่างกัน แต่อาจมีพฤติกรรมที่มีคุณภาพแตกต่างกันแม้ในตัวบุคคลเอง หากรับรู้ความสามารถตนเองในสภาพการณ์ที่แตกต่างกันก็อาจแสดงพฤติกรรมออกมาแตกต่างกันได้ ทั้งนี้การรับรู้ความสามารถของตนเองในการพัฒนาความสามารถตนเองจะประกอบไปด้วย ประสบการณ์ความสำเร็จจากตนเอง การเห็นประสบการณ์ความสำเร็จจากผู้อื่น การใช้คำพูดชักจูงและการกระตุ้นทางอารมณ์ ซึ่งผลสรุปวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถตนเอง (Self-Efficacy) ของ Bandura (1977) มีประสิทธิผลต่อพฤติกรรมสุขภาพ เช่น ความรับผิดชอบต่อสุขภาพกิจกรรมทางกาย โภชนาการ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การพัฒนาจิตวิญญาณและการจัดการกับความเครียด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงพฤติกรรมที่ทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขต้องอาศัยการดูแลพฤติกรรมสุขภาพ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจเลือกเอาทฤษฎีการรับรู้ความสามารถตนเอง (Self-Efficacy) ของ Bandura (1977) มาผสมผสานเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยในการควบคุมระดับความดันโลหิตที่ได้ครอบคลุมถึงด้านการรับประทานอาหาร ด้านการออกกำลังกาย ด้านการจัดการความเครียด ด้านการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ด้านการสูบบุหรี่ และด้านการรับประทานยา เพื่อให้ผู้ป่วยความดันโลหิตสูงมีการดูแลสุขภาพของตนเองได้อย่างถูกต้องและต่อเนื่อง

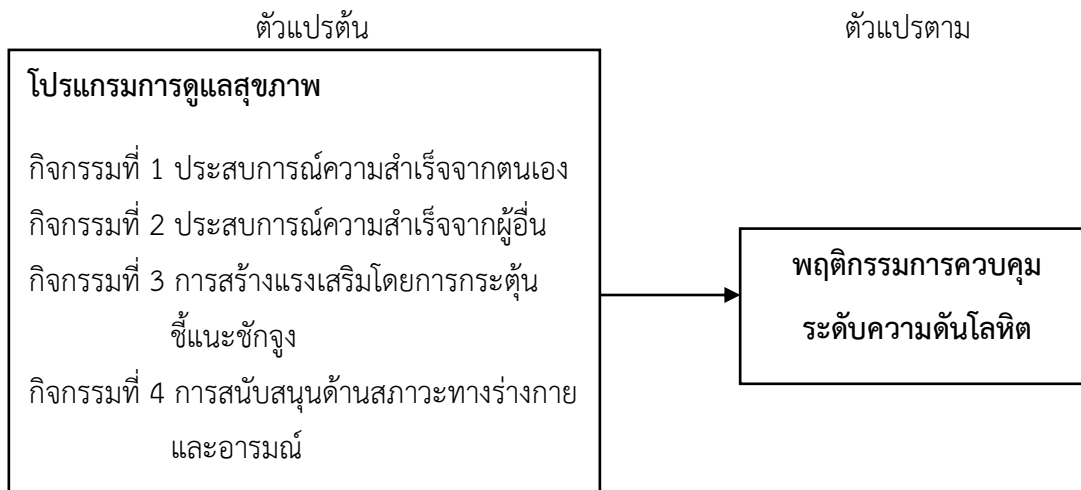
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงตำบลบ้านนา อำเภอชริบารมี จังหวัดพิจิตร เป็นอย่างไร

2. โปรแกรมการดูแลสุขภาพทำให้พฤติกรรมควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ตำบลบ้านนา อำเภอลำลูกกา จังหวัดพิจิตร ดีขึ้นหรือไม่

กรอบแนวคิด

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แนวคิดทฤษฎีการรับรู้ความสามารถตนเอง (Self-Efficacy) ของ Bandura (1977)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด

นิยามศัพท์

1. โปรแกรมการดูแลสุขภาพ หมายถึง รูปแบบกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ประยุกต์มาจากทฤษฎีการรับรู้ความสามารถตนเอง (Self-Efficacy) ของ Bandura (1977) ประกอบด้วย กิจกรรมประสบการณ์ความสำเร็จจากตนเอง กิจกรรมประสบการณ์ความสำเร็จจากผู้อื่น กิจกรรมการสร้างแรงเสริมโดยการกระตุ้นชี้แนะชักจูง และกิจกรรมการสนับสนุนด้านสภาวะทางร่างกายและอารมณ์

2. พฤติกรรมควบคุมระดับความดันโลหิต หมายถึง การปฏิบัติตัวของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงในด้าน การออกกำลังกาย การรับประทานอาหาร การจัดการความเครียด การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ และการรับประทานยา

3. ผู้ป่วยความดันโลหิตสูง หมายถึง กลุ่มผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่ขึ้นทะเบียนโรคความดันโลหิตสูงกับตำบลบ้านนา อำเภอลำลูกกา จังหวัดพิจิตร

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) แบบ 2 กลุ่ม วัดผลก่อนกับหลังการวิจัย (Two group pre-test and post-test designs)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ขึ้นทะเบียนโรคความดันโลหิตสูงกับตำบลบ้านนา อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี จำนวน 871 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ขึ้นทะเบียนโรคความดันโลหิตสูงกับตำบลบ้านนา อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน คำนวณโดยใช้ โปรแกรม G*Power โดยกำหนดค่า Effect size = 0.85 ความเชื่อมั่น = 0.05, Power of test = 0.94 (Cohen, 1998) โดยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากสุ่มกลุ่มตัวอย่างโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เพื่อคัดเลือก 1 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

ขั้นตอนที่ 2 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากสุ่มกลุ่มตัวอย่างหมู่บ้าน แบบใส่คืน เพื่อคัดเลือก 2 หมู่บ้าน

ขั้นตอนที่ 3 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic random sampling) เพื่อคัดเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่างจากหมู่บ้านที่สุ่มได้จากขั้นตอนที่ 2 จำนวนหมู่บ้านละ 30 คน

เกณฑ์การคัดเลือก

1. มีการรับรู้ มีสติสัมปชัญญะดี สื่อสารเข้าใจ
2. มีความสมัครใจเข้าร่วมโปรแกรม และยินดีเข้าร่วมกิจกรรมจนครบตามโปรแกรม
3. สุขภาพแข็งแรง ประกอบกิจวัตรประจำวันได้

เกณฑ์การคัดออก

1. มีความต้องการจะยกเลิกการเข้าร่วมวิจัยระหว่างดำเนินกิจกรรม
2. เกิดการเจ็บป่วยจนไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้
3. มีการย้ายออกจากพื้นที่ที่ทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ชนิด ได้แก่

1. แบบสอบถาม (questionnaire) พฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ รายได้ อาชีพ ระดับการศึกษาสูงสุด ประวัติบุคคลในครอบครัวที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 6 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงจำนวน 70 ข้อ แบ่งเป็น 6 ด้าน คือ

ด้านการออกกำลังกาย 16 ข้อ

ด้านการรับประทานอาหาร 7 ข้อ

ด้านการจัดการความเครียด 10 ข้อ

ด้านการตีมีเครื่องตีมีแอลกอฮอล์ 15 ข้อ

ด้านการสูบบุหรี่ 15 ข้อ

ด้านการรับประทานยา 7 ข้อ

มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ	ทางบวก	ทางลบ
ปฏิบัติเป็นประจำ	4	1
ปฏิบัติบ่อยครั้ง	3	2
ปฏิบัติบางครั้ง	2	3
ไม่ปฏิบัติเลย	1	4

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมควบคุมระดับความดันโลหิต (Best, 1981) ดังนี้

ช่วงคะแนน 211 - 280 คะแนน หมายถึง พฤติกรรมควบคุมระดับความดันโลหิตอยู่ในระดับสูง

ช่วงคะแนน 141 - 210 คะแนน หมายถึง พฤติกรรมควบคุมระดับความดันโลหิตอยู่ในระดับปานกลาง

ช่วงคะแนน 70 - 140 คะแนน หมายถึง พฤติกรรมควบคุมระดับความดันโลหิตอยู่ในระดับต่ำ

2. โปรแกรมการดูแลสุขภาพโดยประยุกต์จากแนวคิดทฤษฎีการรับรู้ความสามารถตนเอง (Self-Efficacy) ของ Bandura (1977) 4 วิธี โดยใช้ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 (ระยะเวลา 2 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยแนะนำตัวเองสร้างสัมพันธภาพ ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัย ระยะเวลาการทำวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัยในครั้งนี้และขอความร่วมมือในการทำวิจัย

- ผู้วิจัยให้ความรู้และสาธิตการฝึกทักษะในการดูแลสุขภาพต่อพฤติกรรมควบคุมระดับความดันโลหิตที่ถูกต้อง

สัปดาห์ที่ 2 (ระยะเวลา 1 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยให้ความรู้ในการดูแลสุขภาพด้านการออกกำลังกาย โดยบอกวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสม ให้ความรู้ด้านการรับประทานอาหาร โดยมีการบอกเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสียของการรับประทานอาหารและด้านการจัดการความเครียดทางด้านอารมณ์ โดยการผ่อนคลายอารมณ์ด้วยตนเองและแนะนำการคิดในทางบวก

สัปดาห์ที่ 3 (ระยะเวลา 1.30 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยให้ความรู้ในการดูแลสุขภาพด้านการตีมีเครื่องตีมีแอลกอฮอล์ โดยจะให้ความรู้ในเรื่องผลเสียของแอลกอฮอล์ ด้านการสูบบุหรี่ โดยจะให้ความรู้ในเรื่องโทษของการสูบบุหรี่และด้านการรับประทานยา โดยบอกข้อเสียของการไม่รับประทานยา

สัปดาห์ที่ 4 (ระยะเวลา 1.30 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยแนะนำให้กลุ่มทดลองออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อแบบเบา ๆ และมีการสาธิตอธิบายการออกกำลังกายเพื่อให้กล้ามเนื้อแข็งแรงให้กับกลุ่มทดลอง
สัปดาห์ที่ 5 (ระยะเวลา 1.30 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองทำกิจกรรมการออกกำลังกายที่นำไปสู่ภาวะทางอารมณ์ที่ดี เพื่อควบคุมพฤติกรรม
การดำเนินชีวิตของกลุ่มทดลอง เช่น การทำกายบริหาร การเล่นเกมสัจเจ้าดอกกลิ่นหอม เป็นเพลงประกอบท่าทาง
เพื่อวอร์มอัพสมองให้มีสติก่อนทำกิจกรรมและมีการเล่นเกมสัจปลูงรู
สัปดาห์ที่ 6 (ระยะเวลา 1 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองที่ประสบความสำเร็จเล่าประสบการณ์ในการควบคุมระดับความดันโลหิตที่ผ่านมา
ที่เป็นการควบคุมความดันโลหิตไม่ให้สูงกว่าเกณฑ์และประสบผลสำเร็จ
สัปดาห์ที่ 7-11 (ระยะเวลา 1 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยร่วมกับอาสาสมัครชุมชน ลงเยี่ยมบ้านกลุ่มทดลอง พูดคุยกับกลุ่มทดลองถึงการดำเนินชีวิต
ให้คำแนะนำหากพบปัญหาหรือข้อสงสัย ชักจูงด้วยคำพูดให้เกิดการควบคุมพฤติกรรมให้สำเร็จและดำเนิน
กิจกรรมอย่างต่อเนื่อง
สัปดาห์ที่ 12 (ระยะเวลา 3 ชั่วโมง)

- ผู้วิจัยนัดพบกลุ่มทดลอง สรุปการดำเนินการวิจัย พร้อมทั้งกล่าวขอบคุณและยุติโปรแกรมการดูแล
สุขภาพต่อพฤติกรรมควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ค่าความตรง (validity) โดยการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยมีข้อคำถามทั้งหมด 70
ข้อ ในแต่ละข้อคำถามได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.66 – 1.00

2. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) ในกลุ่มที่มี
ลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยการใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha
coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.87

3. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out)
กับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน หาค่าอำนาจจำแนกแบบสอบถามด้วยวิธีการหาค่า
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total Correlation) ได้ค่า
อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.70

การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล ก่อนการวิจัยผู้วิจัยเก็บแบบสอบถามโดยใช้แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและแบบสอบถามพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. กลุ่มทดลองเริ่มดำเนินการใช้โปรแกรม 12 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมดำเนินชีวิตตามปกติ
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการได้รับโปรแกรม 12 สัปดาห์ ทั้งในกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมและผู้วิจัยแนะนำโปรแกรมการดูแลสุขภาพให้กับกลุ่มควบคุม เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการควบคุมระดับความดันโลหิตของตนเองและผู้วิจัยกล่าวขอบคุณกลุ่มควบคุมที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
2. สถิติเชิงอ้างอิง (Inferential Statistics) ได้แก่ Paired sample t-test และ Independent sample t-test

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เลขที่ 037/2022 วันที่ 19 พฤษภาคม 2565 ทั้งนี้ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ประโยชน์ที่จะได้รับสิทธิในการปฏิเสธหรือยกเลิกการเข้าร่วมการวิจัย มีการนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม จัดเก็บข้อมูลให้เป็นความลับและมีการทำลายข้อมูลหลังเสร็จการวิจัย เมื่อกลุ่มตัวอย่างสมัครใจและลงนามเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษรจึงเริ่มดำเนินการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มทดลอง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 76.67 เพศชาย ร้อยละ 23.33 มีอายุเฉลี่ย 69.83 ปี มีรายได้เฉลี่ย 1360.00 บาท/เดือน ไม่ได้ทำงาน ร้อยละ 63.34 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 23.33 ประกอบอาชีพรับจ้าง ร้อยละ 6.67 ประกอบอาชีพค้าขายและอาชีพอิสระ ร้อยละ 3.33 มีระดับการศึกษาสูงสุดระดับประถมศึกษา ร้อยละ 73.33 ไม่ได้เรียนหนังสือ ร้อยละ 26.67 ไม่มีประวัติบุคคลในครอบครัวที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 60.00 มีพี่น้องร่วมบิดามารดาที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง

ร้อยละ 20.01 มีพ่อแม่ที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 13.33 มีปู่ย่า/ตายายและบุตรที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 3.33

ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มควบคุม พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 56.67 เพศชายร้อยละ 43.33 มีอายุเฉลี่ย 68.83 ปี มีรายได้เฉลี่ย 2093.33 บาท/เดือน ไม่ได้ทำงานและประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 36.67 ประกอบอาชีพรับจ้างและอาชีพค้าขาย ร้อยละ 10.00 ประกอบอาชีพอิสระ ร้อยละ 6.66 มีระดับการศึกษาสูงสุดระดับประถมศึกษา ร้อยละ 66.67 ไม่ได้เรียนหนังสือ ร้อยละ 30.00 มัธยมศึกษา ร้อยละ 3.33 ไม่มีประวัติบุคคลในครอบครัวที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 60.00 มีพี่น้องร่วมบิดามารดาที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 26.67 และมีพ่อแม่ที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 13.33 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ข้อมูล	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ				
ชาย	7	23.33	13	43.33
หญิง	23	76.67	17	56.67
อายุ				
60-69 ปี	17	56.67	17	56.67
70-79 ปี	10	33.33	12	40.00
80 ปีขึ้นไป	3	10.00	1	3.33
	$\bar{x} = 69.83$	S.D. = 6.39	$\bar{x} = 68.83$	S.D. = 5.93
รายได้				
600-3,000 บาท/เดือน	27	90.00	22	73.34
3,001-5,400 บาท/เดือน	2	6.67	4	13.33
5,401-7,800 บาท/เดือน	1	3.33	4	13.33
	$\bar{x} = 1360.00$	S.D. = 1223.79	$\bar{x} = 2093.33$	S.D. = 2158.69

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม (ต่อ)

ข้อมูล	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อาชีพ				
รับจ้าง	2	6.67	3	10.00
ค้าขาย	1	3.33	3	10.00
ประกอบอาชีพอิสระ	1	3.33	2	6.66
เกษตรกร	7	23.33	11	36.67
ไม่ได้ทำงาน	19	63.34	11	36.67
ระดับการศึกษาสูงสุด				
ไม่ได้เรียนหนังสือ	8	26.67	9	30.00
ประถมศึกษา	22	73.33	20	66.67
มัธยมศึกษา	0	0	1	3.33
ประวัติบุคคลในครอบครัว				
ที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง				
ไม่มี				
ไม่มี	18	60.00	18	60.00
ป่วย/ตาย	1	3.33	0	0
พ่อแม่	4	13.33	4	13.33
พี่น้องร่วมบิดามารดา	6	20.01	8	26.67
บุตร	1	3.33	0	0

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ระหว่างก่อนกับหลังการวิจัยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตเท่ากับ 199.13 ส่วนหลังการวิจัย มีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตเท่ากับ 233.43 เมื่อนำมาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต กลุ่มทดลองหลังการวิจัยมีพฤติกรรมกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตสูงกว่าก่อนการวิจัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการวิจัยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 201.50 ส่วนหลังการวิจัยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 204.70 เมื่อนำมาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต ก่อนการวิจัยกับหลังการวิจัยมีพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ระหว่างก่อนกับหลังวิจัย ภายในกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

พฤติกรรมการควบคุม ระดับความดันโลหิต	\bar{x}	S.D.	df	t	p-value
กลุ่มทดลอง (n=30)					
ก่อนการวิจัย	199.13	21.097	29	-8.097	0.000*
หลังการวิจัย	233.43	15.891			
กลุ่มควบคุม (n=30)					
ก่อนการวิจัย	201.50	24.945	29	-1.291	0.207
หลังการวิจัย	204.70	20.551			

*p < 0.05

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมทั้งก่อนกับหลังการวิจัย ก่อนการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตเท่ากับ 199.13 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตเท่ากับ 201.50 เมื่อนำมาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต ก่อนการวิจัยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตไม่แตกต่างกัน

หลังการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 233.43 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 204.70 เมื่อนำมาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตหลังการวิจัย ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วย ความดันโลหิตสูง ระหว่างก่อนกับหลังการวิจัยทั้งกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

พฤติกรรมการควบคุม ระดับความดันโลหิต	\bar{x}	S.D.	df	t	p-value
ก่อนการวิจัย (n=30)					
กลุ่มทดลอง	199.13	21.097	58	-0.397	0.693
กลุ่มควบคุม	201.50	24.945			
หลังการวิจัย (n=30)					
กลุ่มทดลอง	233.43	15.891	58	6.058	0.000*
กลุ่มควบคุม	204.70	20.551			

*p < 0.05

วิจารณ์ผล

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าภายหลังการวิจัย กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตสูงกว่าก่อนการวิจัยและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมุติฐานสามารถอธิบายได้ว่า กลุ่มทดลองเมื่อได้รับโปรแกรมการดูแลสุขภาพ โดยผู้วิจัยได้มีการฝึกทักษะกิจกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตในประเด็นที่สำคัญ 6 ด้าน และมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความสำเร็จในการดูแลตนเอง มีการติดตามเยี่ยมบ้าน สร้างแรงเสริมโดยการกระตุ้นชี้แนะชักจูง ให้คำแนะนำสนับสนุนในการออกกำลังกายและกิจกรรมที่นำไปสู่สภาวะทางอารมณ์ที่ดี ช่วยให้กลุ่มทดลองเกิดการเรียนรู้และตระหนักในการดูแลสุขภาพที่ดีขึ้น สอดคล้องกับทฤษฎีการรับรู้ความสามารถตนเอง (Self-Efficacy) ของ Bandura (1977) ซึ่งกล่าวว่า การที่บุคคลจะมีการปฏิบัติพฤติกรรมให้ประสบความสำเร็จบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้นั้น ต้องเกิดจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยต้องเกิดจากการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลในการสร้างสมรรถนะแห่งตน 4 แหล่ง ประกอบด้วย จากประสบการณ์ที่ประสบความสำเร็จด้วยตนเอง ประสบการณ์จากการสังเกตตัวแบบอาจมาจากบุคคลจริงหรือตัวแบบจากสัญลักษณ์ การใช้คำพูด โน้มน้าวและการกระตุ้นทางสรีระและอารมณ์ สอดคล้องกับการศึกษาของปุกนิกา สุ่มทอง และคณะ (2562) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการวัดความดันโลหิตด้วยตนเองที่บ้านโดยประยุกต์ทฤษฎีขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและแรงสนับสนุนทางสังคมในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงโรงพยาบาลอ่างทอง พบว่ากลุ่มทดลองผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงหลังจากได้รับโปรแกรมการวัดความดันโลหิต

ด้วยตนเองที่บ้านโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและแรงสนับสนุนทางสังคม มีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตตัวบนและตัวล่างลดลง และมีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการดูแลตนเองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับการศึกษาของสายฝน สุภาศรี, จักรกฤษณ์ วัชรราชภูร์ และวารภรณ์ บุญเชียง (2564) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพต่อการรับรู้ความสามารถตนเองและความคาดหวังผลลัพธ์ต่อการดูแลตนเองของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูง จังหวัดเชียงราย พบว่า ภายหลังจากทดลองกลุ่มทดลองมีระดับการรับรู้ความสามารถตนเองและมีความคาดหวังผลลัพธ์ต่อการดูแลตนเองสูงกว่าก่อนได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.001$ และสอดคล้องกับการศึกษาของรพีพรรณ วุฒิไธย และ เทียนทอง ต๊ะแก้ว (2564) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของโปรแกรมส่งเสริมการรับรู้สมรรถนะแห่งตนต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง ตำบลแม่ือง อำเภอกงหรา จังหวัดพะเยา ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการดูแลตนเอง ค่าความดันโลหิตซิสโตลิกและค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิก ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังได้รับโปรแกรมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพฤติกรรมการดูแลตนเอง ค่าความดันโลหิตซิสโตลิกและค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิก ระหว่างก่อนและหลังได้รับโปรแกรมในกลุ่มทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของนภาพร วุฒิธรรม, รัตนา ช้อนทอง และ ชุตินญา สมประดิษฐ์ (2562) ที่ศึกษาผลของการเสริมสร้างการรับรู้สมรรถนะแห่งตนต่อการควบคุมระดับความดันโลหิต ในกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง พบว่าหลังทดลองกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถตนเอง ความคาดหวังของผลลัพธ์ในการปฏิบัติตัว และการปฏิบัติตัวด้านรับประทานอาหารเช้าและมีเกลือโซเดียม การออกกำลังกายและการจัดการเกี่ยวกับอารมณ์ สูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และกลุ่มทดลองมีระดับความดันโลหิตลดลงต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผล

การศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมการดูแลสุขภาพต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงตำบลบ้านนา อำเภอลำปาง จังหวัดพิจิตร ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมการดูแลสุขภาพ ภายหลังจากวิจัยกลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตสูงกว่าก่อนการวิจัยและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการดูแลสุขภาพมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมให้ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมีพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตได้ดีขึ้น ดังนั้นบุคลากรควรสนับสนุนให้ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงเกิดทักษะในการดูแลสุขภาพตนเองได้อย่างเหมาะสม

เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดี สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลตนเอง และสามารถควบคุมระดับความดันโลหิตได้ตามเป้าหมาย

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ป่วยความดันโลหิตสูงตำบลบ้านนา อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม และเจ้าหน้าที่ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลและอาสาสมัครประจำหมู่บ้าน ที่อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

คลังข้อมูลสุขภาพ Health Data Center (HDC). 2564. **อัตราป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงต่อประชากร.**

แหล่งข้อมูล : <https://shorturl.asia/oTCG6>. ค้นเมื่อ 10 มกราคม 2565.

จักรพันธ์ ชัยพรหมประสิทธิ์. 2550. โรคความดันโลหิตสูง. ในวิทยาศาสตร์มา (บรรณาธิการ). **ตำราอายุรศาสตร์**

4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐธิดาพรรณ พันธุ์มั่ง และคณะ. 2562. **ประเด็นสารรณรงค์วันความดันโลหิตสูงโลก ปี 2562.** แหล่งข้อมูล :

<https://shorturl.asia/ydUeJ>. ค้นเมื่อ 10 มกราคม 2565.

นภาพร วุฒิชัยธรรม, รัตนา ช้อนทอง และ ชุตินญา สมประดิษฐ์. 2562. ผลของการเสริมสร้างการรับรู้สมรรถนะแห่งตน ต่อการควบคุมระดับความดันโลหิต ในกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง. **วารสารพยาบาลทหารบก.** 21(1): 309-318.

ปิยธิดา จุลละปีย์. 2560. ผลของโปรแกรมการสร้างเสริมการรับรู้สมรรถนะของตนเองต่อผลลัพธ์ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงในจังหวัดเชียงรายประเทศไทย. **วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ.** 35(1): 100-109.

ประเสริฐ อัสสันตชัย. (บ.ก.). 2554. **ปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในผู้สูงอายุและการป้องกัน.** กรุงเทพฯ: ยูเนียนครีเอชั่น.

บุณิกา สุ่มทอง และคณะ. 2562. ผลของโปรแกรมการวัดความดันโลหิตด้วยตนเองที่บ้านโดยประยุกต์ทฤษฎีขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและแรงสนับสนุนทางสังคมในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงโรงพยาบาลอ่างทอง. **วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี.** 2(1): 1-14.

ภัทริกา ปัญญา และคณะ. 2563. ผลของโปรแกรมไคโดอาซาต่อระดับความรู้ในการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง เจตคติต่อโรคความดันโลหิตสูง และพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ของประชากรอาซากุ่มเสี่ยง. **วารสารพยาบาลทหารบก.** 21(3): 121-130.

รพีพรรณ วุฒิไธย และ เทียนทอง ต๊ะแก้ว. 2564. ผลของโปรแกรมส่งเสริมการรับรู้สมรรถนะแห่งตนต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง ตำบลแม่ือง อำเภอกู่แก้ว จังหวัดพะเยา. **วารสารสุขศึกษา.** 44(1): 102-114.

- วันวิสา ยะเกียงงำ, ณิชารีย์ ใจคำวัง และ พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย. 2563. ความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรม
การสร้างเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ตำบลทุ่งกระเซาะ อำเภอบ้านตาก
จังหวัดตาก. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*. 15(2): 97-116.
- สมาคมโรคความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย. 2562. **แนวทางการรักษาโรคความดันโลหิตสูงในเวชปฏิบัติ
ทั่วไป พ.ศ. 2562**. แหล่งข้อมูล : http://www.thaihypertension.org/files/442.HT%20guideline%202019.with%20watermark.pdf?fbclid=IwAR1xAD360uJ2Di3h4UIRmkXzhL_vHkHhGbwzV6OQaFNZ1n-glQLQtIM_pU. ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2565.
- สายฝน สุภาศรี, จักรกฤษณ์ วัชรราชกูร์ และ วราภรณ์ บุญเชียง. 2564. ผลของโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพต่อ
การรับรู้ความสามารถตนเอง และความคาดหวังผลลัพธ์ต่อการดูแลตนเองของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิต
สูง จังหวัดเชียงราย. *วารสารสาธารณสุข*. 50(1): 33-42.
- สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2561. **จำนวนและอัตราผู้ป่วยโรคความดันโลหิต
สูง**. แหล่งข้อมูล : <http://www.thaincd.com/2016/news/hot-news-detail.php?id=13683&gid=18>. ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2565.
- สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2562. **ประเด็นสารรณรงค์วันความดันโลหิตสูง
โลก ปี 2562**. แหล่งข้อมูล : <http://www.thaincd.com/2016/news/hot-news-detail.php?id=13507&gid=18>. ค้นเมื่อ 11 มกราคม 2565.
- Bandura, A. 1977. **Social Learning Theory**. New Jersey. Prentice-Hall Inc.
- Best, J. W. (1981). **Research in education**. New jersey: Prentice-Hall.
- Cohen. (1998). **Statistical Power analysis for the behavioral sciences (2 nd ed.)**. New
jersey : Lawrence Erlbaum.
- World Health Organization [WHO]. (2006). **WHO global report, preventing chronic diseases.**
A vital investment. Geneva: WHO.

ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านอาหารและโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร

การบริโภคอาหาร ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ตำบลรังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร

THE RELATIONSHIP BETWEEN FOOD AND NUTRITION LITERACY AND

FOOD CONSUMPTION BEHAVIOR AMONG UPPER PRIMARY

SCHOOL STUDENTS AT RANGNOK SUB-DISTRICT,

SAM NGAM DISTRICT, PHICHIT PROVINCE

วรรณภา พรหมเสื่อ^{1*} สุมลชา ถึงเนียม¹ กิ่งแก้ว สรรวยรัตน์¹ นิธิพงศ์ ศรีบุญจมาศ¹ เอกภพ จันทร์สุคนธ์¹ อภิรักษ์ แสนใจ¹
และบัญชา สรรวยรัตน์²

Wannapa Phromsua^{1*} Sumontha Thuengniam¹ Kingkaew Samruayruen¹ Nithipong Sribenchama¹
Eakpop Junsukon¹ Aphilak Saengai¹ and Buncha Samruayruen²

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ต.พลาชุมพล อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

¹ Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University 156 Mu 5, Plaichumpol Sub-district, Muang District, Phitsanulok Province 65000

² คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 66 ถ.วังจันทน์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

² Faculty of Education, Pibulsongkram Rajabhat University 66 Wangchan road, Muang sub-district, Muang District, Phitsanulok Province 65000

*Corresponding author E-mail: wannapa.ph@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านอาหารและโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารในนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตำบลรังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 89 คน สุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ เชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 61.8 มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 59.6 ความรู้ด้านอาหารและโภชนาการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร อยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.634, P < 0.01$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : ความรู้ด้านอาหารและโภชนาการ, พฤติกรรมการบริโภคอาหาร, นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

Abstract

This study is a descriptive research with aimed to study the relationship between food and nutrition literacy and food consumption behavior among upper primary school students at RangNok Sub-district, Sam Ngam District, Phichit Province. The sample group consisted of 89 upper primary school students randomized by simple random sampling. The tool used was a questionnaire. Data were analyzed by descriptive statistics, including frequency distribution, percentage, mean, standard deviation, and by inferential statistics with correlation analysis using Pearson's Product Moment Correlation Coefficient. The study found that most of the students representing 61.8 percent had a moderate level of health literacy, and 59.6 percent had a food consumption behavior at a good level. The relationship between food and nutrition literacy and food consumption behavior was a moderate level of correlation ($r= 0.634$, $P<0.01$) with statistically significant at 0.05.

Keywords : food and nutrition literacy, food consumption behavior, upper primary school students

บทนำ

ภาวะทุพโภชนาการ หมายถึง การขาดหรือเกินในการบริโภคสารอาหาร ความไม่สมดุลของสารอาหารที่จำเป็น หรือการใช้สารอาหารที่บกพร่อง ทำให้เกิดการขาดสารอาหารและน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ซึ่งปัจจุบันพบปัญหาจากภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนมากกว่าน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ในทุกภูมิภาค (World Health Organization, 2022a; WHO, 2022b) ปัญหาภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน คือมีการสะสมไขมันที่มากผิดปกติ เป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งทางด้านสาธารณสุขทั่วโลกในทุกช่วงวัย และเป็นสาเหตุการเสียชีวิตจากการเกิดโรคมมากกว่า 4 ล้านคนในปี พ.ศ. 2560 โดยพบว่าเด็กและวัยรุ่นอายุระหว่าง 5-19 ปี ทั่วโลก ซึ่งมีอัตราการเกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนเพิ่มอย่างสูงเพิ่มขึ้นมากกว่าสี่เท่าจากร้อยละ 4 เป็น 18 ในปี ค.ศ. 2016 (WHO, 2022b) สำหรับประเทศไทยจากข้อมูลของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (2565) พบว่า ในปี พ.ศ. 2561 และ 2564 เด็กวัยเรียนที่มีอายุ 6-14 ปี มีภาวะอ้วนและโรคอ้วนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 11.7 เป็นร้อยละ 12.4 ตามลำดับ และจากข้อมูลคลังข้อมูลสุขภาพ (Health Data Center, HDC) (2564) พบว่า อำเภอสามง่ามจังหวัดพิจิตร มีสถิตินักเรียน ชั้น ป.1-ป.6 ที่มีภาวะเริ่มอ้วนและอ้วน เพิ่มขึ้นอย่างมากจากปี พ.ศ. 2563 คือจากร้อยละ 11.66 เป็น ร้อยละ 18.65 ในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของจังหวัด ที่มีร้อยละ 17.22 และสูงกว่าค่าเฉลี่ยของเขตสุขภาพที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย 5 จังหวัด คือพิจิตร นครสวรรค์ กำแพงเพชร ชัยนาท และอุทัยธานี ที่มีร้อยละ 15.37

โดยการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพจากการได้รับสารอาหารในแต่ละวันที่มีปริมาณเหมาะสมกับความต้องการของเด็กจะทำให้เด็กมีการเจริญเติบโต พัฒนาการสมวัยทั้งการทำงานของร่างกายและสติปัญญา จะช่วย

ป้องกันการเกิดภาวะทุพโภชนาการได้ โดยเฉพาะภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วน ส่งผลให้มีสุขภาพแข็งแรงลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด และโรคมะเร็งในอนาคตได้ (WHO, 2020; ศศิธร ตันติเอกรัตน์ และอภิชัย คุณิพงษ์, 2560; สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2563; สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2562; Xu & Xue, 2016) อีกทั้งการมีภาวะน้ำหนักเกินหรือเป็นโรคอ้วนในเด็กยังส่งผลกระทบต่อทั้งร่างกาย จิตใจ และมีแนวโน้มที่จะเป็นโรคอ้วนในวัยผู้ใหญ่ได้ถึง 2 – 10 เท่าจากเด็กที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติ และต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการรักษาพยาบาลจำนวนมาก (ธีรพงศ์ เขียวเกษม ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน และพัฒน์นาดี พัฒนถาบุตร, 2563)

สาเหตุการเกิดโรคอ้วนในเด็กวัยเรียนมาจากปัจจัยหลัก ๆ ได้แก่ พันธุกรรม พฤติกรรม และสภาพแวดล้อม (สุวิทย์ คล่องทะเล กาญจนา สุริยะพรหม และ ชุติมา ศิริกุลชยานนท์, 2563) พฤติกรรม การบริโภคอาหารที่ไม่ดีและการมีกิจกรรมทางกายน้อยเป็นความเสี่ยงทางสุขภาพที่องค์การอนามัยโลกได้ให้ความสำคัญสำหรับวัยเด็กและวัยรุ่นในการป้องกันโรคอ้วน (WHO, 2022c) ฉะนั้น การสร้างให้เด็กมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพเป็นปัจจัยที่จำเป็นปัจจัยหนึ่ง เพราะพฤติกรรมที่ได้รับการส่งเสริมในวัยเด็กนี้จะส่งผลต่อสุขภาพในอนาคตเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ (ศศิธร ตันติเอกรัตน์ และอภิชัย คุณิพงษ์, 2560; สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2563)

จากเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น การป้องกันการเกิดภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนในเด็กจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญในการดำเนินการจากการบูรณาการร่วมมือกันของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องอย่างเร่งด่วน โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ควรเริ่มตั้งแต่เด็กวัยเรียนชั้นประถมศึกษา จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเรื่องความรู้ด้านอาหารและโภชนาการพบว่าเป็นแนวคิดครอบคลุมความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถที่เกี่ยวกับด้านอาหารและโภชนาการ (Vidgen & Gallegos, 2014; Colatruglio & Slater, 2016) โดยพบว่าการมีความรู้ด้านอาหารที่ดีขึ้นมีอิทธิพลทางบวกกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของวัยรุ่นที่ดีขึ้น (Vaitkeviciute, Ball, & Harris, 2015) สอดคล้องกับสุวิทย์ คล่องทะเล กาญจนา สุริยะพรหม และ ชุติมา ศิริกุลชยานนท์ (2563) ว่าการปรับเปลี่ยนการมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ดีของเด็กควรมีการส่งเสริมให้มีความรู้ด้านสุขภาพและโภชนาการ มีการปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ดังนั้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาความรู้ด้านอาหารและโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านอาหารและโภชนาการและพฤติกรรมการบริโภคอาหารในนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตำบลวังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนใช้ในการจัดกิจกรรม ในการส่งเสริมความรู้ด้านอาหารและโภชนาการ ที่จะให้นักเรียนมีพฤติกรรมในการบริโภคอาหารให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายในตำบลวังนก อำเภอสว่างมิ่ง จังหวัดพิจิตร ทั้งหมดจำนวน 115 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนประถมศึกษาตอนปลายในตำบลวังนก อำเภอสว่างมิ่ง จังหวัดพิจิตร ทั้งหมดจำนวน 89 คน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป G*Power เป็นโปรแกรมที่ช่วยคำนวณขนาดตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน โดยมีวิธีการดังนี้

ส่วนที่ 1 คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายในตำบลวังนกแยกตามสัดส่วนโรงเรียนดังนี้

$$\begin{aligned} \text{โรงเรียนที่ 1 จำนวนนักเรียน 19 คน จะได้ } & \frac{89 \times 19}{115} = 15 \text{ คน} \\ \text{โรงเรียนที่ 2 จำนวนนักเรียน 41 คน จะได้ } & \frac{89 \times 41}{115} = 32 \text{ คน} \\ \text{โรงเรียนที่ 3 จำนวนนักเรียน 7 คน จะได้ } & \frac{89 \times 7}{115} = 5 \text{ คน} \\ \text{โรงเรียนที่ 4 จำนวนนักเรียน 25 คน จะได้ } & \frac{89 \times 25}{115} = 19 \text{ คน} \\ \text{โรงเรียนที่ 5 จำนวนนักเรียน 23 คน จะได้ } & \frac{89 \times 23}{115} = 18 \text{ คน} \end{aligned}$$

ส่วนที่ 2 ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลากแบบใส่คืนตามสัดส่วนรายชื่อของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายในตำบลวังนกแยกตามแต่ละโรงเรียนที่กำหนดไว้จนครบตามจำนวนที่ต้องการจำนวน 89 คน

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า

1. ได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองให้เข้าร่วมโปรแกรม
2. มีการสื่อสารเข้าใจและมีความสมัครใจเข้าร่วมโปรแกรม

เกณฑ์การคัดออก

1. ย้ายสถานศึกษาหรือลาออกจากสถานศึกษา
2. มีความเจ็บป่วยที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมกิจกรรม

การวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล

สงคราม PSRUEC No: B2022/0004

เครื่องมือที่ใช้วิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตาม แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล โดยคำถามเป็นลักษณะเติมข้อความและเลือกตอบ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา น้ำหนัก ส่วนสูง อาชีพของผู้ปกครองหลัก (บิดา มารดา หรือญาติ)

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรู้ด้านสุขภาพ ประกอบด้วย 8 ด้าน ดังนี้
ด้านที่ 1 แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบถูก-ผิด โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ตอบถูก ได้ 1 คะแนน

ตอบผิด ได้ 0 คะแนน

การแปลความหมายของคะแนนแบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ

มีความรู้ ความเข้าใจอยู่ในระดับดี หมายถึง ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม (8 - 10 คะแนน)

มีความรู้ ความเข้าใจอยู่ในระดับปานกลาง หมายถึง ได้คะแนนร้อยละ 60 - 79 ของคะแนนเต็ม (6 - 7 คะแนน)

มีความรู้ ความเข้าใจอยู่ในระดับไม่ดี หมายถึง ได้คะแนนร้อยละ 59 ลงมาของคะแนนเต็ม (0 - 5 คะแนน)

ด้านที่ 2 - 8 แบบสอบถาม ทักษะการเข้าถึงข้อมูลด้านอาหารและโภชนาการ การเลือกอาหารความสามารถในการเตรียมปรุงและการเก็บรักษาคุณภาพอาหาร ความสามารถในการวางแผน จัดการเกี่ยวกับอาหาร การบอกเล่า การสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ การประเมินผลและเลือกใช้ข้อมูลเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ (รู้เท่าทันสื่อ) และการตัดสินใจเกี่ยวกับอาหาร เป็นแบบสอบถามความรู้ด้านอาหารและโภชนาการ จำนวน 6, 5, 13, 7, 10, 4 และ 4 ข้อ ตามลำดับ โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับการปฏิบัติ	ข้อความทางบวก	ข้อความทางลบ
ระดับมากที่สุด	5	1
ระดับมาก	4	2
ระดับปานกลาง	3	3
ระดับน้อย	2	4
ระดับน้อยที่สุด	1	5

ส่วนที่ 3 แบบสอบถาม พฤติกรรมการบริโภคอาหารตามโภชนบัญญัติ 8 ประการ ยกเว้น ด้านที่ 9งดหรือลดเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ประกอบด้วย 8 ด้าน ด้านที่ 1 กินอาหารครบ 5 หมู่ แต่ละหมู่ให้หลากหลายและหมั่นดื่มน้ำหนักตัว ด้านที่ 2 กินข้าวเป็นอาหารหลักสลับกับอาหารประเภทแป้งอื่นๆ เป็นบางมื้อ ด้านที่ 3 กินพืชผักให้มากและกินผลไม้เป็นประจำ ด้านที่ 4 กินปลา เนื้อสัตว์ไม่ติดมัน ไข่ และถั่วเมล็ดแห้งเป็นประจำ ด้านที่ 5 ดื่มนมให้เหมาะสมตามวัย ด้านที่ 6 กินอาหารที่มีไขมันและน้ำมันแต่พอควร ด้านที่ 7 หลีกเลี่ยงการกินอาหารที่มีรสหวานจัด และเค็มจัด ด้านที่ 8 กินอาหารที่สะอาด ปราศจากการปนเปื้อน จำนวน 29 ข้อ โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับการปฏิบัติ	ข้อความทางบวก	ข้อความทางลบ
ระดับมากที่สุด	5	1
ระดับมาก	4	2
ระดับปานกลาง	3	3
ระดับน้อย	2	4
ระดับน้อยที่สุด	1	5

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ความตรงตามเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา IOC อยู่ระหว่าง 0.66 ถึง 1.00

การตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น โดยนำไปแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วทดลองใช้กับกลุ่มที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยหาค่าความเชื่อมั่น ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) มีค่าเท่ากับ 0.76 และหาสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.71

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าสูงสุด (Maximum) และค่าต่ำสุด (Minimum)

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ความรอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pear's Product Moment Correlation Coefficient) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 52.8 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 47.2 กลุ่มตัวอย่างมีอายุ 11 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมา คือ อายุ 12 ปี 10 ปี และ 9 ปี คิดเป็นร้อยละ 32.6, 30.1 และ 1.1 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างระดับการศึกษาส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 6 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมา คือ ระดับการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 5 และระดับการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 33.7 และ 30.3 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างมีน้ำหนักระหว่าง 39 - 52 กิโลกรัม มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.6 รองลงมา คือ น้ำหนักระหว่าง 25 - 38 กิโลกรัม และ 53 - 61 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 47.2 และ 2.2 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างมีส่วนสูงระหว่าง 133 - 144 เซนติเมตร มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.3 รองลงมา คือ ส่วนสูงระหว่าง 145 - 156 เซนติเมตร และ 120 - 132 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 41.6 และ 10.1 ตามลำดับ อาชีพหลักของผู้ปกครองกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 66.3

รองลงมา คือ ค่าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ทำไร่/ทำนา/ทำสวน และพนักงานหน่วยงานเอกชน คิดเป็นร้อยละ 18, 13.5 และ 2.2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามลักษณะข้อมูลทั่วไป (n = 89)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	47	52.80
หญิง	42	47.20
2. อายุ		
9 ปี	1	1.10
10 ปี	27	30.30
11 ปี	32	36.00
12 ปี	29	32.60
3. ระดับการศึกษา		
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	27	30.30
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	30	33.70
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	32	36.00

ตารางที่ 1 จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามลักษณะข้อมูลทั่วไป (n = 89) (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
4. น้ำหนัก		
25 – 38 กิโลกรัม	42	47.20
39 – 52 กิโลกรัม	45	50.60
53 – 61 กิโลกรัม	2	2.20
5. ส่วนสูง		
120 - 132 เซนติเมตร	9	10.10
133 - 144 เซนติเมตร	43	48.30
145 - 156 เซนติเมตร	37	41.60
6. อาชีพหลักของผู้ปกครอง (บิดา มารดา หรือญาติ)		
ทำไร่ ทำนา ทำสวน	12	13.50
รับจ้าง	59	66.30
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	16	18.00
พนักงานหน่วยงานเอกชน	2	2.20

จากการศึกษา ความรอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตำบล
วังนก พบกุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรอบรู้ด้านสุขภาพ อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ
61.8 รองลงมาคือ อยู่ในระดับดี จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 38.2 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความรอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการของกลุ่มตัวอย่าง

ระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับดี (คะแนน 187-255)	34	38.2
ระดับปานกลาง (คะแนน 118-186)	55	61.8
ระดับน้อย (คะแนน 49-117)	0	0

\bar{X} =181.1124, S.D. =18.73041, Max =223, Min = 127

จากการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหาร พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการบริโภคอาหาร อยู่ในระดับดี จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 59.6 รองลงมาคือ อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 40.4 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของกลุ่มตัวอย่าง

ระดับพฤติกรรมพฤติกรรมการบริโภคอาหาร	จำนวน	ร้อยละ
ระดับดี (คะแนน 129-175)	53	59.6
ระดับปานกลาง (คะแนน 82-128)	36	40.4
ระดับน้อย (คะแนน 35-81)	0	0

\bar{X} =133.6404, S.D. =14.97137, Max =158.00, Min =104.00

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร พบความรอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารในทางบวกที่ความสัมพันธ์ระดับปานกลาง ($r= 0.634, P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านอาหารและโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร

	พฤติกรรมการบริโภคอาหาร	P-Value	ระดับความสัมพันธ์
ความรู้ด้านอาหารและโภชนาการ	.634	.000**	ปานกลาง

วิจารณ์ผล

ความรู้ด้านอาหารและโภชนาการมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ทางบวกในระดับปานกลาง ($r = .634$) เป็นไปตามสมมุติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อนักเรียนมีความรู้ด้านสุขภาพเพิ่มมากขึ้น จะมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารดีขึ้น เนื่องจากการมีความรู้ด้านอาหารและโภชนาการ จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและมีทักษะความสามารถที่เกี่ยวข้องกับอาหารและโภชนาการ โดยสามารถนำความรู้ด้านสุขภาพที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจในการบริโภคอาหารตลอดอายุขัย เพื่อการมีสุขภาพส่วนบุคคลที่ดีขึ้น (Cullen et al., 2015) ในเด็กนักเรียนที่มีความรู้ด้านสุขภาพที่ไม่ดีพอ จะทำให้มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารไม่ได้ที่ไม่เหมาะสมตามวัยทั้งสัดส่วนและปริมาณ (กองสุศึกษา กระทรวงสาธารณสุข, 2554; สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2557) สอดคล้องกับการศึกษาของ Ronto et al. (2016) ที่พบว่า การศึกษานี้สำรวจมุมมองของวัยรุ่นเกี่ยวกับความสำคัญของความรู้ด้านอาหารในแง่มุมต่างๆ มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารของพวกเขา และจากการศึกษาของ Doustmohammadian, Omidvar, and Keshavarz-Mohammadi. (2020) พบว่าการส่งเสริมให้เด็กมีความรู้ด้านอาหารและโภชนาการเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญของการเลือกรูปแบบในการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพและป้องกันการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่มีความเกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหาร

สอดคล้องกับผลการศึกษาของอรณิชา โพธิ์หมื่นทิพย์ ได้ศึกษา เรื่อง ประสิทธิภาพของโปรแกรมความรู้ด้านสุขภาพเพื่อป้องกันโรคอ้วน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา พบว่ากลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหาร และการออกกำลังกาย เพื่อป้องกันโรคอ้วน ประกอบด้วยการประยุกต์ใช้งานแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน มีคะแนนความรู้ด้านสุขภาพเกี่ยวกับโรคอ้วน และพฤติกรรมการป้องกันโรคอ้วน สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ สุกัญญา คณะวาปี และเกศินี สราญฤทธิชัย (2565) เรื่อง ผลของโปรแกรมการพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพร่วมกับโรงเรียนรอบรู้ด้านสุขภาพต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อป้องกันโรคอ้วนในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน พบว่าเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินที่มีการเพิ่มความรู้ด้านสุขภาพ จะมีพฤติกรรมการดูแลสุขภาพที่ถูกต้องร่วมกับครอบครัว และการจัดสภาพแวดล้อมในโรงเรียน จะสามารถป้องกันการเกิดโรคอ้วนได้

สรุปผล

ความรู้รอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารในนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตำบลวังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร อยู่ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านวังนก (ประชาพิทักษ์), โรงเรียนบ้านหนองน้ำเขียว, โรงเรียนบ้านโนนไผ่ขุย, โรงเรียนวัดจระเข้หอม และโรงเรียนวัดบ้านใหม่ ตำบลวังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ในความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- คลังข้อมูลสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. 2564. กลุ่มรายงานมาตรฐาน: อนามัยโรงเรียน; ร้อยละของนักเรียน ชั้น ป.1-ป.6 ที่มีภาวะเริ่มอ้วนและอ้วนได้รับการคัดกรองความเสี่ยง. แหล่งข้อมูล:
<https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?> ค้นเมื่อ 10 กันยายน 2565.
- ธีรพงศ์ เขียวเกษม, ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน และพัฒน์วดี พัฒนถาบุตร. 2563. กลยุทธ์การสร้างเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคอ้วนในเด็กวัยเรียน. วารสารพยาบาลสาธารณสุข. 34(3): 136-151.
- ศศิธร ตันติเอกรัตน์ และอภิชัย คุณิพงษ์. 2560. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดภาวะน้ำหนักเกินของนักเรียนประถมศึกษาโรงเรียนรัฐบาล. วารสารสมาคมเวชศาสตร์ป้องกันแห่งประเทศไทย. 7(3): 272-279.
- สุกัญญา คณะวาปี และเกศินี สราญฤทธิชัย. (2565). ผลของโปรแกรมการพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพร่วมกับโรงเรียนรอบรู้ด้านสุขภาพต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อป้องกันโรคอ้วนในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน, 8(2), 105-118.
- สุวิทย์ คล่องทะเล, กาญจนา สุริยะพรหม และชุติมา ศิริกุลชยานนท์. 2563. โรคอ้วนในเด็กวัยเรียน: สาเหตุและการป้องกัน. วารสารเทคนิคการแพทย์. 48(3): 7447-7465.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการเสริมสุขภาพ. 2562. สถานการณ์การบริโภคผักและผลไม้ของคนไทย. แหล่งข้อมูล: <https://www.thaihealth.or.th>. ค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2565.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการเสริมสุขภาพ. 2563. โภชนาการดี เริ่มที่บ้าน. แหล่งข้อมูล:
<https://resourcecenter.thaihealth.or.th/media/g00k>. ค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2565.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการเสริมสุขภาพ. 2565. คนไทยเป็น“โรคอ้วน”แนวโน้มพุ่งสูงขึ้น ชี้เป็นโรคที่ไม่ได้เกิดจากพันธุกรรม. แหล่งข้อมูล: <https://resourcecenter.thaihealth.or.th/article/คนไทยเป็นโรคอ้วนแนวโน้มพุ่งสูงขึ้นชี้เป็นโรคที่ไม่ได้เกิดจากพันธุกรรม-2>. ค้นเมื่อ 2 พฤศจิกายน 2565.
- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2563. ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2563 DIETARY REFERENCE INTAKE FOR THAIS 2020. พิมพ์ครั้งที่ 1. ห้าง

หุ้นส่วนจำกัด เอ.วี. โพรเกรสซีฟ. กรุงเทพฯ.

อรณิชา โพธิ์หมื่นทิพย์. 2564. ประสิทธิภาพของโปรแกรมความรอบรู้ด้านสุขภาพเพื่อป้องกันโรคอ้วน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา. แหล่งข้อมูล:

https://www.mnrh.go.th/pdf_file_academic/academic_25640818-01.pdf. ค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2565.

Colatruglio, S. and Slater, J. 2016. Challenges to acquiring and utilizing food literacy: Perceptions of young Canadian adults. *Canadian Food Studies*. 3(1): 96-118.

Cullen, T., Hatch, J., Martin, W., Higgins, J. W., and Sheppard, R. 2015. Food Literacy: Definition and Framework for Action. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*. 76(3): 140-145.

Doustmohammadian, A., Omidvar, N. and Keshavarz-Mohammadi, N. 2020. School-based interventions for promoting food and nutrition literacy (FNLIT) in elementary school children: a systematic review protocol. *Systematic Reviews Journal*. 9(87).
<http://doi.org/10.1186/s13643-020-01339-0>

Ronto, R., Ball, L., Pendergast, D. and Harris, N. D. 2016. Adolescents' perspectives on food Literacy and its impact on their dietary behaviours. *Appetite*. 107: 549-557. doi: 10.1016/j.appet.2016.09.006

Vaitkeviciute, R., Ball, L. E. and Harris, N. 2015. The relationship between food literacy and dietary intake in adolescents: a systematic review. *Public Health Nutrition*. 18(4): 649-658. doi:10.1017/S1368980014000962

Vidgen, H. A. and Gallegos, D. 2014. Defining food literacy and its components. *Appetite*, 76: 50-59. doi: 10.1016/j.appet.2014.01.010.

WHO. 2020. Healthy diet: Key Fact. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. Accessed Nov.14, 2022.

WHO. 2022a. Malnutrition. Available: https://www.who.int/health-topics/malnutrition#tab=tab_1. Accessed Nov.14, 2022.

WHO. 2022b. Obesity. Available: https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_1. Accessed Nov.14, 2022.

WHO. 2022c Adolescent health. Available: https://www.who.int/health-topics/adolescent-health#tab=tab_2. Accessed Nov.14, 2022.

Xu, S., Xue, Y. 2016. Pediatric obesity: Causes, symptoms, prevention and treatment. *Exp Ther Med*. 11(1): 15-20. doi: 10.3892/etm.2015.2853.

ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดัน
โลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอวชิรบารมี จังหวัดพิจิตร

Factors Predicting Health Care Behavior of Hypertension Patients wang
mok Subdistrict, Wachirabarami District, Phichit Province

ศิริพร สอนดี¹ จักรพันธ์ อุ่นสี^{1*} นิธิพงษ์ ศรีเบญจมาศ¹ กิ่งแก้ว สำรวัยรื่น¹

Siriporn Sondee¹ Jakkaphan Unsi^{1*} Nithipong Sribenchamas¹ Kingkaew Samruayrue¹

¹ สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹ Public Health, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, 65000,

Corresponding author E-mail: Jakkaphan.u@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยเชิงทำนายนี้ (Predictive research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองและปัจจัยทำนายพฤติกรรมสุขภาพการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ประชากรคือ ผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 303 คน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 184 คน กำหนดขนาดโดยใช้โปรแกรม G-power ใช้วิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน เครื่องมือวิจัยครั้งนี้ได้แก่ แบบสอบถามและแบบทดสอบ ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงของเนื้อหา มีค่า IOC เท่ากับ 0.67-1.00 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7-0.86 และ 0.78 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.20-0.77 และ 0.20 - 0.53 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.40-0.80 วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติอ้างอิงได้แก่ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 53.80 และผลการวิเคราะห์ตัวแปร พบว่ามี 3 ตัวแปร ที่ร่วมกันทำนายพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ของผู้สูงอายุ ตำบลวังโมกข์ อำเภอวชิรบารมี จังหวัดพิจิตร ได้แก่ การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง (x_{18}) การรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมการป้องกันความดันโลหิตสูง (x_{21}) ระดับความดันโลหิตสูง (ระดับเริ่มสูง) (x_{10}) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.32 โดยสามารถทำนายพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ได้ร้อยละ 9.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สามารถสร้างสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$Y' (\text{พฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง}) = 70.98 + 0.37 (x_{18}) + 0.46 (x_{21}) + 3.18 (x_{10})$$

คำสำคัญ : ปัจจัยทำนาย, พฤติกรรมการดูแลสุขภาพ, ผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง

Abstract

This predictive research aimed to study self-care behaviors and predictive factors for self-care health behaviors of the elderly with hypertension. The population is the elderly with hypertension. A total of 303 subjects, a sample of 184, were determined using the G-power program using a two-step randomization method. The tools for this research are: questionnaires and quizzes The questionnaire's IOC value was 0.67 - 1.00, the questionnaire's confidence was 0.7 - 0.86 and 0.78, the questionnaire's discriminative power was 0.20 - 0.77 and 0.20 - 0.53, and the difficulty was 0.40 - 0.80 Descriptive statistics were analyzed, i.e. frequency, percentage, mean, standard deviation, and reference statistics were Stepwise Multiple Regression Analysis

The results of the study revealed that most of the samples had high antihypertensive disease prevention behaviors. accounted for 53.80% and the results of the variable analysis revealed that there are 3 variables that together predict antihypertensive behaviors. of the elderly, Wang Mok Sub-district, Wachirabarami District Phichit Province: perception of risk of hypertension (x_{18}) , perception of obstacles of antihypertensive behavior (x_{21}), high blood pressure level. (High initial level) (x_{10}) with a prediction coefficient of 0.32. The antihypertensive behaviors could be predicted by 9.00% with statistical significance at the 0.05 level. The forecast equations can be constructed as follows.

$$Y' \text{ (Antihypertensive behaviors)} = 70.98 + 0.37 (x_{18}) + 0.46 (x_{21}) + 3.18 (x_{10}).$$

Keywords : predictive factor, Health care behavior, Elderly people suffering from high blood prssure

บทนำ

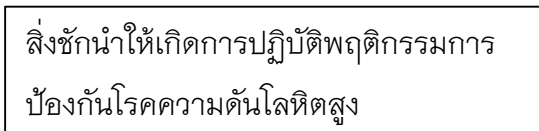
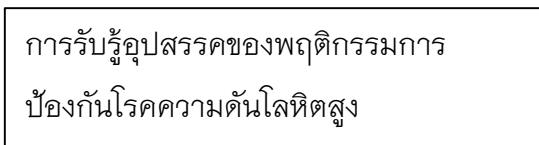
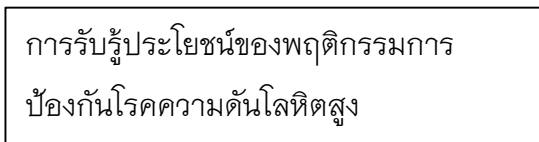
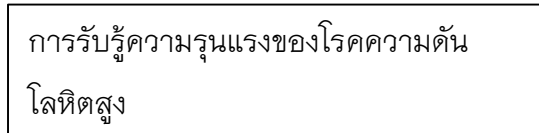
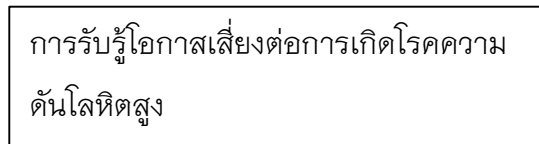
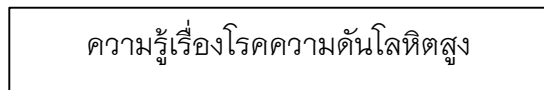
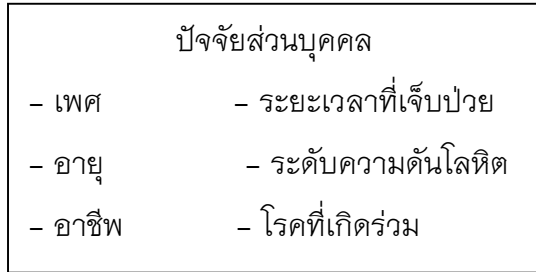
โรคความดันโลหิตสูงเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่มีแนวโน้มรุนแรงอุบัติการณ์สูงขึ้นเรื่อย ๆ เป็นโรคที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุขประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนาองค์การอนามัยโลกพบว่าโรคความดันโลหิตสูงเป็นสาเหตุการตายทั่วโลก 7.50 ล้านคนหรือร้อยละ 12.80 ของการตายทั้งหมดมีจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงทั่วโลกเกือบ พันล้านคนโดย 2 ใน 3 อยู่ในประเทศกำลังพัฒนาจากการคำนวณภายในปี พ.ศ. 2568 ทั่วโลกจะมีผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง 1.56 พันล้านคนโดยสาเหตุส่วนใหญ่มาจากวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไปเช่นการมีกิจกรรมทางกายน้อย การบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของเกลือและไขมันสูง การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และการสูบบุหรี่ ส่วนในประเทศไทยนั้นพบผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงในรอบ 3 ปีพ.ศ. 2562 ถึง 2564 เพิ่มขึ้นจาก 6,088,461 คน เป็น 6,630,630 คน กระทรวงสาธารณสุข. (2563) ซึ่งโรคความดันโลหิตสูงเปรียบเหมือนเพชรฆาตเงียบ (Silent killer) ทำให้มีผู้เสียชีวิตเป็นจำนวนมากแบบไม่รู้ตัวเนื่องจากมักไม่ปรากฏอาการให้เห็นในระยะเริ่มแรกหากไม่ได้รับการตรวจรักษาและควบคุมความดันโลหิตให้อยู่ในระดับปกติจะทำให้เกิด

ภาวะแทรกซ้อนที่อันตราย เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงและควบคุมระดับความดันโลหิต จะต้องปฏิบัติตัว เช่น การบริโภคอาหาร ไม่ควรบริโภคอาหารที่มีรสชาติเค็ม ไขมันสูง แป้งและน้ำตาลมาก เพิ่มการรับประทานผักและผลไม้ ต้องรับประทานยาตามแพทย์สั่ง ครบทุกมื้อ ออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาที หรือมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เพื่อควบคุมน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจัดการกับความเครียดโดยการปรึกษาพูดคุยกับบุคคลในครอบครัวหรือผู้ใกล้ชิดทางานอดิเรกทำ เช่น อ่านหนังสือ ดูหนัง ฟังเพลง นั่งสมาธิ ปลูกต้นไม้ เป็นต้น ลดเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และ งดการสูบบุหรี่ (อภิญญา ลาลุน และไพฑูริย์ วุฒิโส, 2564) ซึ่งเป้าหมายของการรักษาความดันโลหิตสูงคือการควบคุมความดันเลือดไม่เกิน 140/90 มิลลิเมตรปรอทตลอดโดยการรับประทานยาอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอร่วมกับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพโดยการลดเกลือโซเดียม แอลกอฮอล์ เพิ่มผักผลไม้ และควบคุมน้ำหนัก (น้ำอ้อย ภัคดีวงศ์, 2563)

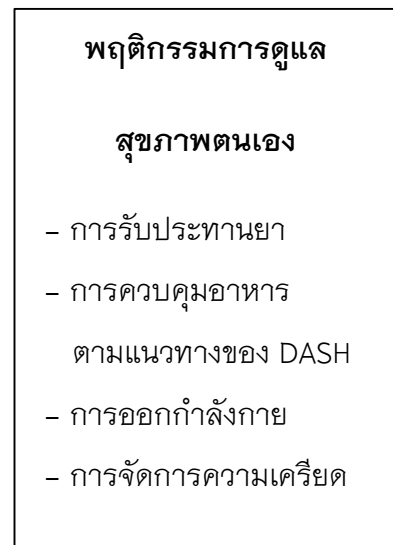
จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงตำบลวังโมกข์ อำเภอลำลูกขัน จังหวัดพิจิตร โดยใช้แบบจำลองแบบจำลองความเชื่อด้านสุขภาพ (health belief model) ของเบคเกอร์ (Becker, 1974) เพื่อทำนายพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุในตำบลวังโมกข์ อำเภอลำลูกขัน จังหวัดพิจิตร ว่าเป็นอย่างไร เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวางแผนดูแลป้องกัน และส่งเสริมสุขภาพให้แก่ผู้สูงอายุ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะค้นหาตัวแปรทำนายที่ส่งผล ต่อการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง เพื่อเป็นข้อมูลในการป้องกันโรค เพื่อที่ผู้สูงอายุมีสุขภาพที่ดีต่อไป

กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น



ตัวแปรตาม



ที่มา : ประยุกต์มาจากแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพของ Becker, 1974

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทำนาย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงที่ขึ้นทะเบียนรับบริการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตตำบลวังโมกข์ อำเภอชирбарมี จังหวัดพิจิตร จำนวน 303 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงที่ขึ้นทะเบียนรายชื่อกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านคุยกระชาย ตำบลวังโมกข์ อำเภอชирбарมี จังหวัดพิจิตร จำนวน 184 คน โดยใช้โปรแกรม G*Power ในการคำนวณ เป็นโปรแกรมที่ช่วยคำนวณขนาดตัวอย่าง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จับฉลากสุ่มกลุ่มตัวอย่างหมู่บ้าน แบบใส่คืน เพื่อคัดเลือก 3 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 7 8 9

ขั้นตอนที่ 2) ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

1. ทำฉลากรายชื่อประชากรให้หมายเลขกำกับกับรายชื่อของหน่วยประชากรที่ศึกษา
2. นำฉลากใส่ภาชนะแล้วเคล้ากันให้ทั่วแล้วจับฉลากขึ้นมาทีละใบจนครบจำนวน 184 คน

เกณฑ์การคัดเลือก

1. มีการรับรู้ มีสติสัมปชัญญะดี สื่อสารเข้าใจ
2. ยินดีให้ความร่วมมือในการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก

1. ต้องการเลิกการเข้าร่วมวิจัยระหว่างดำเนินการ
2. เกิดการเจ็บป่วยอย่างกะทันหัน
3. ย้ายออกจากพื้นที่ที่ทำการศึกษา

การวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม PSRU No: B2022/0002

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire Form) และแบบทดสอบ (Test Form) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น แบ่งออกเป็น 8 ส่วน

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามปัจจัยส่วนบุคคลประกอบไปด้วย ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพระยะเวลาที่เจ็บป่วย ระดับความดันโลหิต โรคที่เกิดร่วม เป็นต้น จำนวน 6 ข้อ

ส่วนที่ 2 ความรู้เรื่องโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 17 ข้อ ลักษณะคำถาม แบบ 2 ตัวเลือก คือ ถูกต้องและไม่ถูกต้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ข้อที่ตอบถูก ให้ 1 คะแนน

ข้อที่ตอบผิด ให้ 0 คะแนน

การแปลผลคะแนนแบบทดสอบความรู้เรื่องโรคความดันโลหิตสูง

ระดับความรู้มาก ได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 เท่ากับ 14 – 17 คะแนน

ระดับความรู้ปานกลาง ได้คะแนนปานกลางอยู่ในช่วงร้อยละ 60-79 เท่ากับ 11 - 13 คะแนน

ระดับรู้น้อย ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 เท่ากับ 0 – 10 คะแนน

ส่วนที่ 3-7 แบบสอบถามการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้ความรุนแรงของโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้ประโยชน์การป้องกันโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 17, 17, 19, 14, และ 20 ข้อตามลำดับ มีลักษณะคำตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

		ข้อความด้านบวก	ข้อความด้านลบ
เห็นด้วยมากที่สุด	ได้คะแนน	5	1
เห็นด้วยมาก	ได้คะแนน	4	2
เห็นด้วยปานกลาง	ได้คะแนน	3	3
เห็นด้วยน้อย	ได้คะแนน	2	4
เห็นด้วยน้อยที่สุด	ได้คะแนน	1	5

ส่วนที่ 8 แบบสอบถามสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติพฤติกรรมเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ประกอบด้วย 5 ด้าน ด้านที่ 1 พฤติกรรมการบริโภคอาหาร ด้านที่ 2 การรับประทานยา ด้านที่ 3 การออกกำลังกาย ด้านที่ 4 การจัดการความเครียด ด้านที่ 5 พฤติกรรมการควบคุมปัจจัยเสี่ยง จำนวน 39 ข้อ มีลักษณะคำตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

		ข้อความด้านบวก	ข้อความด้านลบ
ปฏิบัติเป็นประจำ	ได้คะแนน	4	1
ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ได้คะแนน	3	2
ปฏิบัติบางครั้ง	ได้คะแนน	2	3
ไม่ได้ปฏิบัติ	ได้คะแนน	1	4

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่าดัชนีความตรงของเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67-1.00

ความเที่ยงของเครื่องมือ (Validity) เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยการนำแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้ค่าความตรงอยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00

ความเชื่อมั่น (Reliability) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและมีการปรับปรุงนำไปทดลอง (Try out) กับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ค่าที่ได้คือ 0.70-0.86 และแบบทดสอบ ใช้ค่า KR- 20 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.78

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้รับการปรับปรุงไปทดลอง (Try out) กับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total correlation) พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามมีค่าเท่ากับ 0.20-0.77 แบบทดสอบ ใช้ค่า B-Index ค่าที่ได้ คือ 0.20-0.53

ค่าความยากง่าย (Difficulty) ค่าที่ได้ คือ 0.40-0.80

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าต่ำสุด (Min) และค่าสูงสุด (Max)

สถิติอ้างอิง (Inferential statistics) ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

ผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 พบว่า ข้อมูลส่วนบุคคลส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 64.1 รองลงมา เพศชาย ร้อยละ 35.9 มีอายุระหว่าง 60-79 ปี ร้อยละ 86.90 รองลงมา อายุ 80-99 ปี ร้อยละ 12.40 และอายุ 100 ปีขึ้นไป ร้อยละ 0.50 พบมากที่สุดประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป ร้อยละ 40.20 รองลงมาคืออาชีพเกษตรกร ร้อยละ 27.50 และอาชีพค้าขาย/อาชีพอิสระ ร้อยละ 10.90 อาชีพอื่น ๆ ร้อยละ 9.20 อาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 1.60 และอาชีพพนักงานเอกชน ร้อยละ 0.5 ระยะเวลาที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในช่วง 0-9 ปี ร้อยละ 51.10 รองลงมา 10-19 ปี ร้อยละ 42.30 และ 20 ปีขึ้นไป ร้อยละ 6.40 ระดับความดันโลหิตระดับเริ่มสูง ร้อยละ 45.10 รองลงมา ระดับปกติ ร้อยละ 27.20 และ ระดับสูง ร้อยละ 25.00 และ ระดับสูงมาก ร้อยละ 2.70 โรคที่เกิดร่วม ไม่มีโรคเกิดร่วม ร้อยละ 51.20 และมีโรคที่เกิดร่วม โรคเบาหวาน/โรคไขมัน/โรคเก๊าท์/โรคไตเรื้อรัง/โรคไต ร้อยละ 48.90

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละข้อมูลทั่วไป จำแนกตาม เพศ อายุ อาชีพ ระยะเวลาที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง และโรคที่เกิดร่วม (n=184)

	ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	หญิง	118	64.10
	ชาย	66	35.90
อายุ	อายุ 60 – 79 ปี	160	86.90
	อายุ 80 – 99 ปี	23	12.60
	อายุ 100 ปีขึ้นไป	1	0.50
$\bar{x} = 9.85$ S.D.= 4.85 Min = 0 Max = 28			
	ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
อาชีพ	เกษตรกร	69	37.50
	รับจ้างทั่วไป	74	40.30
	ค้าขาย/อาชีพอิสระ	20	10.90
	ธุรกิจส่วนตัว	3	1.60
	พนักงานเอกชน	1	0.50
	อาชีพอื่น ๆ	17	9.20
ระยะเวลาที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง	0 – 9 ปี	94	51.10
	10 – 19 ปี	78	42.50
	20 ปีขึ้นไป	12	6.40
ระดับความดันโลหิต	ระดับปกติ	50	29.20
	ระดับเริ่มสูง	83	45.10
	ระดับสูง	46	23.00
	ระดับสูงมาก	5	2.70
โรคที่เกิดร่วม	ไม่มี	94	51.20
	เบาหวาน	51	27.70
	ไขมัน	31	16.80
	เก๊าท์	3	1.60
	ไตรอยด์	4	2.20
	ไต	1	0.50

พบว่าความรู้อะไรเรื่องโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับความรู้อะไรมาก จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 48.40 รองลงมาคือระดับความรู้ปานกลาง จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 46.20 และระดับความรู้อะไรน้อย จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 5.40

ตารางที่ 2 แสดงจำนวน ร้อยละ ของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง จำแนกตาม ระดับความรู้อะไรเรื่องโรคความดันโลหิตสูง (n=184)

	ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
ระดับความรู้อะไรมาก	(14 – 17 คะแนน) ร้อยละ 80	89	48.40
ระดับความรู้อะไรปานกลาง	(11 – 13 คะแนน) ร้อยละ 60 -79	85	46.20
ระดับความรู้อะไรน้อย	(0 – 10 คะแนน) ร้อยละ 60	10	5.40
\bar{x} = 13.5978 S.D. = 2.04891 Min = 9.00 Max = 17.00			

พบว่า การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง การรับประโยชน์การป้องกันเกิดโรคความดันโลหิตสูง และสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติพฤติกรรมกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 72.80, 63.00, 83.30, 57.40 ตามลำดับ และการรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 95.70

ตารางที่ 3 แสดงจำนวน ร้อยละ และการแปลผล จำแนกตามภาพรวม (n=184)

ตัวแปรต้น	จำนวน(คน)	ร้อยละ	ระดับ
การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง	134	72.80	มาก
การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง	116	63.00	มาก
การรับประโยชน์การป้องกันเกิดโรคความดันโลหิตสูง	157	83.30	มาก
การรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง	176	95.70	ปานกลาง
สิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติพฤติกรรมกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง	105	57.40	มาก

พบว่าจากการศึกษาพบว่าพฤติกรรมกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับมาก จำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 53.80 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 46.20

ตารางที่ 4 แสดงจำนวน ร้อยละ และการแปลผลของพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง จำแนกตามระดับพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง (n=184)

ตัวแปร	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ระดับมาก	99	53.80
ระดับปานกลาง	85	46.20

จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยแบบพหุคูณ ตัวแปรที่ได้จากการคัดเลือกเข้าสมการ คือ การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมการป้องกันความดันโลหิตสูง ระดับความดันโลหิตสูง (ระดับเริ่มสูง) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.32 สามารถทำนายพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ได้ร้อยละ 9.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ไม่สามารถทำนายพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันโลหิตสูงได้

ตัวแปรทำนาย	b	SE _b	Beta	t	Sig
การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง	0.37	0.10	0.29	3.87	0.00
การรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมการป้องกันความดันโลหิตสูง	0.46	0.17	0.20	2.69	0.01
ระดับความดันโลหิตสูง (ระดับเริ่มสูง)	3.18	1.56	0.15	2.04	0.04

$$\text{Constan (a)} = 70.98 \quad R = 0.32 \quad R^2 = 0.10 \quad \text{Adjust } R^2 = 0.90$$

สามารถสร้างสมการทำนายพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภออชิตร์บุรี จังหวัดพิจิตร ในรูปแบบคะแนนดิบได้ดังนี้

$$Y (\text{พฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง}) = 70.99 + 0.37 (x_{18}) + 0.46 (x_{21}) + 3.18 (x_{10})$$

วิจารณ์ผล

ระดับความดันโลหิต จากการศึกษาพบว่า ระดับความดันโลหิต (เริ่มสูง) สามารถทำนายพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภออชิตร์บุรี จังหวัดพิจิตร จึงเป็นไปได้ตามสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า การที่ ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมีระดับความดันโลหิตสูงขึ้นจะทำให้มีพฤติกรรมดูแลสุขภาพ ในทางที่ดี ทั้งการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย การจัดการความเครียด รวมไปถึงการ รับประทานยา เพราะว่าการที่ระดับความดันโลหิตสูงขึ้น จะทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความตระหนัก ที่จะให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพ ส่งผลให้ พฤติกรรมดูแลสุขภาพไปในทางที่ดีขึ้น ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดแผนความเชื่อด้านสุขภาพของเบคเกอร์ (Becker, 1974) ระดับความดันโลหิตเป็นปัจจัยร่วมที่ไม่มีผลโดยตรงต่อ

พฤติกรรมสุขภาพ แต่เป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะ ส่งผลไปถึงการรับรู้และการปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สิทธิพร เสียงใหญ่ (2562) ที่ ทำการศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ในชุมชนบ่อ ฝ่าย ตำบลหัวหิน อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยทางชีวสังคม ที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ อายุ สถานภาพการสมรส อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนและ ระดับความดันโลหิต ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษา ที่ทำการศึกษา ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความร่วมมือในการรักษาของผู้สูงอายุโรคความดัน โลหิตสูง ผลการศึกษาพบว่า ระดับความดันโลหิตไม่มีความสัมพันธ์กับความร่วมมือในการ รักษา โดยจากการศึกษา พบว่า ระดับความดันโลหิตของผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง โดยภาพรวม อยู่ในระดับสูงโรคที่เกิดร่วม ผล การศึกษาพบว่า ไม่สามารถทำนายพฤติกรรม การดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งมีสัมพันธ์ทางลบกับ พฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ($r = -0.71$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคสามารถทำนายพฤติกรรมการป้องกันโรคความดัน โลหิตสูง จาก การศึกษาพบว่า สามารถทำนายพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอชรบารมี จังหวัดพิจิตร จึงเป็นไปตาม สมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า การรับรู้โอกาสเสี่ยง ของการเกิดภาวะแทรกซ้อนโรคความดัน โลหิตสูงเป็นความรู้สึกหรือความคิดของบุคคลเกี่ยวกับตนเองว่าอยู่ใน ภาวะเสี่ยงต่อการเกิด ภาวะแทรกซ้อนของโรค โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระยะเวลาป่วยน้อยกว่า 10 ปี และคิด ว่า ตนเองมีความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อน จึงปฏิบัติพฤติกรรมสุขภาพที่เหมาะสม และมี ปัจจัยอื่น ๆ ที่ นอกเหนือจากปัจจัยภายในตัวบุคคลที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของ ผู้ป่วย เช่น การดูแล หรือการ กระตุ้นเตือนจากบุคคลในครอบครัว เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพของเบคเกอร์ (Becker, 1974) กล่าวว่าการรับรู้โอกาส เสี่ยงเป็นปัจจัยที่ขัดขวางพฤติกรรม และเป็นการคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ของบุคคลในทางลบ เกี่ยวโอกาสเสี่ยงการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของยุพาวดี แซ่เตีย (2562) ที่ ทำการศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงในกลุ่มเสี่ยงโรคความดัน โลหิตสูง ผล การศึกษาพบว่า การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง มีความสัมพันธ์ทางลบระดับต่ำกับ พฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้ โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคเป็นการรับรู้ของบุคคลเกี่ยวกับ โอกาสต่อการเกิดโรค หรือความ เจ็บป่วย หากปฏิบัติพฤติกรรมไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม ซึ่งบุคคลจะมีการรับรู้ ที่แตกต่างกัน หากบุคคลมีการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูง ก็จะสามารถปฏิบัติพฤติกรรมสุขภาพเพื่อ ป้องกันการเกิดโรคได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ อโนทัย ผลิตนนท์เกียรติ (2561) ที่ทำการศึกษาแบบแผน ความเชื่อด้านสุขภาพที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพ ตนเองของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบลบางสมัคร อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการศึกษาพบว่า การ รับรู้โอกาสเสี่ยงและความรุนแรง ของโรคมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้ป่วยโรคความ ดันโลหิตสูง มีความสัมพันธ์ทางลบในระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

การรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมการป้องกันโรค จากการศึกษาพบว่า สามารถทำนายพฤติกรรมการดูแล สุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอชรบารมี จังหวัดพิจิตร จึงเป็นไปตามสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า กลุ่มตัวอย่าง เป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่ต้องได้รับการดูแลรักษาอย่าง

ต่อเนื่อง เมื่อเข้ารับการรักษาจะได้รับ คำแนะนำจากแพทย์ พยาบาลที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวาน และกลุ่มตัวอย่างต้องมีการปฏิบัติ อย่างสม่ำเสมอ ในการควบคุมอาหาร การออกกำลังกายเป็นประจำ การจัดการความเครียด รวมไปถึงการรับประทานยาเพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถ ปฏิบัติพฤติกรรมการดูแลสุขภาพ ถึงแม้ว่าผู้ป่วยจะต้องเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายในการ เดินทางก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดความเชื่อถือด้านสุขภาพของเบคเกอร์ (Becker, 1974) การรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมดูแลสุขภาพสามารถทำนายพฤติกรรมดูแลสุขภาพ ของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงได้ นั้นแสดงว่าการที่ผู้ป่วยมีการรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมป้องกันโรคทำให้ผู้ป่วยปฏิบัติพฤติกรรมป้องกันโรคได้ดี เพราะการรับรู้อุปสรรคจะช่วยให้สามารถเลือกแนวทางของการปฏิบัติได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยผู้สูงอายุมีการรับรู้ อุปสรรคของพฤติกรรมป้องกันโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอมรัตน์ ลีอนาม (2562) ที่ทำการศึกษาศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมดูแลสุขภาพตนเองเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูงของประชาชนกลุ่มเสี่ยง ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้ต่ออุปสรรคมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมดูแลสุขภาพตนเองเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของยุพาวดี แซ่เตีย (2562) ที่ทำการศึกษาศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรม ป้องกันโรคความดันโลหิตสูงในกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้อุปสรรคของการปฏิบัติตัวในการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงมีความสัมพันธ์ทางลบกับ พฤติกรรมป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ($r = -0.71$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

สรุปผล

ปัจจัยที่ทำนายพฤติกรรมดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ตำบลวังโมกข์ อำเภอลำลูกขัน จังหวัดพิจิตร ได้แก่ ระดับความดันโลหิต การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้อุปสรรคของพฤติกรรมป้องกันโรคความดันโลหิตสูง จากตัวแปรที่สามารถทำนายพฤติกรรมดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปหรือการนำไปวิจัยด้านอื่น ๆ อาจจะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านข้อมูลส่วนบุคคลโดยเน้นความเป็นปัจเจกบุคคล เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เป็นโรคความดันโลหิตสูงได้อย่างเหมาะสม ทำให้สามารถดูแลสุขภาพตนเองได้ เพื่อลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงในตำบลวังโมกข์ อำเภอลำลูกขัน จังหวัดพิจิตร ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ ในการตอบแบบสอบถาม และขอขอบคุณ ผอ.และเจ้าหน้าที่ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลและอาสาสมัครประจำหมู่บ้านที่ให้อำนาจความสะดวก และช่วยเหลือผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2563). สถิติอัตราการป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงของประเทศไทย. วันที่ค้นข้อมูล 1 ก.ย. 2565 จาก <https://hdcservice.moph.go.th>.
- ดาไลมา สำแดงสาร. (2562). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความร่วมมือในการรักษาของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูง. บทความวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- น้ำอ้อย ภัคติวงศ์. (2563). ปัจจัยทำนายการควบคุมความดันโลหิตของผู้เป็นความดันโลหิตสูงที่มารับการรักษาที่โรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่ง. วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ. 32: 23 – 30.
- ยุพาวดี แซ่เตีย. (2562). ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงในกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง. วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- รศ.ดร.อาภาพร เผ่าวัฒนา และคณะ. (2554). การส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรคในชุมชน การประยุกต์แนวคิดและทฤษฎีการปฏิบัติ. แผนพัฒนาเครือข่ายพยาบาลศาสตร์เพื่อการสร้างเสริมสุขภาพ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 1(1), 37-39.
- สิทธิพร เสียใจใหญ่. (2562). ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงในชุมชนบ่อฝ้าย ตำบลหัวหิน อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารหัวหินสุขใจไกลกังวล, 1(1), 85-97.
- อณัญญา ลาลุน, และไพฑูรย์ วุฒิส. (2564). ปัจจัยทำนายพฤติกรรมป้องกันโรคหลอดเลือดสมองของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนาฝาย จังหวัดชัยภูมิ. วารสารพยาบาล, 70(2), 27-36.
- อมรรัตน์ ลีอนาม นิลาวรรณ งามขำ และดวงหทัย แสงสว่าง (2562). ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการดูแลตนเองเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูงของประชาชนกลุ่มเสี่ยง. วารสารมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. วิชาการ, 23(1), 93-106.
- อโนทัย ผลิตนนท์เกียรติ และคณะ. (2561). แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบลบางสมัคร อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา. บทความวิจัย, 7(2), 43-52.

ประสิทธิผลของโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและ
โภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลหนองโสน อำเภอสว่างม
จังหวัดพิจิตร

The Effectiveness of a Self - Management Program on food and
Nutrition Literacy Among Grade 4-6 Students at Nong Sanho Sub -
District, Sam Ngam District, Phichit Province

พิมนภัทร์ เทียนสถิตย์กุล^{1*} ภาวิดา แชมช้อย¹ กิ่งแก้ว สำรวยริน¹ นิธิพงษ์ ศรีเบญจมาศ¹ วิภาดา ศรีเจริญ¹
อภิรักษ์ แสนใจ¹ และบัญชา สำรวยริน²

Pimnapat thansathitkun^{1*} Pawida Chamchom¹ Kingkaew Samruayruen¹

Nithipong Sribenchama¹ Wiphada Sricharoen¹ Aphilak Saengai¹ and Buncha Samruayruen²

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ต.พลาชุมพล อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

¹ Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University 156 Mu 5, Plaichumpol Sub-district, Muang District,
Phitsanulok Province 65000

² คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 66 ถ.วังจันทร์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

² Faculty of Education, Pibulsongkram Rajabhat University 66 Wangchan road, Muang sub-district, Muang District, Phitsanulok
Province 65000

*Corresponding author e-mail: Pimnapat.t@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองนี้เป็นการศึกษา 2 กลุ่ม วัดผลก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (Quasi-Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลหนองโสน อำเภอสว่างม จังหวัดพิจิตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนหนองโสน และโรงเรียนป่าแขง ตำบลหนองโสน อำเภอสว่างม จังหวัดพิจิตร จำนวน 60 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ โปรแกรมการจัดการตนเอง และแบบสอบถามและแบบทดสอบความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด และสถิติอ้างอิง (Inferential Statistics) ได้แก่ Paired sample t-test และ Independent sample t-test ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < .05$)

คำสำคัญ: โปรแกรมการจัดการตนเอง ความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

Abstract

This quasi-experimental research was conducted in two groups with pre-experimental and post-experimental measurements. (Quasi-Experimental Research). The purpose of this research was to study the effects of a self-management program on food and nutrition literacy among grade 4-6 students at Nong Sanho Sub-district, Sam Ngam District, Phichit Province. The sample consisted of 60 students in grade 4-6 of Nong Sanho School and Pa Sang School, Nong Sanho Sub-district, Sam Ngam District, Phichit Province. The samplings were systematically randomized and divided into the experimental group and the control group, each group of 30 people. The tools used are self-management program and food and nutrition literacy questionnaires and quizzes. The data were analyzed by descriptive statistics such as frequency, percentage, mean, standard deviation, maximum and minimum values, and by inferential statistics such as paired sample t-test and independent sample t-test. The results showed that the experimental group had a higher mean score of food and nutrition literacy after experiment than before experiment, and also significantly higher than the control group at the level of $p < .05$.

Keywords: self-management program, food and nutrition literacy, grade 4-6 students

บทนำ

โรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้แก่ โรคหลอดเลือดสมอง โรคหัวใจ มะเร็ง เบาหวาน และโรคปอดเรื้อรัง ฯ กำลังเป็นปัญหาและส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่สำคัญทางด้านสาธารณสุขทั่วโลกในประชาชนทุกกลุ่มอายุ ทุกภูมิภาค และทุกประเทศ โดยเป็นสาเหตุการเสียชีวิตของประชาชนประมาณ 41 ล้านคนต่อปีคิดเป็นร้อยละ 74 ของสาเหตุการเสียชีวิตทั่วโลก จากข้อมูลของยูนิเซฟคาดว่า 1 ใน 5 ของการเสียชีวิตในวัยรุ่นเกิดจากโรคไม่ติดต่อ ดังนั้น โรคไม่ติดต่อเรื้อรังจึงมีความสำคัญต่อวัยรุ่นทั้งในขณะปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากเป็นมาจากพฤติกรรมที่เริ่มต้นตั้งแต่วัยเด็กและวัยรุ่น คือ พฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ไม่ดีต่อสุขภาพ การเคลื่อนไหวร่างกายน้อย การสูบบุหรี่ หรือการดื่มแอลกอฮอล์ (WHO, 2022; Unicef, 2021) โดยหนึ่งในเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ขององค์การสหประชาชาติในการลดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรลงหนึ่งในสามจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังทั้งด้านการป้องกันและการรักษา ภายในปี ค.ศ. 2030 (WHO, 2022) ซึ่งการมีภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง

โดยในปี ค.ศ. 2016 มีสถิติเด็กและวัยรุ่นทั่วโลก เป็นโรคอ้วนประมาณ 43 ล้านคน โรคอ้วนเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจในเด็กและผู้ใหญ่ โรคอ้วนในวัยเด็กมุ่งไปสู่วัยผู้ใหญ่ที่สู่วัยผู้ใหญ่และเบาหวานชนิดที่ 2, ความดันโลหิตสูง, ไขมันในเลือดสูง, โรคตับและไต และทำให้เกิดความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ในผู้ใหญ่ โรคอ้วนในเด็กเป็นปัญหาด้านสุขภาพที่สำคัญของประเทศที่พัฒนาแล้ว (Xu and Xue, 2016) สาเหตุของการเกิดโรคอ้วนมีมาจากหลากหลายสาเหตุ โดยพบว่าน้อยกว่าร้อยละ 10 เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางพันธุกรรมและ

ฮอร์โมน และมากกว่าร้อยละ 90 เกิดมาจากปัจจัยอื่น ๆ ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญนั้น มาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีปริมาณแคลอรีมากกว่าที่ร่างกายใช้ในการเผาผลาญพลังงาน เช่น อาหาร ฟาสต์ฟู้ด มีพลังงานสูง เป็นต้น และการเคลื่อนไหวหรือออกกำลังกายน้อยเกินไป (Xu and Xue, 2016; อรพร ดำรงวงศ์ศิริ, 2563) ฉะนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้มีสุขภาพที่ดีขึ้น

แนวคิดความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ เป็นการนำความรู้และการมีทักษะต่าง ๆ และการ ตัดสินใจเชิงวิจักษ์เกี่ยวกับอาหารมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพ (Vidgen and Gallegos, 2014; Krause, et al., 2016) จากการทบทวนวรรณกรรมของ Doustmohammadian (2021) ได้แบ่งองค์ประกอบของความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการด้านการรับรู้ ซึ่งประกอบด้วย ความ เข้าใจข้อมูลด้านอาหารและโภชนาการ และความรู้ด้านสุขภาพทางโภชนาการ ด้านทักษะความสามารถ ประกอบด้วย ทักษะระดับพื้นฐาน ทักษะระดับปฏิสัมพันธ์ ทักษะระดับวิจักษ์ การเลือกอาหาร และการทำ ความเข้าใจฉลากอาหาร และจากการศึกษาของ Zoellner et al. (2011) พบว่า การส่งเสริมให้มีความรอบรู้ด้าน อาหารและโภชนาการในเด็กและวัยรุ่นเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้มีการตัดสินใจเลือกอาหารและมีพฤติกรรมการ รับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ และเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ที่ช่วยป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้ (Doustmohammadian, Omidvar and Keshavarz-Mohammadi, 2020) โดย Ronto et al. (2016) พบว่า การมีความรอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการที่เหมาะสมจะช่วยให้วัยรุ่นมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ดีต่อ สุขภาพ

ซึ่งสถานการณ์ข้อมูลเกี่ยวกับการส่งเสริมโภชนาการและเด็กปฐมวัยอำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ปี พ.ศ. 2563-2565 พบว่าเด็กในช่วงอายุ 6-14 ปี มีภาวะเริ่มอ้วนและอ้วนในแต่ละปีมีอัตราร้อยละ 10.67, 12.10 และ 17.09 ตามลำดับ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงสาธารณสุข, 2563)

ดังนั้นการจัดโปรแกรมพัฒนาความรู้ด้านอาหารและโภชนาการในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลหนองโสน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร จึงเป็นสิ่งสำคัญอีกหนึ่งเนื่องจากมีหลักฐานที่แสดงให้เห็นเพิ่มมา กขึ้นว่าการแทรกแซงเพื่อพัฒนาความรู้ด้านอาหารและโภชนาการในวัยเด็กหรือวัยรุ่น สามารถส่งผลดีต่อ ความสามารถในการเรียนรู้ ทักษะด้านอาหารและโภชนาการและรูปแบบการบริโภคอาหาร ซึ่งรวมถึงการเลือก อาหาร การเตรียมอาหาร การบริโภคผักและผลไม้ที่เพิ่มขึ้น การรับรู้ความสามารถของตนเองที่เพิ่มขึ้นในด้าน เหล่านี้ และมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพที่ยั่งยืนไปถึงวัยผู้ใหญ่มากขึ้น (Cullerton, Vidgen and Gallegos, 2012; Laska, 2012; Brooks and Begley, 2014)

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) มีการศึกษา 2 กลุ่ม ทำการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Two Group Pretest-Posttest-Design)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมการความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีของเคลียร์ ซึ่งประกอบด้วยการจัดกิจกรรมแบบบูรณาการให้กับกลุ่มทดลอง รวม 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การตั้งเป้าหมาย ร่วมกันตั้งเป้าหมายและกำหนดเป้าหมายในการจัดการตนเอง

กิจกรรมที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการเฝ้าระวังตัวเอง การสังเกตตนเอง เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ

กิจกรรมที่ 3 การประเมินผล เพื่อนำข้อมูลในการดำเนินการตัดสินใจเกี่ยวกับพฤติกรรมจัดการตนเองในเรื่องความรอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการ

กิจกรรมที่ 4 การตัดสินใจ เพื่อวางแผนในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตามข้อมูลที่วิเคราะห์และประเมิน

กิจกรรมที่ 5 การลงมือปฏิบัติ เพื่อจัดการกับความรอบรู้ด้านอาหารและโภชนาการ โดยการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

กิจกรรมที่ 6 การสะท้อนการปฏิบัติ เป็นการประเมินความสามารถของตนเองว่าสามารถปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรสของบิดามารดา อาชีพของผู้ปกครอง รายได้ของครอบครัวเฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 6 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ จำนวน 63 ข้อ ดังนี้

- ด้านความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ จำนวน 10 ข้อ
- ด้านการเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ จำนวน 5 ข้อ
- ด้านความสามารถในการเลือกอาหาร จำนวน 6 ข้อ
- ด้านความสามารถในการเตรียม ประุงและการเก็บรักษาคุณภาพอาหาร จำนวน 12 ข้อ
- ด้านการวางแผนจัดการเกี่ยวกับอาหาร จำนวน 6 ข้อ
- ด้านการบอกเล่า สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ จำนวน 10 ข้อ
- ด้านการประเมินผลและเลือกใช้ข้อมูลเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ จำนวน 7 ข้อ
- ด้านการตัดสินใจเกี่ยวกับอาหาร จำนวน 7 ข้อ

มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ	ข้อความทางบวก	ข้อความทางลบ
ระดับมากที่สุด	5	1
ระดับมาก	4	2
ระดับปานกลาง	3	3
ระดับน้อย	2	4
ระดับน้อยที่สุด	1	5

เกณฑ์คะแนนของระดับความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ช่วงคะแนน 203-275	มีความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการอยู่ในระดับดี
ช่วงคะแนน 128-202	มีความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการอยู่ในระดับปานกลาง
ช่วงคะแนน 53-127	มีความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการอยู่ในระดับต่ำ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของแบบสอบถามความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ

1. ความเที่ยงตรงของเครื่องมือ (Validity) เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยการนำแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้น เสนอให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และภาษาที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.66-1

2. ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) โดยการนำแบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและมีการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มที่ลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นมีค่าระหว่าง 0.71-0.74

3. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยการนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรายฉบับมีค่าระหว่าง 0.22-0.86

4. การหาความยากง่าย โดยการนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับผู้ที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งแบบสอบถามมีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.37-0.80

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้มีระยะเวลาในการดำเนินการ 12 สัปดาห์ โดยมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง ด้วยแบบสอบถามความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. ดำเนินการตามแผนกิจกรรมในการจัดการตนเองต่อความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในกลุ่มทดลอง ส่วนในกลุ่มควบคุม ให้ดำเนินชีวิตตามปกติ

3. เก็บรวบรวมข้อมูลหลังดำเนินกิจกรรมครบตามโปรแกรม 12 สัปดาห์ ด้วยแบบสอบถามความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารโภชนาการทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. ภายหลังสิ้นสุดการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ให้กับกลุ่มควบคุม

การวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม PSRUUC No: B2022/0007

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าสูงสุด (Maximum) และค่าต่ำสุด (Minimum)

2. สถิติอ้างอิง (Inferential Statistics) ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติ Paired Sample t-test และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติ Independent Sample t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลอง จำนวน (n=30)		กลุ่มควบคุม จำนวน (n=30)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ				
ชาย	18	60.0	18	60.0
หญิง	12	40.0	12	40.0
อายุ (ปี)				
10	2	6.7	4	13.3
11	12	40.0	10	33.3
12	16	53.3	16	53.4
ระดับการศึกษา				
ประถมศึกษาปีที่ 4	2	6.6	7	23.3
ประถมศึกษาปีที่ 5	11	36.7	11	36.7
ประถมศึกษาปีที่ 6	17	56.7	12	40.0
สถานภาพสมรสของบิดามารดา				
สมรส	27	90.0	27	90.0
หม้าย	2	6.7	1	3.3
หย่า/แยกกันอยู่	1	3.3	2	6.7
อาชีพของผู้ปกครองหลัก				
ทำไร่ ทำนา ทำสวน	4	13.3	5	16.6
รับจ้าง	16	53.3	21	70.0
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	6	20.0	2	6.7
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	2	6.7	0	0.0
พนักงานหน่วยงานเอกชน	2	6.7	2	6.7

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลอง จำนวน (n=30)		กลุ่มควบคุม จำนวน (n=30)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
รายได้ของครอบครัวเฉลี่ยต่อเดือน				
10,000 - 20,000	9	30.0	13	43.3
20,001 - 30,000	17	56.7	14	46.7
30,001 - 40,000	3	10.0	3	10.0
รายได้มากกว่า 40,001 ขึ้นไป	1	3.3	0	0.0

จากตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้มีจำนวนทั้งหมด 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน โดยพบว่า กลุ่มทดลอง (n = 30) เพศ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 เพศหญิง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 อายุ ส่วนใหญ่มีอายุ 12 ปี จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 53.3 รองลงมาอายุ 11 ปี และ 10 ปี จำนวน 12 และ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 และ 6.7 ตามลำดับ ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 56.7 รองลงมาชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 4 จำนวน 11 และ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 36.7 และ 6.6 ตามลำดับ สถานภาพสมรสของบิดามารดาส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 รองลงมาสถานภาพสมรส หม้าย และ หย่า/แยกกันอยู่ จำนวน 2 และ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.7 และ 3.3 ตามลำดับอาชีพของผู้ปกครองหลัก ส่วนใหญ่มีอาชีพรับจ้าง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 53.3 รองลงมา คือ ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว และ ทำไร่ ทำนา ทำสวน จำนวน 6 และ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 และ 13.3 ตามลำดับ และรายได้ของครอบครัวเฉลี่ยต่อเดือน (บาท) ส่วนใหญ่มีรายได้ 20,001-30,000 บาท จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 56.7 รองลงมา คือ 10,000-20,000 และ 30,001-40,000 บาท จำนวน 9 และ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 และ 10.0 ตามลำดับ

กลุ่มควบคุม (n = 30) เพศ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 เพศหญิง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 อายุ ส่วนใหญ่มีอายุ 12 ปี จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 53.4 รองลงมาอายุ 11 ปี และ 10 ปี จำนวน 10 และ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3 และ 13.3 ตามลำดับ ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 รองลงมาชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 4 จำนวน 11 และ 7 คน คิดเป็นร้อยละ 36.7 และ 23.3 ตามลำดับ สถานภาพสมรสของบิดามารดาส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 รองลงมาสถานภาพสมรส หย่า/แยกกันอยู่ และ หม้าย จำนวน 2 และ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.7 และ 3.3 ตามลำดับ อาชีพของผู้ปกครองหลัก ส่วนใหญ่มีอาชีพ รับจ้าง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70.0 รองลงมา คือ ทำไร่ ทำนา ทำสวน, ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว และ พนักงานหน่วยงานเอกชน จำนวน 5, 2 และ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 16.6, 6.7 และ 6.7 ตามลำดับ และรายได้ของครอบครัวเฉลี่ยต่อเดือน (บาท) ส่วนใหญ่มีรายได้ 20,001-30,000 บาท จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 46.7 รองลงมา คือ 10,000-20,000 และ 30,001-40,000 บาท จำนวน 13 และ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 43.3 และ 10.0 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ (n=60)

ตัวแปรที่ศึกษา	n	\bar{x}	S. D.	n	t	p-value
ก่อนการทดลอง						
กลุ่มทดลอง	30	184.93	20.430	58	-546	0.587
กลุ่มควบคุม	30	188.27	26.443			
หลังการทดลอง						
กลุ่มทดลอง	30	208.96	4.930	58	10.109	0.000
กลุ่มควบคุม	30	190.16	8.910			

*P-value < 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 184.93 และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 188.27 เมื่อนำมาเปรียบเทียบ พบว่า มีค่าเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการไม่แตกต่างกัน

หลังการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 208.96 และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 190.16 เมื่อนำมาเปรียบเทียบพบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ ระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปรที่ศึกษา	n	\bar{x}	S. D.	df	t	p-value
กลุ่มทดลอง (n=30)						
ก่อนทดลอง	30	184.93	20.430	29	-6.354	0.000
หลังทดลอง	30	208.96	4.930			
กลุ่มควบคุม (n=30)						
ก่อนทดลอง	30	188.27	26.443	29	-0.322	0.750
หลังทดลอง	30	190.16	8.913			

*P-value < 0.05

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการภายในกลุ่มทดลองพบว่า ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 184.93 และหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 208.96 เมื่อนำมาเปรียบเทียบ พบว่า หลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กลุ่มควบคุม พบว่าก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 188.27 และหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 190.16 เมื่อนำมาเปรียบเทียบ ภายในกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการมีคะแนนเฉลี่ยความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการสูงกว่าก่อนการได้รับโปรแกรม และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน สามารถอธิบายได้ว่า กลุ่มทดลองเมื่อได้รับโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการมีความรอบรู้เพิ่มมากขึ้น โดยใช้แนวคิด “ความรอบรู้ด้านสุขภาพ” ของ Sorensen et al. (2012) อ้างถึงใน กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2560 ประกอบไปด้วย การเข้าถึงข้อมูลสุขภาพและบริการด้านการบริโภคอาหาร ความรู้ความเข้าใจเรื่องการบริหารโภชนาการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหาร ทักษะการสื่อสารข้อมูลสุขภาพในการบริโภคอาหาร ทักษะการตัดสินใจในเรื่องการบริโภคอาหาร การจัดการตนเองเกี่ยวกับการบริโภคอาหาร การรู้เท่าทันสื่อเรื่องการบริหารโภชนาการ และใช้ทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3-6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่มโดยให้สถานการณ์เกี่ยวกับการบริโภคอาหารของเด็กนักเรียนในปัจจุบัน

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ นิยม จันทร์แนม (2564) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการของนักเรียนชั้นที่ 4-6 ตำบลหนองโสน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ผลการศึกษาวิจัยพบว่า หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีระดับพฤติกรรมสุขภาพด้านการบริโภคอาหารดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ส่วนระดับพฤติกรรมสุขภาพด้านการออกกำลังกาย กลุ่มทดลอง ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ และผลของโปรแกรม ($p < 0.05$ ส่วนกลุ่ม ควบคุมค่าเฉลี่ยอันดับที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โปรแกรมการปรับเปลี่ยน พฤติกรรมสุขภาพส่งผลให้เด็กมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน มีการ ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพที่ดีขึ้นและน้ำหนักลดลง และการศึกษาในประเทศอิหร่าน พบว่า คะแนนความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการด้านความรู้ความเข้าใจในระดับสูงมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับประทานอาหารเช้าที่ไม่สม่ำเสมอเมื่อเทียบกับการรับประทานอาหารเช้าทุกวัน คะแนนความรอบรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการด้านทักษะความสามารถมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรับประทานอาหารเช้าที่ไม่สม่ำเสมอ เมื่อเทียบกับการรับประทานอาหารเช้าทุกวัน แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการไม่รับประทานขนมหวาน (Doustmohammadian, 2021)

สอดคล้องกับ ชัชวาลย์ เพ็ชรทอง และพรรณณี บัญชรหัตถกิจ (2562) ศึกษา เรื่อง ผลของโปรแกรมส่งเสริมความรู้ด้านสุขภาพร่วมกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคอ้วนในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน พบว่า หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านสุขภาพเพื่อป้องกันโรค อ้วนสูงกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และกลุ่มทดลองมี คะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการบริโภคอาหารและออกกำลังกายเพื่อป้องกันโรคอ้วนสูงกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และการศึกษาของ สุกัญญา คณะวาปี และเกศินี สราญฤทธิชัย (2565) ศึกษา เรื่อง ผลของโปรแกรมการพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพร่วมกับโรงเรียนรอบรู้ด้านสุขภาพต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อป้องกันโรคอ้วนในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ซึ่งพบว่า โปรแกรมนี้ทำให้ความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมในการป้องกันโรคอ้วนในเด็กวัยเรียนเพิ่มขึ้น และ การศึกษาของอรณิชา โพธิ์หมื่นทิพย์ (2564) ศึกษา เรื่อง ประสิทธิภาพของโปรแกรมความรู้ด้านสุขภาพเพื่อป้องกันโรคอ้วนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา พบว่าหลังการทดลองกลุ่มทดลองมีคะแนนความรู้ด้านสุขภาพโดยรวมและมีคะแนนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ และ $p = 0.033$ ตามลำดับ)

สรุปผลการวิจัย

กลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการสูงกว่าก่อนการได้รับโปรแกรม และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นักเรียนโรงเรียนหนองโสน และนักเรียนโรงเรียนป่าแขง ตำบลหนองโสน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองโปรแกรมการจัดการตนเองต่อความรู้เกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ ตอบแบบสอบถามและแบบทดสอบ และให้ข้อมูลแก่ผู้ศึกษาเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ชัชวาลย์ เพ็ชรทอง และพรรณณี บัญชรหัตถกิจ. (2562). ผลของโปรแกรมส่งเสริมความรู้ด้านสุขภาพร่วมกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคอ้วนในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. วารสารสุขศึกษา. 42(2): 23-32.

นิยม จันทร์. (2564). ผลการใช้โปรแกรมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพต่อการลดน้ำหนักของเด็กมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. ปริญญาโท วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงสาธารณสุข. (2563). การสำรวจ ข้อมูลย้อนหลังโรคอ้วนในเด็ก ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล หนองโสน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร. แหล่งข้อมูล: <https://ict.moph.go.th/th> ค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2565.

- สุกัญญา คณะวาปี และเกศินี สราญฤทธิชัย. (2565). ผลของโปรแกรมการพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพร่วมกับโรงเรียนรอบรู้ด้านสุขภาพต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อป้องกันโรคอ้วนในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน, 8(2): 105-118.
- เสาวนีย์ ชูจันทร์. (2562). ผลของโปรแกรมส่งเสริมการรับรู้ความสามารถของตนเองและการสนับสนุนจากครอบครัวต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารของเด็กวัยเรียนตอนปลายที่มีภาวะน้ำหนักเกินผลการวิจัย. วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี กรุงเทพฯ. 32(1): 3
- อรพร ดำรงวงศ์ศิริ. (2563). โรคอ้วนในเด็ก: ความน่ารักที่แฝงด้วยอันตราย. แหล่งข้อมูล:
<https://www.rama.mahidol.ac.th/ramachannel/article/fat-kid/> ค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2565.
- อรณิชา โพธิ์หมื่นทิพย์. (2564). ประสิทธิภาพของโปรแกรมความรู้ด้านสุขภาพเพื่อป้องกันโรคอ้วน ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้น ในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา. แหล่งข้อมูล:
https://www.mnrh.go.th/pdf_file_academic/academic_25640818-01.pdf. ค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2565.
- Brooks, N., Begley A. (2014). Adolescent food literacy programmes: a review of the literature. *Nutr Dietetics*. 71(3): 158–71.
- Cullerton, K, Vidgen, H. A. and Gallegos, D. (2012). A review of food literacy interventions targeting disadvantaged young people. Queensland University of Technology, School of Public Health
- Doustmohammadian, A., Omidvar, N. and Keshavarz-Mohammadi, N. (2020). School-based interventions for promoting food and nutrition literacy (FNLIT) in elementary school children: a systematic review protocol. *Systematic Reviews Journal*. 9(87).
<http://doi.org/10.1186/s13643-020-01339-0>

การสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนา
ด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
Creating health capital for farmer
through process eco friendly rice production

ศรัณยู เรือนจันทร์^{1*}

Saranyoo Ruanjan

¹หลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ 53000

¹Public Health Program, Faculty of Science and Technology , Uttaradit Rajabhat University 53000

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

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และประเมินผลการสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนากลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยชาวนา จำนวน 60 คน และ กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จำนวน 80 คน ในพื้นที่รอบลำรางทุ่งกะโล่ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ คัดเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์คุณสมบัติที่กำหนด รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบสนทนากลุ่ม และแบบสังเกตแบบมีส่วนร่วม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) สภาพชาวนามีความรู้ และทักษะที่ไม่เท่าทันกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป ไม่สืบทอดองค์ความรู้และภูมิปัญญา ใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต มีโรคประจำตัว มีความวิตกกังวล กัดต้น และเครียดจากสภาพภัยแล้ง และภาวะหนี้สิน มีอาการปวดเมื่อยเนื่องจากต้องใช้แรง ทำให้มีค่าใช้จ่ายในดูแลตนเองเพิ่มขึ้น 2) การสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พบว่า ต้องเริ่มจากการจัดการต้นทุ่นและค่าใช้จ่ายในการทำนา โดยต้องพัฒนาให้ชาวนาลดค่าใช้จ่ายจากปัจจัยการผลิต เน้นการพึ่งพาตนเอง ผ่าน 2 วิธีการ คือ (1) พัฒนาความรู้ เพิ่มทักษะปฏิบัติ และประสบการณ์เกี่ยวกับการทำนาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยสมาชิกกลุ่ม (2) การจัดการความเสี่ยงทางสุขภาพจากการประกอบอาชีพ 3) ผลการประเมินการสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนา พบว่า สามารถทำให้ชาวนามีสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น คำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม และสามารถพึ่งตนเองได้

คำสำคัญ ต้นทุนทางสุขภาพ การผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

Abstract

This participatory action research aimed to analyze and create health capital for farmers through environmentally friendly rice production processes and assess the effect of generating health capital for farmers. The sample consisted of 60 farmers and 80 stakeholders. In the area around Lam Rang Thung Kalo, Muang District, Uttaradit Province. Specifically selected according to the specified eligibility criteria. Data were collected using questionnaires, in-depth interview, focus group and participatory observation. The quantitative data were analyzed using descriptive statistics such as percentage, mean and content analysis for qualitative data. The results showed that : 1. The farmer's condition lacks knowledge and skills that keep up with the changing situation, ignore knowledge and wisdom, use chemical fertilizers and chemicals to increase productivity, have an underlying disease, anxiety, pressure and stress from drought and debt conditions. 2. Creating health capital for farmers through environmentally friendly rice production, it was found that the cost and expense management of rice farming must begin. It must be developed for farmers to reduce their costs from inputs and emphasis on self-reliance through two main methods: (1) develop knowledge, increase practical skills and experience in environmentally friendly farming by members of the group (2) managing occupational health risks. 3. The results of the assessment of health capital creation for farmers showed that farmers have better health and quality of life. Be aware of the safety for consumers and the environment and can be self-reliant.

Keyword health capital, eco friendly rice production

บทนำ

ประเทศไทยได้นำแนวคิดการปฏิวัติเขียว (The Green Revolution) มาใช้เป็นแนวทางการกำหนดนโยบาย เป้าหมาย และมาตรการเกี่ยวกับการทำนา ทดแทนการทำนาแบบพื้นบ้านที่สืบทอดกันมาเป็นเวลานานนับพันปี แนวคิดดังกล่าวทำให้ชาวนาปรับเปลี่ยนความคิด วิถีคิด ความรู้ ความเชื่อ ค่านิยม ทักษะคติในการทำนาจากแบบดั้งเดิมไปเป็นแบบสมัยใหม่ มีการใช้เครื่องมือเครื่องจักรสมัยใหม่เข้ามาแทนที่ภูมิปัญญาท้องถิ่น และทำให้ลูกหลานชาวนาไม่สนใจที่จะสืบทอด วิถีชีวิตและวัฒนธรรม มีการละทิ้งไร่นา ชุมชนท้องถิ่น เข้าสู่สังคมอุตสาหกรรมเพื่อเป็นผู้ใช้แรงงาน หรือทำงานบริการ ซึ่งมีแนวโน้มที่ทำให้ชาวนาไม่สามารถจะรักษาคุณค่าทางสังคมและวัฒนธรรมไว้ได้ ถ้าปล่อยให้การเปลี่ยนแปลงยังคงเป็นอย่างนี้ ในอนาคตอาจไม่มีชาวนาในสังคมประเทศไทย จะมีแต่ผู้ “ประกอบการทำนา” และ “กรรมกรชาวนา” นั้นหมายถึงชาวนาเปลี่ยนไปเป็น “ผู้ใช้แรงงานในไร่นา” (นันทิยา หุตานุกัฏ และณรงค์ หุตานุกัฏ. 2547) การปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตแบบดั้งเดิมที่

พึ่งพาธรรมชาติเป็นระบบเกษตรกรรมเคมีภายใต้นโยบายส่งเสริมของภาครัฐ ก่อให้เกิดปัญหาดินเสื่อมโทรม การแพร่ระบาดของศัตรูพืชที่มีความรุนแรงมากขึ้น ชาวนาเริ่มเผชิญปัญหาผลผลิตพืชเศรษฐกิจที่เคยได้ต่อไร่สูงกลับลดต่ำลง เกษตรกรจึงต้องใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีราคาแพงเพิ่มขึ้นทุกปีและยังทำให้สารพิษตกค้างในสภาพแวดล้อมและผลผลิตทางการเกษตร โดยขณะที่ราคาผลผลิตกลับผันผวนและมีภัยธรรมชาติมากขึ้น

ชาวนาจังหวัดอุตรดิตถ์ในปัจจุบันประสบปัญหาขาดทุนเนื่องจากต้นทุนการผลิตสูงขายผลผลิตได้ราคาต่ำและได้รับเงินจำนำข้าวล่าช้า มีหนี้สินเพิ่ม การทำนาเป็นแบบจ้างงาน ทำให้สูญเสียภาวะ การพึ่งตนเองมีการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีจำนวนมากก่อให้เกิดความเสียหายกับทรัพยากรธรรมชาติในหลายอำเภอชาวนามีการเผาฟางและเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อให้เกิดมลภาวะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จำต้องพัฒนาชาวนาให้ผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ผ่านกระบวนการที่ชาวนาและชุมชนมีส่วนร่วมในการการพัฒนา (ซัลซ กลีนอุบล. 2553) โดยการพัฒนาในระยะสั้นนั้น ชาวนาควรมีการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลผลิตต่อไร่ควบคู่ไปกับการเพิ่มคุณภาพผลผลิต และถ้าต้องการให้ชาวนามีความมั่นคงยั่งยืนนั้น ต้องพัฒนาชาวนาให้คุณภาพชีวิตและสุขภาพที่ดี ชาวนาต้องปรับความคิดให้หันกลับมาพึ่งตนเอง ดูแลตนเอง เน้นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติในสถานการณ์จริง ควรเสริมหลักคิดการใช้เหตุผล การคิดวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์ จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ อีกทั้งไม่เบียดเบียนหรือบั่นทอนสุขภาพตนเอง รวมถึงผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมด้วย

ดังนั้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นประโยชน์แก่ชาวนาให้ไม่เจ็บป่วยหรือลดการเจ็บป่วยด้วยโรคจากการทำงาน และมีพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพและการป้องกันโรคที่เหมาะสม ตลอดจนนำไปสู่การกำหนดนโยบายทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อประเมินผลการสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนา

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research) โดยมุ่งเน้นวิเคราะห์และสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และประเมินผลการสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 2 กลุ่มเป้าหมาย คือ

1. กลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมสร้างต้นทุนทางสุขภาพด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากตัวแทนครัวเรือนที่เป็นชาวนา จำนวน 60 คน ที่ทำนาพื้นที่รอบลำรางทุ่งกะโล่ จังหวัดอุตรดิตถ์

2. กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ประกอบด้วย แกนนำชาวนา ปราชญ์ชาวบ้าน นักวิชาการท้องถิ่น ผู้นำท้องถิ่น ผู้นำท้องถิ่น จำนวน 80 คน

การเลือกกลุ่มเป้าหมาย เลือกแบบเจาะจง โดยมีเกณฑ์ คือ

1. ชาวนาที่เข้าร่วมกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นหัวหน้าครัวเรือนที่ทำนา ยินดีให้ความร่วมมือตามโครงการวิจัย

2. กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เลือกตามคุณลักษณะและเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ คือ มีบทบาทหน้าที่ในกิจกรรมการผลิตข้าวในชุมชน และเข้าร่วมกิจกรรมตามโครงการวิจัยได้

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่หนึ่ง การวิเคราะห์ต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนา ประกอบด้วย

1. การศึกษาสภาพชาวนาเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการทำนา สภาพปัญหาในการทำงาน สภาวะการเจ็บป่วยจากการทำงาน เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนา

2. การศึกษาแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้เพื่อผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของชาวนา

3. การจัดเวทีชุมชนเพื่อหาแนวทางการสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ระยะที่สอง การสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

1. การจัดกิจกรรมสร้างเครือข่ายเพื่อจัดตั้งกลุ่มและกำหนดแนวทางในการพัฒนากลุ่มร่วมกัน

2. การสร้างการเรียนรู้แก่ชาวนากลุ่มเป้าหมายเพื่อการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

3. การจัดเวที เสนอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ การสร้างต้นทุนทางสุขภาพผ่านกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ระยะที่สาม การประเมินผลการสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

1. การประเมินชาวนาเพื่อผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เกี่ยวกับ 1) การพึ่งพาตนเอง 2) การดำเนินชีวิตแบบพอเพียง 3) การใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม และ 4) การขยายภาคีและการขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น

2. การประเมินสภาวะการเจ็บป่วยจากการทำงานของชาวนาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายทางสุขภาพหลังดำเนินงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบสอบถามเพื่อศึกษาสภาพชาวนาเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการทำนา สภาพปัญหาในการทำงาน และสภาวะการเจ็บป่วยจากการทำงาน (ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการ

วิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เอกสารรับรองเลขที่ URU-REC 047/63 วันที่ 28 เดือนกันยายน 2563)

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ ประกอบด้วย

2.1 แบบสนทนากลุ่ม โดยการจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้เพื่อผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของชาวนาในจังหวัดอุตรดิตถ์

2.2 แบบสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participation Observation) เป็นวิธีเก็บข้อมูลภาคสนามเกี่ยวกับกรนำความรู้และทักษะปฏิบัติไปใช้ในการทำนาแปลงสาธิตเพื่อการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยผู้ศึกษาเข้าไปมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยมี 3 ขั้นตอน การสังเกต การซักถาม การจดบันทึกและบันทึกภาพ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ทดสอบค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ จากนั้นคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้อง (Index Item Objective Congruence: IOC) เครื่องมือวิจัยเชิงปริมาณไปทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคได้ค่าเท่ากับ 0.86

เก็บรวบรวมข้อมูลกระทำโดย 1) การสอบถามกลุ่มชาวนาเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการทำนา สภาพปัญหาในการทำงาน สภาพการเจ็บป่วยจากการทำงาน เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนา จำนวน 60 คน จำนวน 1 ครั้ง 2) จัดสนทนากลุ่มตามแนวคำถามสนทนากลุ่มกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ประกอบด้วย ชาวนา ประชาชน ชาวบ้าน นักวิชาการท้องถิ่น เกี่ยวกับแนวทางการเรียนรู้เพื่อการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของชาวนา จำนวน 30 คน จำนวน 1 ครั้ง 3) จดบันทึกข้อมูลจากเวทีระดมความคิดผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ประกอบด้วย ชาวนา ประชาชน ชาวบ้าน นักวิชาการท้องถิ่น ผู้นำท้องที่ ผู้นำท้องถิ่น จำนวน 50 คน เพื่อออกแบบกระบวนการพัฒนาชาวนาเพื่อผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จำนวน 1 ครั้ง 4) จัดสนทนากลุ่มกับชาวนาเกี่ยวกับการจัดตั้งกลุ่มและกำหนดแนวทางในการพัฒนา กลุ่ม จำนวน 60 คน จำนวน 1 ครั้ง 5) การสังเกตแบบมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการสร้างการเรียนรู้แก่ชาวนาเพื่อการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จำนวน 60 คน จำนวน 3 ครั้ง 6) จดบันทึกข้อมูลจากเวทีเสนอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะการสร้างต้นทุนทางสุขภาพผ่านกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย กับกลุ่มชาวนา ประชาชน ชาวบ้าน นักวิชาการท้องถิ่น ผู้นำท้องที่ ผู้นำท้องถิ่น จำนวน 80 คน จำนวน 1 ครั้ง 7) สอบถาม บันทึกภาพ ประชุม ติดตามผลการปฏิบัติในแปลงนา กับชาวนาเกี่ยวกับ 1) การพึ่งพาตนเอง 2) การดำเนินชีวิตแบบพอเพียง 3) การใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม และ 4) การขยายภาคีและการขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น จำนวน 60 คน จำนวน 4 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ
2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จัดกระทำข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้ 1) จัดลำดับและจัดกลุ่มของข้อมูล 2) อ่านทบทวนข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจ 3) แยกข้อมูลอีกครั้ง 4) จัดหมวดหมู่ความเหมือน/ความต่าง 5) หาความสัมพันธ์ของข้อมูล 6) อธิบายแบบแผน หัวเรื่องและประเภท

ของกลุ่มข้อมูล ติความ หากความหมายของเรื่องและประเภทข้อมูล ผู้วิจัยตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (triangulation) ได้แก่ 1) การตรวจสอบด้านข้อมูล โดยพิจารณาแหล่งเวลา แหล่งสถานที่ และแหล่งบุคคลที่แตกต่างกัน 2) การตรวจสอบด้านผู้วิจัยโดยการเปลี่ยนตัวผู้สังเกตหรือผู้สัมภาษณ์ และ 3) การตรวจสอบด้านวิธีรวบรวมข้อมูล

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เวลาในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในเดือนมีนาคม 2563 ถึง กุมภาพันธ์ 2564

ผลการวิจัย

รายละเอียดผลการศึกษา มีดังนี้

1. ต้นทุนทางสุขภาพของชาวนา พบว่า

1.1 สภาพการดำเนินชีวิตและปัญหาชาวนา พบว่า กู้ยืมเงินมาเพื่อลงทุนและใช้จ่ายของครัวเรือน มีความรู้ และทักษะปฏิบัติไม่เท่าทันกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง ไม่สืบทอดองค์ความรู้และภูมิปัญญา เช่น การตัดพันธุ์ข้าวเอง การกลับหน้าดินด้วยการไถตะ ไถซ้อน มีการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่มากยิ่งขึ้น

1.2 สภาพการเจ็บป่วย ของชาวนาในรอบปี ส่วนใหญ่พบว่า ชาวนาที่พึ่งตนเองสุขภาพแข็งแรงดี ร้อยละ 93.33 โดยอาการที่พบไม่สบายมากที่สุดคือ ไข้หวัด และปวดศีรษะ ร้อยละ 50 ของการป่วย มีอาการวิตกกังวล กัดฟัน และเครียดจากการทำนา ร้อยละ 30 โดยสาเหตุของความวิตกกังวล กัดฟัน ความเครียด พบมากที่สุดคือ ภัยแล้ง ร้อยละ 77.78 รองลงมาคือ ผลผลิต ร้อยละ 22.22 ในส่วนของสุขภาพชาวนาที่พึ่งปัจจัยภายนอก พบว่าสุขภาพแข็งแรงดี ร้อยละ 70 โดยอาการที่พบไม่สบายมากที่สุดคือ ไข้หวัดและวิงเวียนศีรษะ ร้อยละ 22.22 รองลงมาคือ ไข้ ปวดศีรษะ เยื่อบุตาอักเสบ บาดแผลบริเวณนิ้วมือนิ้วเท้า ผื่นคันที่ผิวหนังตุ่มพุพอง ร้อยละ 11.11 ของการป่วย มีอาการวิตกกังวล กัดฟัน และเครียดจากการทำนา ร้อยละ 53.33 โดยสาเหตุของความวิตกกังวล กัดฟัน ความเครียด พบมากที่สุดคือ ภัยแล้ง ร้อยละ 50 รองลงมาคือ ข้าวราคาถูกลง ร้อยละ 18.75 ผลผลิตน้อย และเศรษฐกิจ ร้อยละ 12.50

1.3 การเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างการทำนาที่พึ่งตนเองกับที่พึ่งปัจจัยภายนอก พบว่า ชาวนาที่พึ่งตนเองมีต้นทุนการทำนาลดกว่าที่พึ่งปัจจัยภายนอก เมื่อนำรายได้และต้นทุนทั้งสิ้นมาคำนวณผลกำไรสุทธิพบว่า การทำนาที่พึ่งตนเองมีกำไรสุทธิมากกว่าการทำนาที่พึ่งปัจจัยภายนอก ร้อยละ 17.03

1.4 ชาวนามีปัญหาอาการปวดเมื่อย เนื่องจากต้องใช้แรงและการเอาใจใส่เป็นอย่างมาก เช่น วัชพืชที่เกิดขึ้นนั้นก็ใช้มือในการถอนออก หรือต้องใช้สารชีวภาพซึ่งต้องใช้หลายครั้งจะเห็นผล รวมไปถึง โรคลมแดด เนื่องจากต้องทำงานในกลางแจ้งบ่อยครั้ง

1.5 แนวทางการพัฒนาการเรียนรู้การผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของชาวนา พบว่า ต้องการชุดความรู้ในพื้นที่และตัวแบบที่สามารถถ่ายทอดความรู้กับชุมชน จะช่วยเพิ่มความมั่นใจต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมชาวนาด้วยการเรียนรู้ตั้งแต่การเตรียมเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ฤดูกาลทำนา วิธีการทำนา ขั้นตอนการทำนา การควบคุมน้ำ การเฝ้าระวังแปลงนา การเก็บเกี่ยวข้าว และการตลาดที่จะจำหน่ายข้าวได้ราคาสูงขึ้น

รวมถึงการสร้างภาคีการเรียนรู้ เช่นภาคีวิชาการ ภาคีสันับสนุนค้นหากิจกรรมประเพณี วัฒนธรรมข้าวไทย และการดำเนินการเรียนรู้ของชาวนา

2. ผลการสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พบว่า

2.1 การสร้างการเรียนรู้แก่ชาวนาเพื่อการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พบว่า 1) การปรับปรุงดิน ชาวนากลุ่มเป้าหมายหันมาใช้วิธีการตามธรรมชาติในการปรับปรุงบำรุงดิน มีความสนใจใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยธรรมชาติ ทำให้มีการรวมกลุ่มพัฒนาการทำปุ๋ยจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อนำมาปรับปรุงโครงสร้างดิน มีการตรวจวิเคราะห์ดินก่อนเพื่อให้ตรงตามความต้องการของพันธุ์ข้าว พบว่า 2) การคัดเลือกพันธุ์ข้าว พบว่า ชาวนากลุ่มเป้าหมายมีความสามารถคัดพันธุ์ข้าวตามหลักวิชาการของศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าว เป็นข้าวเจ้าที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ทนแล้งได้ มีการตอบสนองต่อปุ๋ยธรรมชาติได้ดี ทนทานต่อดินเปรี้ยวและดินเค็ม ขายได้ราคาดีกว่าข้าวพันธุ์อื่น 3) การทำนาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พบว่า ชาวนากลุ่มเป้าหมายมีความรู้การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยมีการปรับเปลี่ยนการดำเนินชีวิตแบบพอเพียง การทำนาหันมาพึ่งตนเองมากขึ้น เห็นความสำคัญกับการไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เช่นการทำนาไม่เผาฟางตอซังข้าว ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมี มีการวางแผนการลงทุนการทำนา การทำบัญชีรายรับ รายจ่ายและการใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด ชาวนากลุ่มเป้าหมายมีการรวมกลุ่ม ผลิตปุ๋ยจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ผลิตสารสมุนไพร ผลิตสารชีวภัณฑ์ ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี มีการรวมกลุ่มแปรรูปข้าวปลอดภัย เพื่อบริโภคและขาย และพบว่า ชาวนาสนใจเรียนรู้ทักษะการปฏิบัติการทำนาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และรวมกลุ่มแปรรูปข้าวเพื่อบริโภคและขาย สนใจการลดค่าใช้จ่ายจากปัจจัยการผลิต การคัดพันธุ์ข้าว และการปรับปรุงดิน และการทำบัญชีรายรับรายจ่าย 4) การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า ชาวนากลุ่มเป้าหมายสามารถพึ่งพาตนเองเกี่ยวกับการผลิตพันธุ์ข้าว ผลิตปุ๋ยจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ผลิตน้ำหมักสมุนไพร สารชีวภัณฑ์เป็นต้น และสามารถลดค่าใช้จ่ายจากปัจจัยการผลิตโดยไม่ต้องใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมี มีการเชื่อมโยงความรู้จากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในกลุ่ม มีความสามัคคี มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ขยันหมั่นเพียร และอดทนที่จะรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างในเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้

2.2 การจัดการต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการทำนา พบว่า 1) การลดค่าใช้จ่ายจากปัจจัยการผลิต ชาวนากลุ่มเป้าหมายไม่ซื้อเมล็ดพันธุ์โดยใช้วิธีคัดเมล็ดพันธุ์เอง ผลิตปุ๋ยจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ผลิตสารสมุนไพร ผลิตสารชีวภัณฑ์ พยายามที่จะทำเองโดยไม่จ้างแรงงาน เกิดการจัดการตนเองของชาวนากลุ่มเป้าหมาย 2) การใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด พบว่าชาวนาใช้พื้นที่หัวไร่ปลายนาปลูกพืชผัก สวนครัวไว้บริโภค มีการขุดสระ เลี้ยงปลาในที่ลุ่ม ขุดสระ เก็บน้ำไว้ใช้ และเลี้ยงปลา ปลูกพืชน้ำ 3) การทำบัญชีรายรับ – รายจ่าย ชาวนากลุ่มเป้าหมายสามารถทำบัญชีรายรับรายจ่ายได้ และสามารถวิเคราะห์รายรับ รายจ่ายเพื่อสรุปผลกำไรสุทธิได้

3. การประเมินผลการสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พบว่า

3.1 ชาวนาทั้งหมดมีความรู้เกี่ยวกับการทำนาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในด้านการปรับปรุงดิน การผลิตปุ๋ยจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การคัดพันธุ์ข้าว การผลิตสารสมุนไพร สารชีวภัณฑ์ การปลูกข้าว การดูแล

จัดการน้ำในแปลงนา ศัตรูข้าว แมลงศัตรูข้าว การกำจัดวัชพืช การจัดการผลผลิตข้าว การลดค่าใช้จ่ายจากปัจจัยการผลิต การทำบัญชีรายรับรายจ่าย การใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์ การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และการแปรรูปข้าวปลอดภัย

3.2 ชาวนา มี 1) ทักษะเกี่ยวกับเรื่องการผลิตปุ๋ยจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 2) ทักษะเรื่องของการคัดพันธุ์ข้าว 3) ทักษะเรื่องการทำสารสมุนไพรมัน 5) สารชีวภัณฑ์ 6) การตรวจวัดคุณภาพดิน และ 7) การแปรรูปข้าวปลอดภัย

3.3 เกิดจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเครือข่ายนอกพื้นที่และกลุ่มชาวนาที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายในชุมชน

3.4 สุขภาพชาวนากลุ่มเป้าหมายในรอบปี ส่วนใหญ่พบว่าสุขภาพแข็งแรงดี หลังการป้องกัน ควบคุม กำจัดความเสี่ยงทางสุขภาพจากการทำงานแล้ว ความเสี่ยงลดลงจนสามารถยอมรับได้ ผลจากการปรับปรุงไม่ก่อให้เกิดอันตรายขึ้นมาใหม่

วิจารณ์ผล

1. ต้นทุนทางสุขภาพของชาวนาเมื่อวิเคราะห์จากสภาพการดำเนินชีวิตและปัญหาของชาวนากลุ่มเป้าหมาย พบว่า ละทิ้งองค์ความรู้และภูมิปัญญา ใช้สารเคมี มีโรคประจำตัว มีความวิตกกังวล กัดฟัน และเครียดจากสภาพภัยแล้ง และภาวะหนี้สิน ปวดเมื่อยเนื่องจากต้องใช้แรงทำให้มีค่าใช้จ่ายในดูแลตนเองเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าค่ารักษาพยาบาลและค่าใช้จ่ายทางสุขภาพของชาวนาในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา มีอาการจากการประกอบอาชีพคือปวดเมื่อยตามร่างกาย ปวดข้อ ปวดไหล่ ชาวนาบางส่วนมีพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรยังไม่ถูกต้องทำให้เกิดการเจ็บป่วยหลังการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ธีรพันธ์ วรรณศิริ บำเพ็ญ พงศ์เพชรดิถ และจิริยา อินทนาม. 2561) ซึ่งหากพิจารณาแล้วสิ่งเกิดขึ้นมีผลต่อการดำเนินชีวิตของชาวนาหรือเรียกว่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะสุขภาพของชาวนา สอดคล้องกับสาวิตรี ผิวนวล (2560) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อภาวะสุขภาพของเกษตรกรทำนาแบบเกษตรกรรมแผนทางเลือกและเกษตรกรรมแผนใหม่ในจังหวัดยโสธร พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะสุขภาพด้านร่างกายของเกษตรกรทำนาทั้งสองแบบ ตัวแปรที่ดีที่สุดที่มีอิทธิพลต่อภาวะสุขภาพด้านร่างกายของเกษตรกร มีจำนวน 4 ตัวแปร คือ ปัจจัยคุณภาพสุขภาพจากการทำงาน ปัจจัยด้านทัศนคติในการทำงาน ปัจจัยด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสารและปัจจัยด้านความรู้การทำนา มีความสัมพันธ์แบบพหุคูณกับภาวะสุขภาพด้านร่างกายของเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 เมื่อสุขภาพมีปัญหาย่อมส่งผลต่อคุณภาพชีวิตเนื่องจากอิทธิพลซึ่งกันและกัน ตามที่มีผู้ศึกษาได้ข้อค้นพบว่า ภูมิปัญญาชาวบ้าน สุขภาพเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นตัวแปรเหตุที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของชาวนาที่ปลูกข้าวอินทรีย์และปลูกข้าวเคมี (ขวัญชนก เหล่าสุนทร. 2560)

2. การสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีข้อค้นพบว่า ต้องผสมผสานแนวทางเกษตรอินทรีย์ที่เป็นระบบการผลิตอาหารและเส้นใยด้วยความยั่งยืนทางด้าน

สิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจและเน้นการปรับปรุงดินด้วยการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยพืชสดโดยปราศจากการใช้สารเคมีและเคมีสังเคราะห์ เคารพกฎกติกาธรรมชาติ พืช สัตว์ ประยุกต์ธรรมชาติเพื่อเพิ่มผลผลิต การสร้างต้นทุนทางสุขภาพด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจึงต้องพุ่งเป้าไปที่การพึ่งตนเองเป็นสำคัญ และจะขาดไม่ได้คือ การจัดการต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการทำนา โดยพัฒนาให้ชาวนาลดค่าใช้จ่ายจากปัจจัยการผลิตโดยการพึ่งพาตนเองด้วยการผลิตใช้เอง เช่น พันธุ์ข้าว ปุ๋ยจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร น้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น ซึ่งทองเหมาะ แจ่มแจ้ง (2556) กล่าวว่าการทำงานเกษตรอินทรีย์ไม่ยากอย่างที่คิด ไม่ลำบากอย่างที่ตื่นตระหนก ไม่ได้เพิ่มต้นทุนอย่างที่เข้าใจ และไม่ได้ให้ผลผลิตน้อยอย่างที่เคยรับรู้ องค์ความรู้มากมายที่จะถ่ายทอดให้เกษตรกรพึ่งพาตัวเอง อีกประการหนึ่งที่สำคัญ คือ ชาวนาต้องมีเครือข่ายการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการตั้งกลุ่ม และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับพื้นที่อื่น จึงทำให้ชาวนามีศักยภาพและเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในประเด็น การหนุนเสริมจากชุมชนได้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และภาควิชาการได้แก่ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ การจัดการแก้ไขปัญหาของชาวนาไม่สามารถแก้ไขปัญหากระทำได้อย่างง่าย จำเป็นต้องอาศัยความรู้ วิธีการใหม่ๆ เพื่อแก้ไขปัญหามาให้ตรงจุด (ชลัช กลิ่นอุบล. 2553) ซึ่งการจัดการความรู้ของชาวนาในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ การรวมตัวกันของชาวนาอาศัยหลักการชุมชนนักปฏิบัติ (Community of practice) เป็นความพยายามการจัดการความรู้ของชุมชนที่ถูกพัฒนาขึ้นจากแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ (Wenger, et al. 2002) จึงทำให้เกิดการเรียนรู้และเกิดกลุ่มปฏิบัติการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริงและเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นหนทางหนึ่งที่ชาวนาต้องปรับตัวในยุคแห่งการเปลี่ยนแปลง การเข้าประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน การมีมาตรการการค้าขาย สินค้าที่เข้มงวด การต้องเป็นอินทรีย์ต้องพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมือนในยุคอดีต ทำให้ชาวนาต้องมีการปฏิบัติตนเองจากการทำนาเคมี เป็นการทำนาอินทรีย์ (เชษฐกานต์ เหล่าสุนทร. 2560) แต่แค่การปรับเปลี่ยนก็ยังไม่เพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในสังคมและสิ่งแวดล้อมปัจจุบัน ชาวนาจึงจำเป็นต้องมีการเรียนรู้เพิ่มขึ้น รวมทั้งต้องมีคุณธรรม ดังนั้น การที่ชาวนามีความรู้คู่คุณธรรมอยู่อย่างพอประมาณ ไม่ฟุ้งเฟ้อเกินตัว และมีเหตุผลในการกระทำของตนเอง เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลง โดยให้การสร้างต้นทุนทางสุขภาพผ่านกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเป็นตัวเร่งของกระบวนการสร้างเสริมพลังอำนาจเชิงบวกของชุมชน (อรทัย อาจอ่ำ. 2554)

3. ผลสัมฤทธิ์ของการสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ชาวนามีความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในเรื่องการสร้างการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง การจัดการต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการทำนา และการสร้างเครือข่าย ซึ่งเป็นชุดความรู้ในการพัฒนาชาวนาเพื่อผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ชาวนามีทักษะและ

วิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องจากการลงมือปฏิบัติจริง (ประทีป วีระพัฒนานิรันดร์. 2551)

สรุปผล

1. การสร้างต้นทุนทางสุขภาพแก่ชาวนาด้วยกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ต้องให้ชาวนาเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา และเน้นให้ชาวนาเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติในสถานการณ์จริง และแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์ซึ่งกันและกัน โดยภาครัฐเป็นพี่เลี้ยงให้การสนับสนุน จึงสามารถทำให้ชาวนามีสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดียิ่งขึ้น คำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญสามารถพึ่งตนเองได้มากขึ้น

2. ปัจจัยที่สำคัญต่อการปรับเปลี่ยนเป็นการทำนาข้าวที่ไม่ใช้สารเคมีของชาวนา ได้แก่ ต้นทุนการผลิตข้าว การมีหนี้สิน ปัญหาสุขภาพ ความเสื่อมโทรมของดิน และการส่งเสริมจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการปรับทัศนคติให้ชาวนามีความพอประมาณในการทำนา โดยวางแผนการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสม รวมถึงการผลิตข้าวเพื่อการบริโภคเป็นหลัก ไม่ผลิตจนเกินความสามารถของตน การจัดทำบัญชีครัวเรือน การจัดการโดยไม่ใช้สารเคมี แสดงให้เห็นถึงความมีเหตุผล มีภูมิคุ้มกันโดยการรวมกลุ่มและแสวงหาความรู้ ดังนั้นการปรับวิถีคิดหรือกระบวนการทัศนคติของชาวนาและชุมชน เป็นเรื่องที่สำคัญมาก หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชาวนาจำต้องให้ชาวนามีส่วนร่วมในการออกแบบการพัฒนาอย่างแท้จริง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่และสมาชิกเทศบาลตำบลหาดกรวดและตำบลคิ่งตะเกียบ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหาดกรวด และตำบลคิ่งตะเกียบ ผู้นำชุมชน และเกษตรกรผู้ทำนาในชุมชนของตำบลหาดกรวดและตำบลคิ่งตะเกียบ ที่ได้ให้ข้อมูลและร่วมสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งคณาจารย์และเจ้าหน้าที่หลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ทุกท่าน ที่เข้าร่วมจัดกิจกรรมการพัฒนาในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการพัฒนาพื้นที่ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชนก เหล่าสุนทร. (2560). การเปรียบเทียบคุณภาพชีวิตของชาวนาในจังหวัดเชียงราย กรณีศึกษาชาวนา

อินทรีย์และชาวนาไม่อินทรีย์. วารสาร มจร การพัฒนาสังคม. 2(3): 1-15

ชลัช กลิ่นอุบล. (2553). การจัดการความรู้และคุณลักษณะของชุมชนชาวนานักปฏิบัติเกษตรอินทรีย์.

วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 30(1): 11-23.

เชษฐกานต์ เหล่าสุนทร. (2560). แนวทางการพัฒนาศักยภาพชาวนาในการปลูกข้าวอินทรีย์วิถีธรรมในจังหวัด

เชียงราย. วารสาร มจร การพัฒนาสังคม. 2(3): 16-28.

ทองเหมาะ แจ่มแจ้ง. (2556). ชาวนาแห่งชาติ ประจำปี 2549 จากสุพรรณบุรี. รายการทีวี The Icon

ปรากฏการณ์คน.

ธีรนนท์ วรรณศิริ บำเพ็ญ พงศ์เพชรดิถ และจิริยา อินทนา. (2561). ภาวะสุขภาพของเกษตรกรที่ทำข้าวอินทรีย์
ในจังหวัดนครปฐม. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขามนุษยศาสตร์

และสังคมศาสตร์. 13(3): 218-228.

นันทิยา หุตานุกวัตร และณรงค์ หุตานุกวัตร. (2547). เกษตรกรรมยั่งยืน : กระบวนทัศน์ กระบวนการ และ

ตัวชี้วัด. นนทบุรี : มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน (ประเทศไทย).

ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. (2551). พัฒนาเกษตรประเทศไทยอย่างไร ให้เกษตรกรมีความสุข,เคหการเกษตร.

กรุงเทพฯ : เจริญรัฐการพิมพ์.

สาวิตรี ผิวนวล. (2560). รายงานฉบับสมบูรณ์ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อภาวะสุขภาพของเกษตรกรทำนา

แบบเกษตรกรรมแผนทางเลือกและเกษตรกรรมแผนใหม่ในจังหวัดยโสธร. สาขาวิชาสาธารณสุข

ศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

อรทัย อาจอ่ำ. (2554). “การสร้างเสริมพลังอำนาจชุมชนชาวนาและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นผ่านกระบวนทัศน์ใหม่

ทางการวิจัย: ประสบการณ์จากอำเภออุซันต์ ศรีสะเกษ” ใน จุดเปลี่ยนประชากร จุดเปลี่ยน

สังคมไทย. สุรีย์พร พันพืง, มาลี สันภูวรรณ บรรณาธิการ. หน้า 281-300. นครปฐม : สถาบันวิจัย

ประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.

การศึกษาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการควบคุมการแพร่ระบาดของ
ของโรคหัดจากการฉีดวัคซีน กรณีศึกษาจังหวัดภูเก็ต

A study of the mathematical model of epidemic control. of measles
from vaccination case study Phuket Province

สิโรรส เริงการ¹ เจษฎา สุจริตธรรการ¹ อนูวัตร จิรวัดนพานิช¹

Siroros Reangkarn ¹ Jetsada Sujaritturakan¹ Anuwat Jirawattanapanich¹

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต 21 ม.6 ถ.เทพกระษัตรี ต.รัษฎา อ.เมือง ภูเก็ต 83000

¹Phuket Rajabhat University 21 Moo 6, Thepkrasattri Road, Ratsada Subdistrict, Mueang District, Phuket 83000

*Corresponding author E-mail: S6212229103@pkru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและวิเคราะห์เสถียรภาพของผลการฉีดวัคซีนสำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของโรคหัด ในจังหวัดภูเก็ต วิเคราะห์ตัวแบบโดยใช้วิธีมาตรฐาน ศึกษาจุดสมดุล ศึกษาเสถียรภาพของจุดสมดุล หาค่าตอบเชิงวิเคราะห์ ศึกษาผลการฉีดวัคซีนสำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และหาค่าตอบเชิงตัวเลข ผลวิจัยพบว่าจุดสมดุลที่ไม่มีโรคและจุดสมดุลที่มีโรคเป็น Local Asymptotically Stable และมีค่าระดับการติดเชื้อเท่ากับ $R_0 = \frac{\Delta\mu N\theta}{(\beta + \Omega)(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)}$ และอัตราการฉีดวัคซีนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ถ้าประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อมีการฉีดวัคซีนป้องกันเป็นจำนวนมาก จะส่งผลให้การแพร่ระบาดของโรคลดลง

คำสำคัญ : ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์, โรคหัด, วัคซีนป้องกัน

Abstract

The purpose of this research was to develop and analyze the stability of vaccination results for a mathematical model of measles. in Phuket The model was analyzed using standard methods. study the balance point Study the stability of the equilibrium point. find analytical answers Study the vaccination results for a mathematical model and find a numerical answer. The results showed that the equilibrium point without disease and the equilibrium point with disease were local asymptotically stable and the level of infection was equal $R_0 = \frac{\Delta\mu N\theta}{(\beta + \Omega)(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)}$.. and vaccination rate are factors affecting the mathematical model. If populations at risk of infection are vaccinated in large numbers. will result in a reduction in the spread of the disease

Keywords : mathematical model, measles, preventive vaccine

บทนำ

ปัจจุบันคณิตศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลากหลายโดยเฉพาะทางการแพทย์ สามารถประยุกต์ใช้เพื่อจำลองการเกิดโรคและการรักษาโรคต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือช่วยทำความเข้าใจเกี่ยวกับสุขภาพหลายๆด้าน เช่น สภาพแวดล้อมทำให้เกิดโรคต่างๆ การป้องกันโรค เป็นต้น (อนุวัตร จิรวัดนพานิช และคณะ 2560)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นแบบจำลองที่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สมการอธิบายสถานการณ์จากการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าของข้อมูลในระบบที่จำลองขึ้น โดยไม่สนใจรายละเอียดปลีกย่อยบางอย่างที่อาจจะมองข้ามไปได้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อจะจับองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของเหตุการณ์หนึ่งๆ (อนุวัตร จิรวัดนพานิช และคณะ 2560)

จากการศึกษาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นถึงบทบาทและประโยชน์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีส่วนช่วยในการแก้วิกฤตการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นจากโรคร้ายต่างๆ โดยจะจำลองประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ ตัวเชื้อโรค ตัวพาหะนำโรค และผู้ติดเชื้อ โดยแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายลักษณะของการระบาดและการดำเนินของโรคโดยที่ผู้วิจัยไม่จำเป็นต้องไปศึกษากับมนุษย์โดยตรงซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อชีวิตของผู้วิจัยและผู้ป่วยได้อีก (Bureau of Epidemiology, 2557)

โรคหัด (Measles) คือโรคที่ติดเชื้อจากระบบทางเดินหายใจ ผู้ป่วยจะเกิดผื่นขึ้นตามผิวหนังพร้อมเป็นไข้ร่วมด้วย โดยโรคหัดเกิดจากไวรัสกลุ่มพารามิกโซไวรัส (Paramyxovirus) สามารถแพร่เชื้อและติดต่อกันได้ผ่านทางอากาศหรือการสัมผัสน้ำมูกและน้ำลายของผู้ป่วยโดยตรง ส่วนใหญ่มักเกิดในเด็กเล็ก รวมทั้งเป็นหนึ่งในสาเหตุการเสียชีวิตของเด็กแม้จะมีวัคซีนฉีดป้องกันโรคแล้วก็ตาม (โรงพยาบาลโป่งน้ำร้อน 2559)

จากเหตุข้างต้นผู้วิจัยได้ตระหนักและเห็นประโยชน์ที่ได้รับจึงทำการวิจัยเรื่องตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การควบคุมการแพร่ระบาดของโรคหัดโดยการฉีดวัคซีน ซึ่งผู้วิจัยได้เพิ่มตัวแปรอัตราการฉีดวัคซีนเป็นปัจจัยสำหรับการศึกษาในตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับป้องกันและควบคุมโรคหัดที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับควบคุมการแพร่ระบาดของโรคหัด โดยการฉีดวัคซีนในจังหวัดภูเก็ต
2. เพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับควบคุมการแพร่ระบาดโดยการฉีดวัคซีน ในจังหวัดภูเก็ต

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะศึกษาและพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับการฉีดวัคซีนป้องกันการแพร่ระบาดของโรคหัด โดยดำเนินการตาม 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งประชากรออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มคนที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ กลุ่มคนที่ติดเชื้อแต่ไม่แสดงอาการ กลุ่มคนที่ติดเชื้อแสดงอาการ และกลุ่มคนที่หายจากโรค ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรดังนี้ $S(t)$ จำนวนคนที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ ณ เวลา t ใดๆ, $E(t)$ จำนวนคนที่ติดเชื้อแต่ไม่แสดงอาการ ณ เวลา t ใดๆ, $I(t)$ จำนวนคนที่ติดเชื้อ ณ เวลา t ใดๆ, $R(t)$ จำนวนคนที่หายจากโรค ณ เวลา t ใดๆ โดย $S(t) > 0, E(t) > 0, I(t) > 0$ และ $R(t) > 0$ เนื่องจากจำนวนประชากรมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับเวลา คือ $N(t) = S(t) + E(t) + I(t) + R(t)$ ซึ่งเป็นค่าคงที่

2. การวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ตามวิธีการมาตรฐาน (Standart method) โดยศึกษาจุดสมดุลและศึกษาเสถียรภาพของจุดสมดุลเพื่อหาเงื่อนไขของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของจุดสมดุล หาค่าระดับการติดเชื้อโดยใช้วิธี Next Generations Method หาคำตอบเชิงวิเคราะห์และหาคำตอบเชิงตัวเลข โดยวิธี Numerical Analysis ดังวิธีการต่อไปนี้

2.1 การวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน

การวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานเป็นการศึกษาจุดสมดุล ค่าระดับการติดเชื้อ และเสถียรภาพของระบบ ดังนี้

2.1.1 การหาขอบเขตของค่าคงที่ เป็นการหาขอบเขตของค่าคงที่และช่วงคำตอบของตัวแปรต่างๆโดยการใช้เทคนิคการอินทิเกรตช่วยในการแสดงหาคำตอบ $S(t), E(t), I(t)$ และ $R(t)$ ซึ่งมีขอบเขตของค่าคงที่ อยู่ในจำนวนจริงบวก

2.1.2 จุดสมดุล การหาจุดสมดุลดำเนินการโดยจัดสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้นของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้เท่ากับศูนย์ คือ $\frac{dS}{dt} = 0, \frac{dE}{dt} = 0, \frac{dI}{dt} = 0, \frac{dR}{dt} = 0$ จะได้ค่าจุดสมดุลที่ไม่มีเชื้อโรค (Disease Free Equilibrium Point : E_0) ในกรณีที่ไม่มีการติดเชื้อโรค โดยกำหนดให้ $E_0 = (S, E, I, R) = E_0 \left(\frac{\mu N}{\beta + \Omega}, 0, 0, \frac{\beta \mu N}{\beta + \Omega} \right)$ และจะได้ค่าจุดสมดุลเกิดการแพร่ระบาดของ เชื้อโรค (Disease Free Equilibrium Point : E_1) ในกรณีที่มีการระบาดของเชื้อโรค โดยกำหนดให้ $I \neq 0$ จะได้ $E_1 = (S^*, E^*, I^*, R^*)$

2.1.3 การหาค่าระดับการติดเชื้อ ค่าระดับการติดเชื้อเป็นค่าเฉลี่ยที่ผู้ป่วยหนึ่งคนสามารถทำให้คนกลุ่มเสี่ยงป่วยเป็นจำนวนกี่คนในช่วงเวลาที่เขายังป่วยอยู่ โดยใช้วิธี Next Generation Method โดยจัดการสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้นในรูป $\frac{\partial X}{\partial t} = F(X) - V(X)$ เพื่อหาค่า R_0 จากเมตริกซ์ $P(Fv^{-1})$ ซึ่ง $F(X)$ คือ เมตริกซ์ของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้น, $V(X)$ คือ เมตริกซ์ของผู้ป่วยที่เปลี่ยนสถานะจากกลุ่มหนึ่งไปอีกกลุ่มหนึ่ง ได้จากอนุพันธ์ย่อย ดังนี้

$$X = \begin{bmatrix} S \\ E \\ I \\ R \end{bmatrix}, F = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1(E_0)}{\partial X_1} \end{bmatrix} \text{ และ } V = \begin{bmatrix} \frac{\partial V_1(E_0)}{\partial X_1} \end{bmatrix} \text{ โดยพิจารณา } R_0 \text{ ดังนี้}$$

1. $R_0 > 1$ แสดงว่า โรคมีการระบาดเพิ่มขึ้น (Epidemic)
2. $R_0 = 1$ แสดงว่า โรคเริ่มเสถียร (Endemic)
3. $R_0 < 1$ แสดงว่า โรคไม่มีการแพร่ระบาด

2.2 การวิเคราะห์เสถียรภาพ เป็นการหาค่าลักษณะเฉพาะ (Eigen Value) เพื่ออธิบายคำตอบของสมการเกี่ยวกับค่าความสมดุลสำหรับการตรวจสอบว่าเป็น Local Asymptotically Stable มี 2 กรณี ดังนี้

1. Local Asymptotically Stable ณ จุด E_0 ของจุดสมดุลที่ไม่มีโรค โดยการตรวจสอบค่าลักษณะเฉพาะของจาโคเบียนเมตริกซ์ ณ สภาวะที่ไม่มีโรค (E_0) ซึ่งจะได้สมการลักษณะเฉพาะจาก $\det(J_0 - \lambda I) = 0$ ซึ่ง J_0 คือ จาโคเบียนเมตริกซ์ ณ จุด E_0 และ I คือ เมตริกซ์เอกลักษณ์ โดยมีข้อกำหนดว่าทุกค่าส่วนจริงจะเป็นลบซึ่งจะสอดคล้องตามเงื่อนไขของ Routh-Hurwitz ซึ่งจะส่งผลให้ค่า $R_0 < 1$

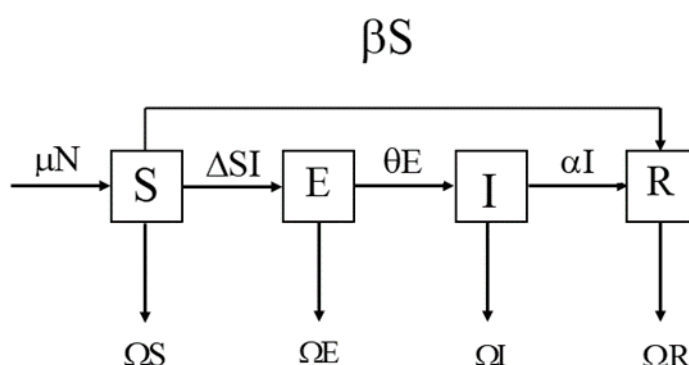
2. Local Asymptotically Stable ณ จุด E_1 ของจุดสมดุลที่มีโรค โดยการตรวจสอบค่าลักษณะเฉพาะของจาโคเบียนเมตริกซ์ ณ สภาวะที่มีการแพร่ระบาดของโรค (E_1) ซึ่งจะได้สมการลักษณะเฉพาะจาก $\det(J_1 - \lambda I) = 0$ ซึ่ง J_1 คือ จาโคเบียนเมตริกซ์ ณ จุด E_1 และ I คือ เมตริกซ์เอกลักษณ์ โดยมีข้อกำหนดว่าทุกค่าส่วนจริงจะเป็นลบซึ่งจะสอดคล้องตามเงื่อนไขของ Routh-Hurwitz ซึ่งจะส่งผลให้ค่า $R_0 > 1$

2.3 การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การวิเคราะห์เชิงตัวเลขเป็นการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้จุดสมดุลที่ไม่มีโรค (Disease Free Equilibrium Point: E_0) และจุดสมดุลที่เกิดการแพร่ระบาดของโรค (Endemic Equilibrium Point: E_1) ที่ทำให้ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้นเป็น Local Asymptotically Stable เพื่อนำค่าพารามิเตอร์ไปคำนวณหาค่าตอบเชิงตัวเลขโดยจำลองแบบด้วยโปรแกรม Matlab (สุกัลยา ศรีสุริฉิน, 2559)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาผลการฉีดวัคซีนสำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการป้องกันโรคหัด

จากตัวแปรข้างต้นผู้วิจัยได้สร้างแผนภาพผลการฉีดวัคซีนสำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการป้องกันโรคหัด



ภาพที่ 1 แผนภาพความสัมพันธ์และองค์ประกอบผลของการฉีดวัคซีนสำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการป้องกันโรคหัด

จากภาพที่ 1 สามารถเปลี่ยนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นระบบสมการเชิงอนุพันธ์แบบไม่เชิงเส้น

$$\frac{dS}{dt} = \mu N - \Delta SI - \beta S - \Omega S \quad (1)$$

$$\frac{dE}{dt} = \Delta SI - \Omega E - \theta E \quad (2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \theta E - \Omega I - \alpha I \quad (3)$$

$$\frac{dR}{dt} = \alpha I + \beta S - \Omega R \quad (4)$$

โดยมีเงื่อนไขประชากรมนุษย์จำนวนคงที่ $N = S + E + I + R$ เมื่อกำหนดสัญลักษณ์พารามิเตอร์ μ เป็นอัตราการเกิดของประชากร, Ω เป็นอัตราการเสียชีวิตของประชากร, Δ เป็นอัตราการสัมผัสเชื้อ, θ เป็นอัตราการฟักตัวของเชื้อ, α เป็นอัตราภูมิคุ้มกัน, และ N เป็นจำนวนประชากรทั้งหมด เนื่องจากค่าอนุพันธ์ของค่าคงที่ที่จะมีค่าเป็นศูนย์ และค่าจำนวนของประชากรแต่ละกลุ่มจะมีค่าไม่เกิน N โดยดำเนินการดังนี้

1. การวิเคราะห์ตามแบบมาตรฐาน

จาก Rate of change = Rate inflow-Rate outflow จะได้

$$F(X) = \mu N - \Delta SI - \beta S - \Omega S + \Delta SI - \Omega E - \theta E + \theta E - \Omega I - \alpha I + \alpha I + \beta S - \Omega R$$

ดังนั้น $\frac{dN}{dt} = \mu N - \Omega S - \Omega E - \Omega I - \Omega R$

เมื่อ $S = N, E = 0, I = 0, R = 0$

จะได้ $\frac{dN}{dt} = \mu N - \Omega N - \Omega(0) - \Omega(0) - \Omega(0)$

$$\frac{dN}{dt} = \mu N - \Omega N$$

$$\frac{dN}{dt} = (\mu - \Omega) N$$

แสดงว่า N เป็นค่าคงที่ เมื่อ $\mu = \Omega$

1.1 การหาจุดสมดุล โดยจัดสมการอนุพันธ์แบบไม่เชิงเส้นของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้เท่ากับศูนย์จะได้

$$\frac{dS}{dt} = 0, \frac{dE}{dt} = 0, \frac{dI}{dt} = 0, \frac{dR}{dt} = 0 \quad \text{ดังนี้}$$

$$S^* = \frac{\mu N}{\Delta I^* + \beta + \Omega} \quad (5)$$

$$E^* = \frac{\Delta \mu N I^* (\Omega + \theta)}{\Delta I^* + \beta + \Omega} \quad (6)$$

$$I^* = \frac{\theta \Delta \mu N (\Omega + \theta) (\Omega + \alpha)}{\Delta (\beta + \Omega)} \quad (7)$$

$$R^* = \frac{\alpha I^* \Omega + \beta \mu N}{\Delta I^* + \beta + \Omega} \quad (8)$$

1.1.1 การหาจุดสมดุลที่ไม่มีโรค (E_0) จากสมการ (1), (2), (3) และ (4) จะได้ค่าจุดสมดุลที่ไม่มีโรค (Disease Free Equilibrium Point : E_0) ในกรณีที่ไม่มีโรคติดเชื้อมา โดยกำหนดให้ $I = 0, S = N$ และ $R = 0$

$E_0 = (S, E, I, R) = E_0 \left(\frac{\mu N}{\beta + \Omega}, 0, 0, \frac{\beta \mu N}{\beta + \Omega} \right)$ เสถียรของระบบ (stability of Systems) ที่จุด E_0 โดยดำเนินการหา

สมการลักษณะเฉพาะ $\det(J_0 - \lambda I) = 0$ เพื่อหาค่า λ เมื่อ λ เป็นค่าลักษณะเฉพาะ (Eigen Values) และ I เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ขนาด

$$J_0 = \begin{bmatrix} -\beta-\Omega & 0 & -\Delta S & 0 \\ \Delta I & -\Omega-\theta & \Delta S & 0 \\ 0 & \theta & -\Omega-\alpha & 0 \\ \beta & 0 & \alpha & -\Omega \end{bmatrix}, J_0 - \lambda I = \begin{bmatrix} -\beta-\Omega & 0 & -\Delta S & 0 \\ \Delta I & -\Omega-\theta & \Delta S & 0 \\ 0 & \theta & -\Omega-\alpha & 0 \\ \beta & 0 & \alpha & -\Omega \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix}$$

$$\det(J_0 - \lambda I) = \begin{bmatrix} -\beta-\Omega-\lambda & 0 & -\Delta S & 0 \\ \Delta I & -\Omega-\theta-\lambda & \Delta S & 0 \\ 0 & \theta & -\Omega-\alpha-\lambda & 0 \\ \beta & 0 & \alpha & -\Omega-\lambda \end{bmatrix}$$

$$\det(J_0 - \lambda I) = (-\Omega - \lambda) \left[[(-\beta - \Omega - \lambda)(-\Omega - \theta - \lambda)(-\Omega - \alpha - \lambda)] - [\theta \Delta (-\beta - \Omega - \lambda)] \right]$$

1.1.2 การหาจุดสมดุลเกิดการแพร่ระบาดของเชื้อโรค (E_1)

จากสมการ (1),(2),(3) และ (4) จะได้ค่าจุดสมดุลที่เกิดจากการแพร่ระบาดของเชื้อโรค (Endemic Equilibrium Point : E_1) ในกรณีที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อโรค โดยกำหนดให้ $I > 0$ และ $S = N$ ซึ่งได้จาก

$$E_1 = (S^*, E^*, I^*, R^*) = \left(\frac{\mu N}{\nu I^* + \beta + \Omega}, \frac{\Delta \mu N I^* (\Omega + \theta)}{\nu I^* + \beta + \Omega}, \frac{\theta \Delta \mu N (\Omega + \theta) (\Omega + \alpha)}{\Delta (\beta + \Omega)}, \frac{\alpha I^* \Omega + \beta \mu N}{\Delta I^* + \beta + \Omega} \right) \text{ ดังนั้น สมการลักษณะเฉพาะที่จุด}$$

$E_1 = (S^*, E^*, I^*, R^*)$ โดยให้ $\det(J_1 - \lambda I_3) = 0$ เพื่อหาค่า λ เมื่อ λ เป็นค่าลักษณะเฉพาะ (Eigen Values) และ I_3 เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ขนาด 3×3 ดังนี้

$$J_1 = \begin{bmatrix} \Delta I^* - \beta - \Omega & 0 & -\Delta S^* & 0 \\ \Delta I^* & -\Omega - \theta & \Delta S^* & 0 \\ 0 & \theta & -\Omega - \alpha & 0 \\ \beta & 0 & \alpha & -\Omega \end{bmatrix}, J_1 - \lambda I = \begin{bmatrix} -\Delta I^* - \beta - \Omega & 0 & -\Delta S^* & 0 \\ \Delta I^* & -\Omega - \theta & \Delta S^* & 0 \\ 0 & \theta & -\Omega - \alpha & 0 \\ \beta & 0 & \alpha & -\Omega \end{bmatrix}$$

$$\det(J_1 - \lambda I) = (-\Omega - \lambda) \frac{\left[(\Delta I^* - \beta - \Omega - \lambda)(-\Omega - \theta - \lambda)(-\Omega - \alpha - \lambda) \right] - \left[\theta \Delta S^* (\Delta I^* - \beta - \Omega - \lambda) \right]}{A \quad B}$$

1.2 การหาค่าระดับการติดเชื้อ (R_0) เป็นการหารัศมีที่โดดเด่นของการแพร่ระบาดของโรค โดยใช้วิธีการ Next Generation Method โดยจะได้สมการ (1) - (4) จะได้เมทริกซ์ในรูป $\frac{\partial X}{\partial t} = F(X) - V(X)$ เพื่อหาค่า spectral radius $P(FV^{-1})$ ซึ่ง $F(X)$ และ $V(X)$ ได้จากอนุพันธ์ย่อย ดังนี้

$$X = \begin{bmatrix} S \\ E \\ I \\ R \end{bmatrix}, F = \left[\frac{\partial V_i(E_0)}{\partial X_i} \right] \text{ และ } V = \left[\frac{\partial V_i(E_0)}{\partial X_i} \right]$$

เมื่อ $F(X)$ คือเมทริกซ์ของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้น และ $V(X)$ คือเมทริกซ์ของผู้ป่วยที่เปลี่ยนสถานะจากกลุ่มหนึ่งไปอีกกลุ่มหนึ่งโดยพิจารณาการติดเชื้อ (R_0) โดยพิจารณา ดังนี้

$$F(X) = \begin{bmatrix} 0 \\ \Delta SI \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, V(X) = \begin{bmatrix} -\mu N + \Delta SI + \beta S + \Omega S \\ \Omega E + \theta E \\ -\theta E + \Omega I + \alpha I \\ -\alpha I - \beta R + \Omega S \end{bmatrix}$$

ให้ $E_0 = (S, E, I, R) = (N, 0, 0, N)$

จะได้ $F(E_0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\Delta\mu N}{\beta + \Omega} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, V(E_0) = \begin{bmatrix} \beta + \Omega & 0 & \frac{\Delta\mu N}{\beta + \Omega} & 0 \\ 0 & \Omega + \theta & 0 & 0 \\ 0 & -\theta & \Omega + \alpha & 0 \\ -\beta & 0 & -\alpha & \Omega \end{bmatrix}$

ดังนั้น

$$FV^{-1}(E_0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\Delta\mu N}{\beta + \Omega} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{(\beta + \Omega)} & \frac{-\theta\Delta\mu N}{(\beta + \Omega)^2(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)} & \frac{-\nu\mu N}{(\omega + \theta)^2(\sigma + \omega + \beta)} & 0 \\ 0 & \frac{1}{(\Omega + \theta)} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\theta}{(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)} & \frac{1}{(\sigma + \omega + \beta)} & 0 \\ \frac{\beta}{\Omega(\beta + \Omega)} & \frac{\theta\alpha}{\Omega(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)} - \frac{-\beta\theta\Delta\mu N}{\Omega(\beta + \Omega)^2(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)} & \frac{\alpha}{\Omega(\Omega + \alpha)} + \frac{(-\beta)(\Delta\mu N)}{\Omega(\beta + \Omega)^2(\Omega + \alpha)} & \frac{1}{\Omega} \end{bmatrix}$$

จะได้

$$FV^{-1}(E_0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\Delta\mu N\theta}{(\beta + \Omega)(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)} & \frac{\Delta\mu N}{(\beta + \Omega)(\Omega + \alpha)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

จะได้ $\det[FV^{-1}(E_0) - \lambda I] = (-\lambda)(-\lambda)(-\lambda)\left(\frac{\Delta\mu N\theta}{(\beta + \Omega)(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)} - \lambda\right)$

ดังนั้น $\lambda_1 = 0, \lambda_2 = 0, \lambda_3 = 0, \lambda_4 = \frac{\Delta\mu N\theta}{(\beta + \Omega)(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)}$

จากบทนิยาม $p(FV^{-1}(E_0)) = \max\{0, 0, 0, \frac{\Delta\mu N\theta}{(\beta + \Omega)(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)}\}$

ดังนั้น $p(FV^{-1}(E_0)) = \frac{\Delta\mu N\theta}{(\beta + \Omega)(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)}$ จะได้ค่าระดับการติดเชื้อ คือ $R_0 = \frac{\Delta\mu N\theta}{(\beta + \Omega)(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)}$

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เชิงตัวเลขผลของการฉีดวัคซีนสำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการ
ป้องกันโรคหัด กรณีศึกษาในจังหวัดภูเก็ต

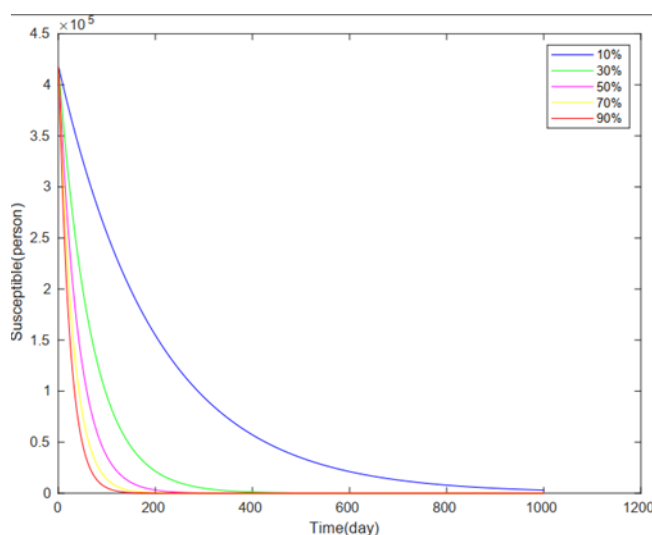
การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เชิงตัวเลข โดยนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการฉีดวัคซีนป้องกันโรคหัด ซึ่งมีค่าต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการฉีดวัคซีนป้องกันโรคหัด

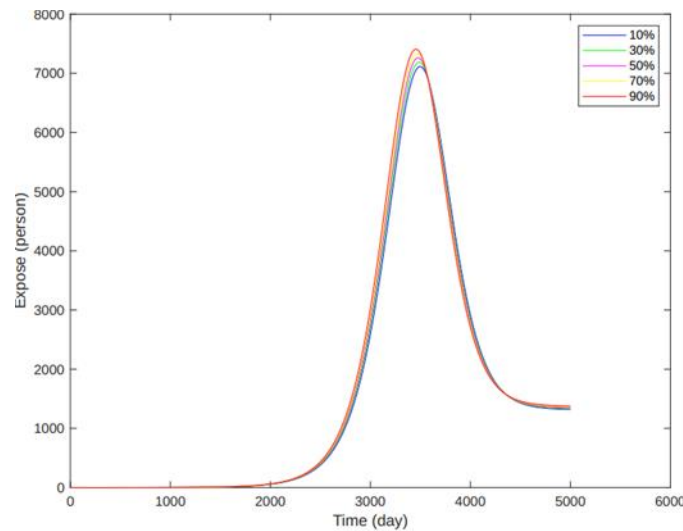
ข้อความ	สัญลักษณ์	ค่าพารามิเตอร์	หน่วย
อัตราการเกิดของประชากร	μ	4.18111×10^{-5}	คนต่อวัน
อัตราการเสียชีวิตของประชากร	Ω	1.69608×10^{-5}	คนต่อวัน
อัตราการฉีดวัคซีน	β	0-1	คนต่อวัน
อัตราการสัมผัสเชื้อ	Δ	3.93826×10^{-7}	คนต่อวัน
อัตราการฟักตัวของเชื้อ	θ	1.369863×10^{-2}	คนต่อวัน
อัตราการหายจากโรค	α	1.65669×10^{-5}	คนต่อวัน
จำนวนประชากรมนุษย์ทั้งหมด	N	417402	คน

***สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดภูเก็ต**

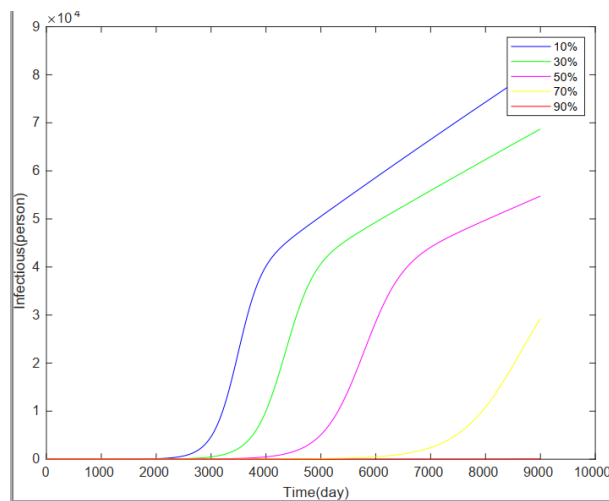
เมื่อพิจารณาเสถียรภาพของระบบ ณ จุดสมดุลที่ไม่มีโรค จะพบว่าค่าลักษณะเฉพาะทุกค่ามีส่วนจริงเป็นค่าลบ และสอดคล้องกับเงื่อนไขของ Routh-Huewitz ส่งผลให้คำตอบจะลู่เข้าสู่จุด (417402,0,0,0) ดังนั้นจุดสมดุลไม่มีเชื้อ E_0 จะเป็น Local asymptotically ดังรูป



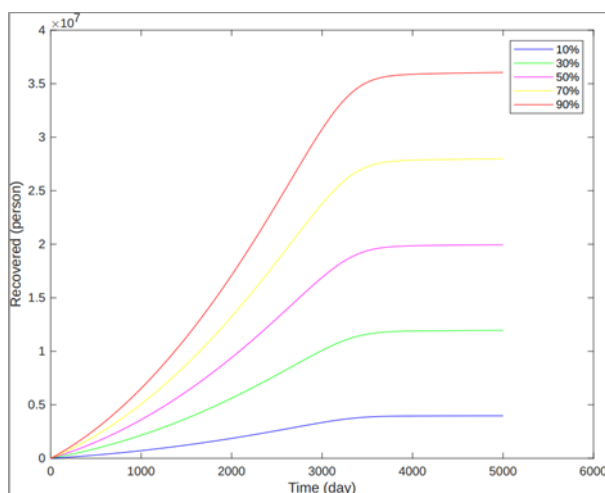
ภาพที่ 2 อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ (s) ณ เวลา t ใดๆ เมื่อค่า $\beta = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9$ ตามลำดับ ณ เสถียรภาพของจุดสมดุลที่มีโรค



ภาพที่ 3 อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแต่ไม่แสดงอาการ (E) ณ เวลา t ใดๆ เมื่อค่า $\beta = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9$ ตามลำดับ ณ เสถียรภาพของจุดสมดุลที่มีโรค



ภาพที่ 4 อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแต่ไม่แสดงอาการ (I) ณ เวลา t ใดๆ เมื่อค่า $\beta = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9$ ตามลำดับ ณ เสถียรภาพของจุดสมดุลที่มีโรค



ภาพที่ 5 อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแต่ไม่แสดงอาการ (R) ณ เวลา t ใดๆ เมื่อค่า $\beta = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9$ ตามลำดับ ณ เสถียรภาพของจุดสมดุลที่มีโรค

จากการศึกษาพบว่าอัตราการฉีดวัคซีนการแพร่ระบาดของโรคหัด เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การควบคุมการแพร่ระบาดของโรคหัดโดยการฉีดวัคซีน ซึ่งอัตราการฉีดวัคซีนการแพร่ระบาดของโรคหัด มีค่ามากขึ้นส่งผลให้ค่าระดับการติดเชื้อ (R_0) ลดลง ดังนั้นถ้าประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคหัด ได้รับวัคซีนป้องกันโรคหัดน้อย จะส่งผลให้การแพร่ระบาดของโรคเพิ่มขึ้นและถ้าประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคหัดได้รับวัคซีนจำนวนมากขึ้นจะส่งผลให้การแพร่ระบาดของโรคลดลงจนกระทั่งไม่มีการแพร่ระบาดของโรคหัด

วิจารณ์ผล

งานวิจัยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การควบคุมการแพร่ระบาดของโรคหัด โดยการฉีดวัคซีน ในจังหวัดภูเก็ต ได้กำหนดประชากรให้มีจำนวนคงที่ และได้เก็บข้อมูลต่าง ๆ เฉพาะเขตภูเก็ตเท่านั้น ดังนั้นหากไปใช้กับประชากรที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเขตพื้นที่อื่น ๆ อาจทำให้ผลคลาดเคลื่อนได้

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลของการฉีดวัคซีนสำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการป้องกันโรคหัด และวิเคราะห์เสถียรภาพของผลของการฉีดวัคซีนสำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการป้องกันโรคหัด ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ระบบสมการอนุพันธ์แบบไม่เชิงเส้น ซึ่งประกอบด้วยประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ ประชากรที่ติดเชื้อแต่ไม่แสดงอาการ ประชากรที่ติดเชื้อ และประชากรที่หายจากโรค ซึ่งผู้วิจัยเพิ่มค่าพารามิเตอร์ (Ω) คือ อัตราการฉีดวัคซีนลงในตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ใช้วิธีการวิเคราะห์วิธีมาตรฐาน และวิเคราะห์เชิงตัวเลขสำหรับตรวจสอบการแพร่ระบาดของโรค

ผู้วิจัยได้พิจารณาจุดสมดุลที่ไม่มีโรคและจุดสมดุลที่เกิดการแพร่ระบาดของโรคโดยการวิเคราะห์จุดสมดุลและเสถียรภาพของจุดสมดุลด้วยวิธีการวิเคราะห์วิธีมาตรฐานซึ่งค่าเสถียรภาพของระบบ Local Asymptotically Stable ที่ได้ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของRouth-Hurwitz เพื่อสามารถหาค่าพารามิเตอร์ R_0 ซึ่งมีความจำเป็นภายใต้เงื่อนไขเพื่อให้ Local Asymptotically Stability of Equilibrium Stable ที่มีเสถียรภาพในส่วนจุดสมดุลที่ไม่มีโรคและจุดสมดุลที่เกิดการแพร่ระบาดของโรค โดยที่ $R_0 = \frac{\Delta\mu N\theta}{(\beta + \Omega)(\Omega + \theta)(\Omega + \alpha)}$ สามารถพิจารณาค่าระดับการติดเชื้อ (R_0) โดยค่า $R_0 < 1$ วิเคราะห์ได้ว่า ณ จุดสมดุลที่ไม่มีโรคนั้นจะไม่เกิดการแพร่ระบาดของโรค และค่า $R_0 > 1$ วิเคราะห์ได้ว่า ณ จุดสมดุลที่มีการติดเชื้อจึงเกิดการแพร่ระบาดของโรค จากการวิเคราะห์เชิงตัวเลขพบว่าจุดสมดุลทั้งสองเป็น Local Asymptotically Stable

จากการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพการฉีดวัคซีนป้องกันเป็นผลปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์SEIR สำหรับการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคหัด โดยพบว่าถ้าประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ มีการฉีดวัคซีนป้องกันน้อย จะส่งผลให้การแพร่ระบาดของโรคเพิ่มมากขึ้น และถ้าประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อมีการฉีดวัคซีนป้องกันจำนวนมาก จะส่งผลให้การแพร่ระบาดของโรคลดลงจนกระทั่งไม่มีการแพร่ระบาดของเชื้อ

ดังนั้นสามารถนำผลจากการวิจัยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ SEIR สำหรับการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคหัด โดยการฉีดวัคซีนป้องกันโรค เพื่อลดจำนวนผู้ป่วยและใช้เป็นข้อมูลทางวิชาการให้กับหน่วยงานที่เฝ้าระวังของสำนักงานระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข รวมทั้งนำเสนอข้อมูลต่อหน่วยงานด้านสาธารณสุขดำเนินการมาตรการควบคุมและป้องกันโรคหัด โดยการฉีดวัคซีนป้องกันให้กับประชาชนทั่วไปที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

เอกสารอ้างอิง

Bureau of Epidemiology, 2557

บัณฑิตย์ อ้นยงค์.(2558).ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกโดยใช้การรณรงค์ให้ความรู้ กรณีศึกษาจังหวัดภูเก็ต. ภูเก็ต: มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.

โรงพยาบาลโป่งน้ำร้อน 2559

อนุวัตร จิรวัดนพานิชและคณะ. (2559). ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ SEIR สำหรับการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคอีสุกอีใสโดยการรณรงค์ให้ความรู้. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

อนุวัตร จิรวัดนพานิช และคณะ. (2559ก). ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การควบคุมการแพร่ระบาดของไข้หวัดใหญ่ โดยการสวมหน้ากากอนามัย. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ครั้งที่ 6, 15-16 สิงหาคม 2559. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

กรมควบคุมโรค.(2563).โรคหัดสำหรับระบาดวิทยา.กระทรวงสาธารณสุขจาก.

<https://hdcservice.moph.go.th/hdc/main/index.php>

ความรู้ และทัศนคติ ในการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Knowledge and Attitudes towards Breast Self-Examination among
Female undergraduate students of Phranakhon Rajabhat University

ธิชา พุ่มประพันธ์^{1*} นัฐพร เนียมศิริ² อะเคื้อ กุลประสูติติก³ ธนัญญา บัวเพื่อน⁴

Ticha Pumpraphan^{1*} Natthaporn Niamsiri² Akua Kulprasutidilok³ Thananyada Buapian⁴

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เลขที่ 9 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220

¹Phranakhon Rajabhat University, 9, Changwattana Road, Bangkhen, Bangkok, 10220

*Corresponding author E-mail: fana.jibi@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงสำรวจนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความรู้และทัศนคติการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยจำแนกตาม คณะ เกรตเฉลี่ยสะสม และการผ่านการอบรม กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 403 คน ได้มาด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเอง และมะเร็งเต้านมและแบบสอบถามทัศนคติการตรวจเต้านมด้วยตนเอง สถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสถิติที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ผลการวิจัย พบว่า ความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองอยู่ในระดับต่ำ ทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองอยู่ในระดับมาก นักศึกษาสังกัดคณะต่างกัน เกรตเฉลี่ยสะสมต่างกันและการเคยผ่านและไม่เคยผ่านการอบรม มีความรู้ตรวจเต้านมด้วยตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาสังกัดคณะต่างกัน เกรตเฉลี่ยสะสมต่างกันและการเคยผ่านและไม่เคยผ่านการอบรม มีทัศนคติการตรวจเต้านมด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : การตรวจเต้านมด้วยตนเอง ความรู้ ทัศนคติ นักศึกษาหญิง

Abstract

This cross-sectional research aimed at the study and the comparison for knowledge levels and attitudes of Breast Self-Examination among from the sample groups of 403 female undergraduate students of Phranakhon Rajabhat University, classified by faculty, cumulative GPA and BSE training. These participants were selected by convenience sampling. Data was collected by Breast Self-Examination and Breast Cancer knowledge tests and attitude questionnaire as the research instruments. The statistics used for data analysis were gathered form the frequency, percentage, mean, standard deviation, t- test and One- way ANOVA. The results showed that the Breast Self-Examination knowledge of the female undergraduate students was at the low level while the attitudes were at the high level. The female undergraduate students with different

faculties, cumulative GPA, with training and non-training experience showed the difference of Breast Self-Examination knowledge significantly at .05 levels. The female undergraduate students with different faculties and cumulative GPA, with training and non-training experience were not different of Breast Self-Examination attitudes.

Keywords: Breast Self-Examination, Knowledge, Attitudes, Female undergraduate students

บทนำ

มะเร็งเต้านมถือเป็นความท้าทายด้านสุขภาพที่สำคัญของโลก เป็นมะเร็งที่ได้รับการวินิจฉัยบ่อยที่สุดในโลกโดยมีผู้ป่วยประมาณ 2.26 ล้านรายในปี 2020 และเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งในสตรี แม้ว่าในอดีตจะถือว่าเป็นโรคในประเทศที่พัฒนาแล้วส่วนใหญ่ แต่การวินิจฉัยมะเร็งเต้านมมากกว่าครึ่งและการเสียชีวิตที่เกี่ยวข้องกับมะเร็งเต้านม 2 ใน 3 เกิดขึ้นในภูมิภาคที่พัฒนาน้อยกว่าของโลก ในปี 2020 การสำรวจสาเหตุของการแปรผันที่สังเกตพบในภาระมะเร็งเต้านมทั่วโลก และความท้าทายของการดูแลและควบคุมที่มีประสิทธิภาพ ความผันแปรทั่วโลกที่สังเกตพบในอุบัติการณ์ของมะเร็งเต้านมจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาในบริบทของปัจจัยเสี่ยงที่ทราบกันดีสำหรับโรคนี้อายุเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่สุดและอัตราการเกิดจำเพาะเจาะจงอายุสูงสุดพบได้ในผู้หญิงที่อายุมากที่สุดในลำดับ 3 ในสหราชอาณาจักรมากกว่าหนึ่งในสามของมะเร็งเต้านมเกิดขึ้นในผู้หญิงที่มีอายุมากกว่า 70 ปีและผู้หญิงน้อยกว่าหนึ่งในห้าเป็นอายุต่ำกว่า 50 ปี เมื่อวินิจฉัยในทางตรงกันข้ามในประเทศที่มีการพัฒนาน้อย มะเร็งเต้านมมากกว่าครึ่งเกิดขึ้นในผู้หญิงที่มีอายุต่ำกว่า 50 ปี ประชากรที่อายุน้อยกว่าและอายุขัยที่สั้นลงหนึ่งทศวรรษเป็นตัวขับเคลื่อนหลักของอายุที่น้อยกว่า โดยเฉลี่ยในประเทศที่พัฒนาน้อยกว่าเมื่ออายุขัยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นควบคู่ไปกับการพัฒนาเศรษฐกิจในภูมิภาคเหล่านี้เราคาดว่าจะเห็นอุบัติการณ์มะเร็งเต้านมเพิ่มขึ้น (Wilkinson & Gathani, 2022)

ข้อมูลสถิติโรคมะเร็งประเทศไทยปี พ.ศ. 2557 ของสถาบันมะเร็งแห่งชาติพบผู้ป่วยใหม่ 122,757 คน เป็นเพศชายจำนวน 59,662 คน และเพศหญิง 63,095 คน โรคมะเร็งที่พบบ่อย 5 อันดับแรกในชายไทย ได้แก่ มะเร็งตับและท่อน้ำดี มะเร็งปอด มะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก มะเร็งต่อมลูกหมาก และมะเร็งต่อมน้ำเหลือง ส่วนมะเร็งที่พบบ่อย 5 อันดับแรกในหญิงไทย ได้แก่ มะเร็งเต้านม มะเร็งตับและท่อน้ำดี มะเร็งปากมดลูก มะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก และมะเร็งปอด (สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, 2563) โรคมะเร็งเต้านมในสตรีมีอุบัติการณ์ของโรคสูงที่สุดจากข้อมูลทะเบียนมะเร็ง ปีพ.ศ. 2561 พบมะเร็งเต้านม ร้อยละ 40.8 รองลงมา คือ มะเร็งปากมดลูก ร้อยละ 14.2 และอันดับที่ 3 คือ มะเร็งลำไส้ร้อยละ 11.1 (สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, 2562)

วิธีการป้องกันมะเร็งเต้านมที่ดีที่สุด คือ ค้นพบให้เร็วที่สุด การป้องกันมะเร็งเต้านมที่มีประสิทธิผลนั้นจำเป็นต้องมีการดำเนิน 3 ประการ ได้แก่ 1) การตรวจเต้านมด้วยตนเอง (Breast self-examination) 2) การตรวจเต้านมโดยแพทย์หรือบุคลากรทางการแพทย์ (Clinical examination) และ 3) การตรวจด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านม (Mammography) ซึ่งการตรวจเต้านมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ การตรวจด้วยภาพถ่าย

รังสีเต้านมจากเครื่องถ่ายภาพด้วยรังสี (Mammography) แต่เนื่องด้วยราคาแพงและต้องอาศัยบุคลากรที่มีความชำนาญ ดังนั้นการตรวจเต้านมด้วยตนเองเป็นสิ่งแรกที่ผู้หญิงทุกคนสามารถทำได้เพื่อป้องกันตนเองจากโรคร้าย ผู้หญิงที่มีอายุ 20 ปี เป็นต้นไป ควรตรวจเต้านมด้วยตนเองทุกเดือนเป็นประจำอย่างถูกวิธี หลังหมดประจำเดือน 3 วัน การตรวจเต้านมที่มีประสิทธิภาพต้องประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ดูด้วยตา (Look for Change) ขั้นที่ 2 แล้วคลำด้วยมือ การตรวจเต้านมด้วยตนเองเพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของเต้านม ถ้าพบการเปลี่ยนแปลงต้องรีบไปพบแพทย์ (มูลนิธิถันยรักษ์ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี,2560)

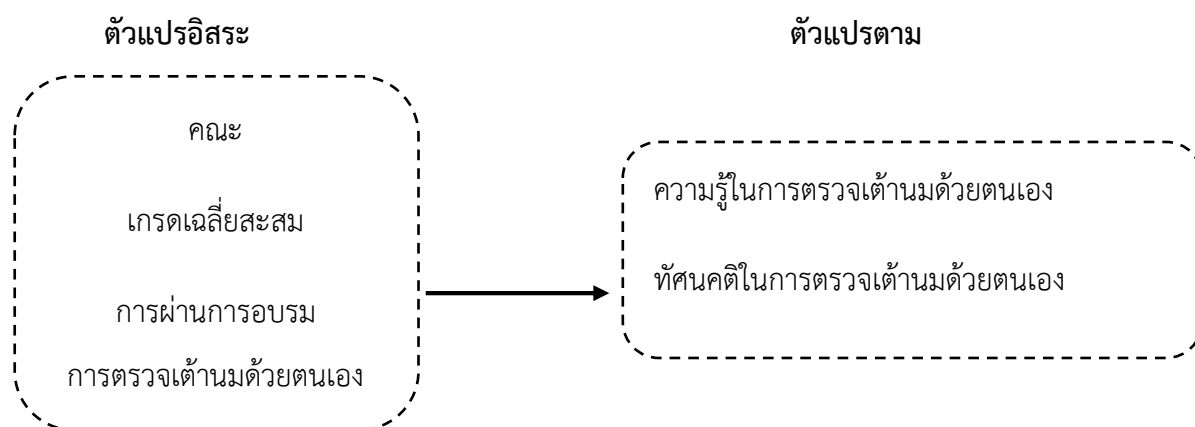
เนื่องจากมะเร็งเต้านมพบมากในผู้หญิงไทย โดยที่นักศึกษาหญิงอาจเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเต้านมในอนาคต คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความรู้และทัศนคติในการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งเต้านม สามารถดำเนินการรักษาได้อย่างรวดเร็ว และเพิ่มโอกาสการรอดชีวิต

วัตถุประสงค์ของวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความรู้ในการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
2. เพื่อศึกษาระดับทัศนคติในการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความรู้และทัศนคติในการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยจำแนกตาม คณะ เกรดเฉลี่ยสะสม และการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดการวิจัย

การตรวจเต้านมด้วยตนเองเป็นวิธีการเบื้องต้นและง่ายต่อการป้องกันด้วยตนเอง เพื่อลดความเสี่ยงในการตรวจเจอมะเร็งเต้านม สามารถดำเนินการรักษาได้อย่างรวดเร็ว เพิ่มโอกาสการรอดชีวิตอีกด้วย



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดของการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ทุกชั้นปี ทั้งหมด 5 คณะ จำนวน 5,011 คน จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรคำนวณของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และยอมให้คลาดเคลื่อนได้ 5% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 371 คน แต่ในการทำวิจัยครั้งนี้สามารถเก็บได้ทั้งหมด 403 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของแต่ละคณะ ดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling)

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามคณะ

คณะ	ประชากร (คน)	กลุ่มตัวอย่างตาม สัดส่วน (คน)	กลุ่มตัวอย่างตามการ เก็บข้อมูลจริง (คน)
วิทยาลัยการฝึกหัดครู	1,424	106	63
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	410	30	38
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	525	39	89
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	1,349	100	143
คณะวิทยาการจัดการ	1,303	96	70
รวมทั้งสิ้น	5,011	371	403

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย คณะ เกรดเฉลี่ยสะสม และการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

ส่วนที่ 2 แบบวัดความรู้เกี่ยวกับการตรวจมะเร็งเต้านมด้วยตนเอง และโรคมะเร็งเต้านม พัฒนาและดัดแปลงมาจาก Rosmawati (2010) Nemenqani et al. (2014) และ วรณีย์ (2557) จำนวน 8 ข้อ

ใช้การพิจารณาโดยนำคะแนนมาแปลงเป็นร้อยละ การจัดระดับพิจารณาจากหลักเกณฑ์ของ Bloom et al. (1956) มีเกณฑ์การแบ่งคะแนนเป็น 3 ลำดับ ดังนี้ 1) ความรู้ระดับสูง ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป (ช่วงคะแนน 6.5-8 คะแนน) 2) ความรู้ระดับปานกลาง ได้คะแนนระหว่างร้อยละ 60-80 (ช่วงคะแนน 4.9-6.4 คะแนน) 3) ความรู้ระดับต่ำได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 (ช่วงคะแนน 0-4.8 คะแนน)

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเอง พัฒนาและดัดแปลงมาจาก Rosmawati (2010) Nemenqani et al. (2014) และ วรณีย์ (2557) จำนวน 7 ข้อ ทัศนคติมีเกณฑ์การตัดสินค่าเฉลี่ยจากมาตรฐานค่า 5 ระดับ ตามแนวทางของ Best & Kahn (1993) ดังนี้ 1) ทัศนคติระดับมากที่สุด (ช่วงคะแนน

4.51 - 5.00) 2) ทักษะคิดระดับมาก (ช่วงคะแนน 3.51 - 4.50) 3) ทักษะคิดระดับปานกลาง (ช่วงคะแนน 2.51 - 3.50) 4) ทักษะคิดระดับน้อย (ช่วงคะแนน 1.51 - 2.50) 5) ทักษะคิดระดับน้อยที่สุด (ช่วงคะแนน 1.00 - 1.50)

แบบสอบถามถูกนำไปหาค่าความเที่ยงโดยทดลองใช้กับนักศึกษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน โดยแบบวัดความรู้มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .520 แบบสอบถามทักษะคิดมีค่าความเที่ยงเท่ากับ .653

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทาง Google Form ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2565

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของผู้ตอบแบบสอบถามลักษณะแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ด้วย ความถี่ และร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้และทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) วิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้และทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเอง จำแนกตามการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง ด้วยสถิติที (T-test) จำแนกตามคณะ และเกรดเฉลี่ยสะสม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One - way ANOVA)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คณะวิทยาลัยการฝึกหัดครู คิดเป็นร้อยละ 15.4 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 9.9 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 35.5 คณะวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 21.8 คณะวิทยาการจัดการ คิดเป็นร้อยละ 17.4 เกรดเฉลี่ยสะสม ส่วนใหญ่ อยู่ในระดับ 3.00-3.49 เป็นร้อยละ 33.7 เคยมีการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 31.3 และไม่เคยผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 68.7

2. ผลการวิเคราะห์ระดับความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มีระดับความรู้ที่ระดับต่ำ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 78.4 รองลงมา คือ มีระดับความรู้ที่ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 19.6 และมีระดับความรู้ที่ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 2.0 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ระดับ	ช่วงคะแนน	จำนวนคน	ร้อยละ
ระดับต่ำ	ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 (ช่วงคะแนน 0-4.8 คะแนน)	316	78.4
ระดับปานกลาง	ได้คะแนนระหว่างร้อยละ 60-80 (ช่วงคะแนน 4.9-6.4 คะแนน)	79	19.6
ระดับสูง	ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป (ช่วงคะแนน 6.5-8 คะแนน)	8	2.0

3. ผลการวิเคราะห์ระดับทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิงมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ส่วนใหญ่มีระดับทัศนคติที่ระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 52.4 รองลงมา คือ มีระดับทัศนคติที่ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 34.0 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ระดับ	ช่วงคะแนน	จำนวนคน	ร้อยละ
มากที่สุด	4.51 – 5.00	49	12.2
มาก	3.51 - 4.50	211	52.4
ปานกลาง	2.51 - 3.50	137	34.0
น้อย	1.51 - 2.50	6	1.5
น้อยที่สุด	1.00 – 1.50	-	-

4. ผลการเปรียบเทียบความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยจำแนกตาม คณะ เกรดเฉลี่ยสะสม และการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง จำแนกตามคณะ พบว่า นักศึกษาหญิงที่มีสังกัดคณะต่างกันมีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองสูงสุด (\bar{X} =4.12, S.D. =1.65) จำแนกตามเกรดเฉลี่ย พบว่า นักศึกษาหญิงที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมต่างกันมีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 2.50-2.99 มีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองสูงสุด (\bar{X} =3.34, S.D. =1.76) จำแนกตามการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง พบว่า นักศึกษาหญิงที่เคยผ่านการอบรมและนักศึกษาหญิงที่ไม่เคยผ่านการอบรมมีตรวจเต้านมด้วยตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{587} = 5.094, p = .000$) โดยผู้ที่เคยผ่านการอบรมมีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองสูงกว่าผู้ที่ไม่เคยผ่านการอบรม ผลการเปรียบเทียบความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยจำแนกตาม คณะ เกรตเฉลี่ยสะสม และการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน(คน)	ร้อยละ	ความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเอง	p-value
คณะ				.000
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	88	21.80	4.12±1.65	
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	143	35.50	2.93±1.57	
วิทยาการจัดการ	70	17.40	2.31±1.53	
วิทยาลัยการฝึกหัดครู	62	15.40	3.40±1.63	
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	40	9.90	2.60±1.46	
เกรตเฉลี่ยสะสม				.001
2.00-2.49	18	4.50	1.83±1.58	
2.50-2.99	136	33.70	3.34±1.76	
3.00-3.49	135	33.50	2.89±1.64	
3.50 ขึ้นไป	114	28.30	3.34±1.56	
การผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง				.000
เคย	126	31.30	4.02±1.56	
ไม่เคย	277	68.30	2.71±1.59	

5. ผลการเปรียบเทียบทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยจำแนกตาม คณะ เกรตเฉลี่ยสะสม และการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง จำแนกตามคณะ พบว่า นักศึกษาหญิงที่มีสังกัดคณะต่างกัน เกรตเฉลี่ยสะสมต่างกัน มีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน จำแนกตามการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง พบว่า นักศึกษาที่เคยผ่านการอบรมและนักศึกษาที่ไม่เคยผ่านการอบรม มีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน ($t_{587} = -1.740$, $p = .169$) ผลการเปรียบเทียบทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยจำแนกตาม คณะ แกรดเฉลี่ยสะสม และการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน(คน)	ร้อยละ	ความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเอง	p-value
คณะ				.147
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	88	21.80	3.82±.57	
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	143	35.50	3.79±.67	
วิทยาการจัดการ	70	17.40	3.71±.62	
วิทยาลัยการฝึกหัดครู	62	15.40	3.74±.54	
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	40	9.90	3.54±.53	
เกรดเฉลี่ยสะสม				.861
2.00-2.49	18	4.50	3.72±.54	
2.50-2.99	136	33.70	3.78±.60	
3.00-3.49	135	33.50	3.76±.63	
3.50 ขึ้นไป	114	28.30	3.71±.62	
การผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง				.169
เคย	126	31.30	3.81±.52	
ไม่เคย	277	68.30	3.72±.64	

วิจารณ์ผล

1. นักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครมีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองในระดับต่ำ ร้อยละ 78.4 อาจเนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองจึงทำให้มีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองในระดับต่ำ สอดคล้องกับ Fouelifack et al. (2021) ประเมินความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติการตรวจเต้านมด้วยตนเอง (BSE) ในหมู่สตรีในยาฮอนเดและโมนาเตเล พบว่า กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 53 มีความรู้ไม่ดี และ จากผู้เข้าร่วม 402 คน ร้อยละ 65.2 รายงานว่าไม่ได้ฝึกการตรวจเต้านมด้วยตนเอง (BSE) สำหรับผู้ที่ฝึกปฏิบัติร้อยละ 71.6 มีการปฏิบัติที่ไม่ดี สาเหตุหลักของการการปฏิบัติที่ไม่ดี คือ ขาดความรู้ ความรู้ที่ไม่ดีเพิ่มการปฏิบัติที่ไม่ดี และสอดคล้องกับ วรณิ (2557) ศึกษาวิจัยเรื่องความรู้ เจตคติเกี่ยวกับการตรวจเต้านมด้วยตนเองของสตรีอายุ 30 ปีขึ้นไปในเขตรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนคำ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เรื่องการตรวจเต้านมด้วยตนเองอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 60.6 ระดับปานกลางร้อยละ 31.8 และระดับสูงร้อยละ 7.6

2. นักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองส่วนใหญ่มีระดับทัศนคติที่ระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 52.4 อาจเนื่องจากนักศึกษาได้รับรู้ถึงความสำคัญของการตรวจเต้านมด้วยตนเองจากการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง หรือผ่านทางสื่อต่าง ๆ เช่น สื่อประชาสัมพันธ์ตาม Social media หรือตามโรงพยาบาล จึงทำให้นักศึกษามีทัศนคติที่ดีมากต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเอง สอดคล้องกับ Asmare et al. (2022) ศึกษาวิจัยเรื่อง ความรู้ ทัศนคติ การปฏิบัติในการตรวจเต้านมด้วยตนเองและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของสตรีในเมืองกอนดา ทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศเอธิโอเปีย พบว่า จากผู้หญิงทั้งหมด 571 คน มีผู้เข้าร่วมการศึกษาประมาณ 541 คน มีทัศนคติที่ดีต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเอง (BSE)

3. การเปรียบเทียบความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยจำแนกตาม คณะ เกรตเฉลี่ยสะสม และการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

นักศึกษาหญิงที่มีสังกัดคณะต่างกันมีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองต่างกัน อาจเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนของแต่ละคณะโดยส่วนใหญ่ไม่ได้มีวิชาที่เกี่ยวข้องกับการตรวจเต้านมด้วยตนเอง จึงทำให้นักศึกษาที่มีสังกัดคณะต่างกันมีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองแตกต่างกัน

นักศึกษาหญิงที่มีเกรดเฉลี่ยต่างกัน มีระดับความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องจากการมีความรู้จะทำให้มีทัศนคติที่ดี และมีแนวโน้มที่ดีด้านพฤติกรรมต่อไปด้วย ดังนั้นผู้ที่มีการเรียนสูงจะมีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองสูงตามไปด้วย

นักศึกษาหญิงที่เคยผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองและนักศึกษาที่ไม่เคยผ่านการอบรม มีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{587} = 5.094, p = .000$) อาจเนื่องจากนักศึกษาที่ผ่านการอบรมจะมีความรู้หลักการและวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเอง การผ่านประสบการณ์การอบรมจึงทำให้มีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองสูงกว่าผู้ที่ไม่เคยผ่านการอบรม สอดคล้องกับการศึกษาของ ประภาธิตา และคณะ (2560) ศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินผลการตรวจเต้านมด้วยตนเองของสตรีจังหวัดเชียงราย ผลการศึกษา กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 82.25 เคยตรวจเต้านมด้วยตนเองในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา ส่วนใหญ่ มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง

4. การเปรียบเทียบทัศนคติการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยจำแนกตาม คณะ เกรตเฉลี่ยสะสม และการผ่านการอบรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

นักศึกษาหญิงที่มีสังกัดคณะต่างกัน มีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน ($t_{587} = -1.740, p = .147$) อาจเนื่องจากมะเร็งเต้านมเป็นมะเร็งที่พบมากที่สุดเป็นอันดับ 1 ในผู้หญิงประเทศไทย ทำให้นักศึกษาหญิงทุกคนไม่ว่าจะสังกัดคณะใดก็ตระหนักถึงความสำคัญในการตรวจเต้านมด้วยตนเอง เพราะเป็นเรื่องใกล้ตัวจึงทำให้นักศึกษาหญิงต่างสังกัดคณะไม่แตกต่างกัน

นักศึกษาหญิงที่มีเกรดเฉลี่ยต่างกัน มีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน ($t_{587} = -1.740, p = .861$) อาจเนื่องจากความรู้ไม่ส่งผลทำให้มีทัศนคติที่ดีหรือไม่ดี คุณลักษณะส่วนบุคคล เช่น ผลการเรียนไม่เกี่ยวข้องกับการตรวจเต้านมด้วยตนเองจึงทำให้นักศึกษาหญิงต่างสังกัดคณะไม่แตกต่างกัน โดยผู้ที่มีการเรียนสูงมีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองสูงเช่นเดียวกับผู้ที่มีการเรียนต่ำ

นักศึกษาหญิงที่เคยผ่านการอบรมและนักศึกษาที่ไม่เคยผ่านการอบรม มีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่ไม่แตกต่างกัน ($t_{587} = -1.740, p = .169$) อาจเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองในระดับมาก บ่งบอกถึงความเต็มใจที่จะทำการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

สรุปผล

นักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองที่ระดับต่ำ มากที่สุด มีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่ระดับมาก มากที่สุด นักศึกษาหญิงที่มีสังกัดคณะต่างกัน เกรดเฉลี่ยสะสมต่างกัน และการเคยผ่านและไม่เคยผ่านการอบรม มีความรู้การตรวจเต้านมด้วยตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาหญิงสังกัดคณะต่างกัน เกรดเฉลี่ยสะสมต่างกัน และที่เคยผ่านการอบรมและไม่เคยผ่านการอบรม มีทัศนคติต่อการตรวจเต้านมด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะอาจารย์และกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาหญิงในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และแหล่งข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆเป็นอย่างดี ที่คอยอำนวยความสะดวกในการหาข้อมูลทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ประภาธิตา วุฒิชยา, งามนิത്യ ราชกิจ, เรือนทอง ใหม่อรินทร์. 2560. การประเมินผลการตรวจเต้านมด้วยตนเองของสตรีจังหวัดเชียงราย. เชียงรายเวชสาร, 9(1/2560), 55-62.

วรรณิ ศักดิ์ศิริ. 2557. รายงานการวิจัย ความรู้ เจตคติเกี่ยวกับการตรวจเต้านมด้วยตนเองของสตรีอายุ

30 ปี ขึ้นไป เขตรับผิดชอบของ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนคา. นครศรีธรรมราช:

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนคา.

มูลนิธิถันยรักษ์ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทร์ทรงบรมราชชนนี. 2560. คู่มือการสอนการตรวจเต้านมด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: บริษัท โมเดิร์นฟิล์ม เซ็นเตอร์ จำกัด.

สถาบันมะเร็งแห่งชาติ. 2562. ทะเบียนมะเร็งระดับโรงพยาบาล พ.ศ. 2561. กรุงเทพฯ: นิเวศรรมดาการพิมพ์(ประเทศไทย).

สถาบันมะเร็งแห่งชาติ. 2563. แผนยุทธศาสตร์สถาบันมะเร็งแห่งชาติ พ.ศ. 2563– 2565. กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

Asmare, K., Birhanu, Y., & Wako, Z. 2022. Knowledge, attitude, practice towards breast self-examination and associated factors among women in Gondar town, Northwest Ethiopia, 2021: a community-based study. BMC women's health, 22(1), 174. <https://doi.org/10.1186/s12905-022-01764-4>

Best, J., & Kahn, J. V. 1993. Research in Education (7th ed.). Boston: Allyn and Bacon.

- Bloom, B.S. et al. 1956. Taxonomy of educational objectives: Cognitive and affective Domains. New York: David Mckay.
- Fouelifack, F.Y., Binyom, R.P., Ofeh, A.M., Fouedjio, J.H. and Mbu, R.E. 2021. Knowledge, Attitude and Practice of Breast Self-Examination amongst Women in Two Communities of Cameroon. *Open Journal of Obstetrics and Gynecology*, 11, 773-793.
- Nemenqani, D., Abdelmaqoud, S., Al-Malki, A. , Orajja, A. and Al-Otaibi, E. 2014 Knowledge, attitude and practice of breast self examination and breast cancer among female medical students in Taif, Saudi Arabia. *Open Journal of Preventive Medicine*, 4, 69-77. <https://doi: 10.4236/ojpm.2014.42011>.
- Rosmawati N. H. 2010. Knowledge, attitudes and practice of breast self-examination among women in a suburban area in Terengganu, Malaysia. *Asian Pacific journal of cancer prevention: APJCP*, 11(6), 1503–1508
- Wilkinson, L., & Gathani, T. 2022. Understanding breast cancer as a global health concern. *The British journal of radiology*, 95(1130), 20211033. <https://doi.org/10.1259/bjr.20211033>

การพัฒนารูปแบบการสื่อสารทางสุขภาพและสร้างความรู้ (HL) ด้านการป้องกัน
โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) แบบมีส่วนร่วมในมิติวัฒนธรรม

ของกลุ่มชาติพันธุ์ จังหวัดเชียงราย

Developing of Health Communication Model and Health literacy (HL)
to Prevention of Coronavirus Disease (COVID-19) with Participation
in Cultural Dimensions of Ethnic Groups, Chiang Rai Province

พัชรินทร์ วินยางค์กุล^{1*} มณูเชษฐ์ มะโนธรรม² เสกสรรค์ วินยางค์กุล¹ จุฑามาต เมืองมูล¹
อนุสรรา บุญจิตตร¹ พิณัฐธินีย์ จิตคำ¹ วัชรพงษ์ เรือนคำ¹

Phatcharin Winyangkul^{1*} Manuchet Manothum² Seksan Winyangkul¹ Jutamaz Muangmool¹

Anusara Boonjit¹ Phinutthinee Jitkhum¹ Watcharapong Ruankham¹

¹ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100

¹ School of Public Health, Chiang Rai Rajabhat University, Mueang Chiang Rai, Chiang Rai Province, 57100

² คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

² Faculty of Public Health, University of Phayao, Mueang Phayao, Phayao Province, 56000

*Corresponding author E-mail: Phatcharin.Win@crru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research : PAR) เพื่อการพัฒนารูปแบบการสื่อสารทางสุขภาพและสร้างความรู้ (HL) ด้านการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) แบบมีส่วนร่วมในมิติวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ 6 กลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่ จังหวัดเชียงราย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ราย เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถามและใช้รูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงปริมาณวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 218 ราย ร้อยละ 54.5 อายุส่วนใหญ่เฉลี่ย 36 ปี สถานภาพส่วนใหญ่สมรสจำนวน 224 ราย ร้อยละ 56.0 อาชีพส่วนใหญ่เกษตรกรจำนวน 202 ราย ร้อยละ 50.5 ไม่ได้รับการศึกษาสูงสุดจำนวน 138 ราย ร้อยละ 34.5 มีโรคประจำตัวจำนวน 24 ราย ร้อยละ 6.0 โรคประจำตัวส่วนใหญ่ที่พบคือโรคความดันโลหิตสูง การวิจัยพบว่าส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (Covid-19) ในระดับความรู้สูงจำนวน 224 ราย ร้อยละ 56.0 รองลงมาที่มีความรู้เกี่ยวกับโรคในระดับปานกลางจำนวน 130 ราย ร้อยละ 32.5 และน้อยที่สุดจำนวน 46 ราย ร้อยละ 11.5 ตามลำดับ มีความรอบรู้ด้านสุขภาพเกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (COVID-19) ค่าเฉลี่ยความรอบรู้ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (\bar{X} =32.26, S.D.=8.19) และมีพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อโคโรนา (COVID-19) ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (\bar{X} =36.39, S.D.=4.82) ผลจากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปขยายพื้นที่และต่อยอดใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมความรู้ ความรอบรู้และการป้องกันโรคโควิด-19 ในกลุ่มชาติพันธุ์ต่อไป

คำสำคัญ : การสื่อสารทางสุขภาพ ความรอบรู้ การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา แบบมีส่วนร่วมในมิติวัฒนธรรม กลุ่มชาติพันธุ์

Abstract

Participatory action research (PAR) for the development of a health communication model and building knowledge (HL) in participatory prevention of coronavirus disease (COVID-19) in an ethnic cultural dimension. Chiang Rai A sample of 400 people was calculated from the ethnic population living in all 6 ethnic groups in Chiang Rai province. The research tool was a questionnaire and a qualitative research method was used to collect data. The data were analyzed using quantitative statistics, including number, percentage, mean and standard deviation.

This research, the sample group most of them were female 218 cases (54.5%) average age 36 years, lowest age 15 years and highest age 83 years. Most of them were married 224 cases (56.0%). Occupations were farmers 202 cases (50.5%). Uneducated was 138 cases (34.5%) and had underlying diseases 24 cases (6.0%). Most of the underlying diseases were high blood pressure. The research found that most of them had knowledge about Corona 2019 (Covid-19) at a high level of knowledge 224 cases (56.0%), followed by 130 cases (32.5%) and less knowledge about Corona 2019 (Covid-19) was 46 cases (11.5%) respectively. Have health literacy about Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Overall, the average level of literacy was found to be moderate ($\bar{X} = 32.26$, S. D. = 8.19). and health behaviors for prevention of Corona infection (COVID-19). Overall, it was found that the average was at a high level ($\bar{X} = 36.39$, S. D. = 4.82). The results of this research can be used to expand the area and be used as a guideline to promote knowledge. Awareness and Prevention of COVID-19 in the next ethnic group

Keywords: Health communication model, Health literacy, Prevention of Coronavirus Disease (COVID-19), Community Participation in Cultural Dimensions, Ethnic Groups

บทนำ

ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยประกอบด้วยจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน พะเยา ลำปาง ลำพูน แพร่ และน่าน เป็นพื้นที่ภูมิภาคที่มีกลุ่มชาติพันธุ์อาศัยอยู่เป็นจำนวนมากและหลากหลายเผ่าพันธุ์ ได้แก่ ม้ง อีวเมี่ยน ลาหู่ อาข่า กระเหรี่ยง ลีซู ไทลื้อ ลัวะ ไทหย่า ไทใหญ่ ขมุ และจื๋นยูนนาน ความเป็นชาติพันธุ์ที่ดำรงวิถีชีวิตท่ามกลางความหลากหลายของวัฒนธรรมท้องถิ่น ซึ่งไม่เพียงการประกอบอาชีพในพื้นที่ในระนาบเดียวกันกับประชากรในท้องถิ่นชนบท กลุ่มชาติพันธุ์ดังกล่าวยังสืบสายเครือญาติเดียวกันหรือมีบรรพบุรุษเดียวกันกับกลุ่ม

ชาติพันธุ์ในกลุ่มประเทศอนุภูมิภาคน้ำโขง ได้แก่ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สหภาพเมียนมาร์ ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐประชาชนจีน และมณฑลกว่างสี (มณฑลยูนนาน) และประเทศไทย (มาฆะ ขิตตะสังคะ และคณะ, 2553) ทั้งนี้ ประเทศไทยมีระบบการดูแลสุขภาพตั้งแต่อดีตอยู่บนพื้นฐานทางวัฒนธรรมซึ่งประกอบด้วยวิถีคิด ความเชื่อและพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพที่เรียกว่า วัฒนธรรมสุขภาพ (Health Culture) ซึ่งชุมชนในแต่ละพื้นที่จะมีระบบการดูแลสุขภาพแบบพื้นบ้านที่มีความหลากหลายและแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ (Bonnie & O'Connor, 1996) ดังนั้น การพึ่งพาตนเองด้านการดูแลสุขภาพในชุมชนเป็นวิถีชีวิตของคนในชุมชนที่มีลักษณะเป็นมิติทางวัฒนธรรมซึ่งหมายถึง มีการใช้การแพทย์หลากหลายสาขาในการดูแลสุขภาพของคนในชุมชนทั้งการแพทย์แผนปัจจุบัน การแพทย์ทางเลือก การแพทย์แผนไทย และการแพทย์พื้นบ้าน ซึ่งเป็นเรื่องของการจัดความสัมพันธ์ที่สมดุลระหว่างคนกับคน คนกับธรรมชาติแวดล้อม คนกับสิ่งเหนือธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการทางจารีต ประเพณี วิถีชีวิต ซึ่งมีมิติทางวัฒนธรรมเหล่านี้มีความจำเป็นที่ผู้ดูแลผู้ป่วยให้ความสำคัญ (David, 2008)

จากการพัฒนาปัจจัยภายในจะต้องปลูกฝังให้ประชาชนเกิด “Health Literacy” หรือ “ความรอบรู้ด้านสุขภาพ” เกิดความสามารถและทักษะในการเข้าถึงข้อมูลด้านสุขภาพ ความรู้ ความเข้าใจเพื่อวิเคราะห์ ประเมิน และจัดการตนเอง รวมทั้งสามารถชี้แนะเรื่องสุขภาพแก่บุคคล ครอบครัว และชุมชนได้ การพัฒนา Health Literacy จึงเป็นการสร้างและพัฒนาขีดความสามารถในระดับบุคคลและเป็นการธำรงรักษาสุขภาพตนเองอย่างยั่งยืน ทั้งนี้มีการศึกษาความแตกฉานด้านสุขภาพและการเข้าถึงข้อมูลเพื่อป้องกันโรคโรคความดันโลหิตสูงในกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง: ศึกษากลุ่มชนชาติพันธุ์อาข่า อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย (ทัศนีย์วรรณ กันทาภาค และคณะ, 2563) จากสถานการณ์โรคระบาดโรคโควิด-19 (Corona Virus Disease , COVID-19) คือโรคติดต่อซึ่งเกิดจากไวรัสโคโรนาชนิดที่มี การค้นพบล่าสุด เป็นโรคอุบัติใหม่หรือไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ (Novel coronavirus) ที่ทำให้เกิดโรค ระบบทางเดินหายใจตั้งแต่โรคหัดธรรมดาจนถึงปอดอักเสบ (pneumonia) ที่มีอาการรุนแรง เช่น โรค ทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (MERS) และโรกระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันร้ายแรง (SARS)(กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข, 2562) ปัจจุบัน องค์การอนามัยโลก (WHO) ประกาศยกระดับโรคโควิด-19 เป็นการระบาดใหญ่ หรือระยะ Pandemic จาก การแพร่ระบาดลุกลามไปทั่วโลก ทำให้อัตราการป่วยและเสียชีวิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก จากรายงานของ องค์การอนามัยโลกในวันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2563 พบผู้ติดเชื้อโควิด-19 ทั่วโลก 14,562,550 คน เสียชีวิต 607,781 คน ส่วนในประเทศไทยพบผู้ติดเชื้อ 3,255 คน เสียชีวิต 58 คน

จากผลการศึกษาและทบทวนประเด็นสำคัญของปัญหาหลักใหญ่ดังกล่าวผู้วิจัยมีความเห็นว่าความรอบรู้ด้านสุขภาพ (HL) และพฤติกรรมสุขภาพด้านการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) เป็นหลักการสร้างเสริมสุขภาพด้วยตนเอง ซึ่งเป็นดัชนีที่สะท้อนและใช้อธิบายความเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ทางด้านสุขภาพที่เกิดจากการสื่อสารทางสุขภาพที่ผ่านการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารทางสุขภาพ ความรู้ ความคิดเห็นระหว่างบุคคล กลุ่มองค์กรสาธารณะผ่านสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น สื่อออนไลน์ สื่อมวลชน สื่อบุคคล สื่อเฉพาะกิจ สื่อพื้นบ้านและสื่อชุมชนไปยังกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการสื่อสารทางสุขภาพและ

สร้างความรอบรู้ (HL) ด้านการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) แบบมีส่วนร่วมในมิติวัฒนธรรมของ
กลุ่มชาติพันธุ์ จังหวัดเชียงราย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research : PAR) โดยผู้วิจัยเป็นผู้กระตุ้น
สนับสนุนให้เกิดการมีส่วนร่วมและใช้กระบวนการกลุ่ม (Appreciation Influence Control : AIC)

พื้นที่ดำเนินงานวิจัย

พื้นที่ในอำเภอที่มีกลุ่มชาติพันธุ์อาศัยอยู่ครบทั้งหมด 6 กลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่ จังหวัดเชียงราย
จำนวน 4 อำเภอ ซึ่งมีลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน ได้แก่ 1.อำเภอแม่ฟ้าหลวง 2.อำเภอแม่จัน 3.อำเภอ
เชียงแสน และ 4.อำเภอเชียงของ ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จับฉลาก
ได้ตัวแทนจากอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

กลุ่มประชากร

ประชากรกลุ่มชาติพันธุ์ของจังหวัดเชียงราย ได้แก่ อาข่า, ลahu, ม้ง, จีนฮ่อ, ลีซู และลัวะ จำนวน
ทั้งหมด 1,148,189 คน จากข้อมูลประชากรกลุ่มชาติพันธุ์จังหวัดเชียงราย ปี 2564 สืบค้นทางอินเทอร์เน็ต
(<https://hhdclampang.anamai.moph.go.th:8080/hhdcdashboard/frontend/web/ethnics>)

กลุ่มตัวอย่างและการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างหรือต้นแบบ

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการประมาณขนาดตัวอย่างของ Taro Yamane ดังนี้

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2}$$

โดย n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N คือ ขนาดของประชากรซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนประชากร 1,148,189 คน

e คือ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 0.05

$$\text{แทนค่าได้ดังนี้ } n = \frac{1,148,189}{1 + 1,148,189 (0.05)^2} = 399.86$$

คำนวณกลุ่มตัวอย่างได้จำนวน 399.86 คน แต่เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อมูลมากขึ้น ผู้วิจัย
จึงได้เพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 400 คน

การสุ่มตัวอย่าง

1.1 ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) จากกลุ่มชาติพันธุ์ทั้ง 6 กลุ่มเพื่อให้เป็นตัวแทนจากทุกกลุ่มชาติพันธุ์ ดังตารางแสดง

ชาติพันธุ์	จำนวนทั้งสิ้น	เก็บจริงจำนวน
1. อาข่า	87,701	70
2. ลาหู่	115,854	90
3. ม้ง	207,097	145
4. จีนฮ่อ	26,772	20
5. ลีซู	35,622	30
6. ลัวะ	58,849	45
รวม	531,895	400

โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า (Inclusion Criteria) คือ

- 1) ผู้ที่มีอายุ 15-80 ปี
- 2) ผู้ที่ยินยอมให้ความร่วมมือ
- 3) ผู้ที่สามารถสื่อสารภาษาไทยได้

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria) คือ

- 1) ผู้ที่ไม่ยินยอมให้ความร่วมมือ
- 2) ผู้ที่ไม่สามารถสื่อสารภาษาไทยได้

2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้การสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.1 การประชุมเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม จำนวน 20 คน โดยผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากผู้นำชุมชน หัวหน้าหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน(อสม.) และตัวแทนครัวเรือน

2.2 การจัดเวทีตรวจสอบข้อมูล จำนวน 50 คน โดยผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากผู้นำชุมชน หัวหน้าหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน(อสม.) และตัวแทนครัวเรือน

2.3 การจัดเวทีคืนข้อมูลชุมชน จำนวน 50 คน ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน(อสม.) และตัวแทนครัวเรือน

เครื่องมือและการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือเชิงปริมาณ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามการสื่อสารทางสุขภาพ และแบบสอบถามความรู้ด้านสุขภาพการสื่อสารทางสุขภาพ ความรอบรู้ด้านสุขภาพ(HL) ด้านการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ของคนไทยที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามของกองสุศึกษา กรมสนับสนุนบริการ กระทรวงสาธารณสุข มาประยุกต์ใช้โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน คือ (1) แบบสอบถามปัจจัยส่วนบุคคล (2) แบบสอบถามการสื่อสารทางสุขภาพ และ (3) แบบสอบถามความรู้ด้านสุขภาพ รู้ (HL) ด้านการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19)

2) เครื่องมือเชิงคุณภาพ การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ได้แก่ 1. แนวทางการสนทนากลุ่ม และ 2. เวทีเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

การพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเป็นปรนัยของแบบสอบถาม ผู้วิจัยนำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรง (Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Concurrence : IOC) โดยเลือกเฉพาะข้อที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 รวมทั้งปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

2) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 30 คน และนำมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบสอบถาม โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Chronbach's Alpha Coefficient) โดยมีเป้าหมายของค่าความเที่ยงที่ใช้ได้ คือ มากกว่า 0.7 ทั้งนี้ในส่วนแบบประเมินความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (Covid-19) ได้ค่าเท่ากับ 0.81 แบบประเมินความรู้ทางสุขภาพได้ค่าเท่ากับ 0.87 และ แบบประเมินพฤติกรรมสุขภาพได้ค่าเท่ากับ 0.70 ตามลำดับ

สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percent) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อให้ได้รูปแบบและกระบวนการ ได้แก่ เก็บรวบรวมข้อมูลจากการอภิปรายแต่ละกลุ่มตามประเด็นใหญ่และประเด็นย่อยที่ตั้งไว้ นำผลการสังเคราะห์นั้นไปตรวจสอบในลักษณะของการตรวจสอบข้อมูลแบบ สามเส้าด้านข้อมูล (Data Triangulation) กับบุคคลที่สาม คือ ผู้รู้หรือผู้นำในชุมชนที่เป็นแหล่งข้อมูลเพื่อให้เกิดความชัดเจนและมีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 218 ราย ร้อยละ 54.5 รองลงมาเพศชาย จำนวน 182 ราย ร้อยละ 45.5 อายุส่วนใหญ่เฉลี่ย 36 ปี ต่ำสุดอายุ 15ปีสูงสุดอายุ 83 ปี สถานภาพส่วนใหญ่ สมรสจำนวน 224 ราย ร้อยละ 56.0 รองลงมาสถานภาพโสดจำนวน 166 ราย ร้อยละ 41.5 และน้อยที่สุด สถานภาพหม้าย/หย่าร้าง/แยกจำนวน 10 ราย ร้อยละ 2.5 อาชีพส่วนใหญ่เกษตรกรจำนวน 202 ราย ร้อยละ 50.5 รองลงมารับจ้างจำนวน 104 รายร้อยละ26.0 และน้อยที่สุดรับราชการจำนวน 2 ราย ร้อยละ 0.5 ไม่ได้รับ การศึกษาสูงสุดจำนวน 138 รายร้อยละ 34.5 รองลงมามัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.จำนวน 92 รายร้อยละ 23.0 และน้อยที่สุดระดับปริญญาตรีจำนวน 8 ราย ร้อยละ 2.0 มีโรคประจำตัวจำนวน 24 ราย ร้อยละ 6.0 โรค ประจำตัวส่วนใหญ่ที่พบคือโรคความดันโลหิตสูง

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ	ชาย	182	45.5
	หญิง	218	54.5
2. อายุ	Minimum	15	
	Maximum	83	
	Mean (S.D.)	36.16 (16.52)	
3. สถานภาพ	โสด	166	41.5
	สมรส	224	56.0
	หม้าย/หย่า/แยก	10	2.5
4.ระดับการศึกษา	ไม่ได้เรียน	138	34.5
	ประถมศึกษา	88	22.0
	มัธยมศึกษาตอนต้น	74	18.5
	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	92	23.0
	ปริญญาตรีขึ้นไป	8	2.0
5. อาชีพ	เกษตรกร	202	50.5
	รับจ้าง	104	26.0
	รับราชการ	2	0.5
	ค้าขาย	6	1.5
	ว่างงาน	86	21.5

ตารางที่ 1 ต่อ

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
6. มีโรคประจำตัว	ไม่มี	376	94.0
	มี	24	6.0
7. โรคประจำตัวที่พบ	โรคความดันโลหิตสูง	14	58.4
	โรคหัวใจและหลอดเลือด	5	20.8
	โรคมะเร็ง	3	12.5
	โรคเก๊าท์	2	8.3

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (Covid-19) พบว่าส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (Covid-19) ในระดับความรู้สูงจำนวน 224 ราย ร้อยละ 56.0 รองลงมามีความรู้เกี่ยวกับโรคในระดับปานกลางจำนวน 130 ราย ร้อยละ 32.5 และน้อยที่สุดมีความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (Covid-19) ในระดับน้อยจำนวน 46 ราย ร้อยละ 11.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของระดับความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (COVID-19)

ระดับความรู้ (ช่วงคะแนน)	จำนวน	ร้อยละ
ความรู้สูง (15-20)	224	56.0
ความรู้ปานกลาง (8 - 14)	130	32.5
รู้น้อย (0 -7)	46	11.5

จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาความรอบรู้ด้านสุขภาพเกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (COVID-19) ในภาพรวมพบว่าค่าเฉลี่ยความรอบรู้อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 32.26, S.D. = 8.19$) เมื่อพิจารณารายด้านได้แก่ การเข้าถึงข้อมูลบริการสุขภาพพบว่าค่าเฉลี่ยความรอบรู้อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.45, S.D. = 1.86$) ด้านการสื่อสารสุขภาพค่าเฉลี่ยความรอบรู้อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 9.17, S.D. = 3.6$) ด้านการจัดการตนเองด้านการป้องกันค่าเฉลี่ยความรอบรู้อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 9.90, S.D. = 3.7$) และด้านการรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศค่าเฉลี่ยความรอบรู้อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.23, S.D. = 2.8$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของความรอบรู้ด้านสุขภาพเกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (COVID-19)

ข้อคำถาม	ความถี่ในการปฏิบัติ	
	ค่าเฉลี่ย \bar{X} (S.D.)	แปลผล
1. ด้านการเข้าถึงข้อมูลบริการสุขภาพ	6.45(1.86)	ปานกลาง
2. ด้านการสื่อสารสุขภาพ	9.17(3.6)	ปานกลาง
3. ด้านการจัดการตนเองด้านการป้องกัน	9.90(3.7)	ปานกลาง
4. ด้านการรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ	6.23(2.8)	ปานกลาง
ภาพรวมของความรอบรู้ด้านสุขภาพการป้องกันโรคโควิด-19	32.26(8.19)	ปานกลาง

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาพฤติกรรมสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อโคโรนา (COVID-19) ในภาพรวมพบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 36.39$, S.D.=4.82) โดยพบว่ามีพฤติกรรมสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อโคโรนา (COVID-19) ในเรื่องท่านสวมหน้ากากอนามัยทุกครั้งที่ต้องออกจากบ้าน พบปะผู้คนเสมอมีค่าอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$, S.D.=0.61) รองลงมาในเรื่อง ท่านกินอาหารปรุงสุก สะอาด ค่าอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19$, S.D.=0.89) และน้อยที่สุดคือเรื่อง ท่านรับประทานอาหารร่วมกับผู้อื่นค่าอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.18$, S.D.=0.92) ตามลำดับ

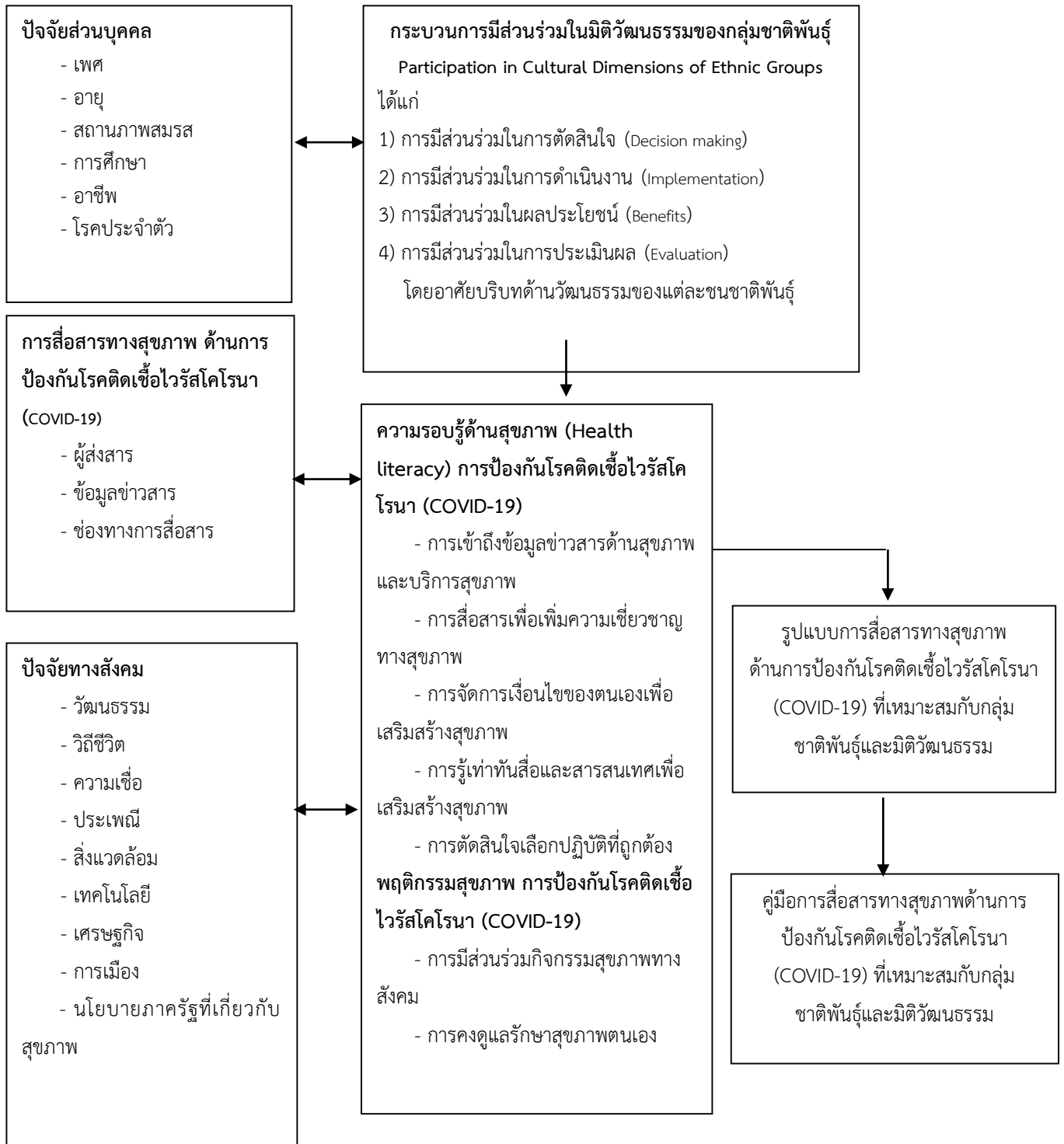
ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของพฤติกรรมสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อโคโรนา (COVID-19)

ข้อปฏิบัติ	คะแนนเฉลี่ย \bar{X} (S.D.)	แปลผล
1. ท่านใช้สิ่งของส่วนตัว เช่น จาม ช้อนส้อม แก้วน้ำ ผ้าเช็ดตัว ฯลฯ ร่วมกับผู้อื่น	2.74(1.01)	ปานกลาง
2. ท่านล้างหรือทำความสะอาดมือก่อนสัมผัสใบหน้า ตา ปาก จมูก	3.49(1.06)	มาก
3. ท่านกินอาหารปรุงสุก สะอาด	4.19(0.89)	มาก
4. ท่านรับประทานอาหารร่วมกับผู้อื่น	2.18(0.92)	ปานกลาง
5. ท่านล้างมือด้วยสบู่และน้ำสะอาด หรือใช้แอลกอฮอล์เจลล้างมือ หลังจากจับสิ่งของสาธารณะ เช่น ราวบันได ที่จับประตู ปุ่มกดลิฟท์ เป็นต้น	3.72(1.09)	มาก
6. ท่านสวมใส่หน้ากากผ้าหรือหน้ากากอนามัย	4.15(0.84)	มาก
7. ท่านยืน นั่ง เว้นระยะห่างจากผู้อื่น อย่างน้อย 1 เมตร หรือ 1 ช่วงแขน	3.91(1.03)	มาก

ตารางที่ 4 ต่อ

ข้อปฏิบัติ	คะแนนเฉลี่ย \bar{X} (S.D.)	แปลผล
8. ท่านทำความสะอาดบ้านและข้าวของเครื่องใช้ ที่ใช้ร่วมกันในบ้าน เช่น ลูกบิด ประตู ราวบันได เป็นต้น	3.55(1.11)	มาก
9. ท่านแยกหน้ากากอนามัยใช้แล้วทิ้งออกจากขยะทั่วไป โดยใช้ถุงหรือภาชนะที่ปิดมิดชิด	3.99(0.85)	มาก
10. ท่านสวมหน้ากากอนามัยทุกครั้งที่ต้องออกจากบ้าน พบปะผู้คนเสมอ	4.49(0.61)	มาก
คะแนนรวมพฤติกรรมสุขภาพ	36.39 (4.82)	มาก

กระบวนการมีส่วนร่วมในกาพัฒนาารูปแบบการมีส่วนร่วมผ่านกรอบการวิจัยดังนี้



วิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยเมื่อพิจารณาความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (Covid-19) พบว่าส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (Covid-19) ในระดับที่ดีจำนวน 224 ราย ร้อยละ 56.0 รองลงมามีความรู้เกี่ยวกับโรคในระดับปานกลางจำนวน 130 ราย ร้อยละ 32.5 และน้อยที่สุดมีความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (Covid-19) ในระดับน้อยจำนวน 46 ราย ร้อยละ 11.5 สอดคล้องกับงานวิจัยของมณฑุเชษฐ์ มะโนธรรม และคณะ (2562) ได้ศึกษาเรื่องความรู้และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของกลุ่มชาติพันธุ์ชา่อำเภอมแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ผลการศึกษาพบว่า ระดับความรู้ในการดูแลสุขภาพอยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 69.50) ระดับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพอยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 71.50) และความรู้กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.320, p = 0.000$) ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของประชาชนกลุ่มชาติพันธุ์ชา่อำเภอในด้านการพฤติกรรมการบริโภคอาหาร การดูแลสิ่งแวดล้อม การจัดการอารมณ์ และการออกกำลังกายที่เหมาะสมเพื่อให้มีสุขภาพดีต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญรักษา รักษาคม และอดุลย์ ฉายพงษ์ (2561) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินผลการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเรื่องโรคและภัยสุขภาพพฤติกรรมการป้องกันควบคุมโรคและภาพลักษณ์ของกรมควบคุมโรคของประชาชนไทยในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดชลบุรี ผลการศึกษาพบว่า มีความรู้เรื่องโรคและภัยสุขภาพในระดับมาก (ร้อยละ 69.6) พฤติกรรมการป้องกันโรคและภัยสุขภาพอยู่ในระดับเหมาะสม (ร้อยละ 52.1) และประชาชนมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อภาพลักษณ์ของกรมควบคุมโรค (ร้อยละ 90.0) การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร แหล่งข้อมูลความพึงพอใจต่อข้อมูลข่าวสาร ความรู้ และภาพลักษณ์ของกรมควบคุมโรคในมุมมองของประชาชนและมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคและภัยสุขภาพในระดับปานกลาง ($r = .509, .414, .458, .412$ และ $.413$ ตามลำดับ) ผลจากการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการความรู้เกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (Covid-19) ให้กับกลุ่มชาติพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

เมื่อพิจารณาความรู้ด้านสุขภาพเกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (COVID-19) ในภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้ที่อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 32.26, S.D. = 8.19$) เมื่อพิจารณารายด้านได้แก่ การเข้าถึงข้อมูลบริการสุขภาพพบค่าเฉลี่ยความรู้ที่อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.45, S.D. = 1.86$) ด้านการสื่อสารสุขภาพ ค่าเฉลี่ยความรู้ที่อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 9.17, S.D. = 3.6$) ด้านการจัดการตนเองด้านการป้องกันค่าเฉลี่ยความรู้ที่อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 9.90, S.D. = 3.7$) และด้านความรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศค่าเฉลี่ยความรู้ที่อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.23, S.D. = 2.8$) ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของอารีย์ แร่ทอง (2562) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ 3 อ. 2 ส.ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านกรณีศึกษาตำบลหินตก อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบว่า อสม. ส่วนใหญ่มีความรู้ที่อยู่ในระดับพอใช้คือ มีความฉลาดทางสุขภาพเพียงพอต่อการปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. (ร้อยละ 62.84) มีความรอบรู้ในระดับไม่ดีคือ มีความฉลาดทางสุขภาพไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติตน (ร้อยละ 30.6) และระดับดีมากคือ มีความฉลาดทางสุขภาพดีมากเพียงพอและมีการปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. ได้ถูกต้องและยั่งยืนจนเชี่ยวชาญ (ร้อยละ 6.56) มีพฤติกรรมสุขภาพ 3 อ. 2 ส. อยู่ในระดับพอใช้คือ มีการปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส.

ได้ปริมาณเพียงพอ (ร้อยละ 66.7) รองลงมาอยู่ในระดับไม่ตี่คือ เป็นผู้ที่มีการปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. ได้น้อยและไม่ค่อยถูกต้อง (ร้อยละ 30.1) และระดับตี่มากที่สุดคือ มีการปฏิบัติตนตามหลัก 3 อ. 2 ส. ได้ปริมาณมากเพียงพอต่อสุขภาพที่ตี่อย่างย้งยืนจนเชี่ยวชาญ (ร้อยละ 3.3) ปัจจัยส่วนบุคคลด้านอายุมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความรอบรู้ด้านสุขภาพ 3 อ. 2 ส. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($P=.026$) โดย อสม. ที่มีอายุ 15-45 ปี ส่วนใหญ่มีความรอบรู้ระดับพอใช้ (ร้อยละ 66.67) และอายุ ≥ 46 ปีขึ้นไป มีระดับความรู้ด้านสุขภาพระดับพอใช้ (ร้อยละ 60.68) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ 3 อ. 2 ส. พบว่า ความรอบรู้ด้านสุขภาพมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับปานกลางกับพฤติกรรมสุขภาพ 3 อ. 2 ส. อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($r=.539$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญรักษา รักษาคม และอดุลย์ ฉายพงษ์ (2561) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินผลการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเรื่องโรคและภัยสุขภาพพฤติกรรมการป้องกันควบคุมโรคและภาพลักษณ์ของกรมควบคุมโรคของประชาชนในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดชลบุรี ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเรื่องโรคและภัยสุขภาพ (ร้อยละ 96.2) โดยแหล่งข้อมูลข่าวสารที่เข้าถึงมากที่สุด ได้แก่ โทรทัศน์และเคเบิลทีวี (ร้อยละ 92.3) บุคลากรสาธารณสุข (ร้อยละ 87.1) และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (ร้อยละ 86.2) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อข้อมูลข่าวสาร (ร้อยละ 99.6) ส่วนการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเรื่องโรคและภัยสุขภาพ แหล่งข้อมูลการรับรู้ข่าวสารเรื่องโรคและภัยสุขภาพ ความพึงพอใจต่อข้อมูลข่าวสารเรื่องโรคและภัยสุขภาพรายโรคและความรู้เรื่องโรคและภัยสุขภาพ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับภาพลักษณ์ของกรมควบคุมโรคในมุมมองของประชาชนในระดับต่ำ ($r = .326, .280, .374$ และ $.265$ ตามลำดับ) ผลจากการศึกษาคั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนส่งเสริมและสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพเกี่ยวกับโรคโคโรนา 2019 (COVID-19) ในภาพรวมให้มีค่าเฉลี่ยความรู้อยู่ในระดับสูงขึ้นและให้มีประสิทธิภาพต่อไป

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อโคโรนา (COVID-19) ในภาพรวมพบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 36.39, S.D. = 4.82$) โดยพบว่า มีพฤติกรรมสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อโคโรนา (COVID-19) ในเรื่องท่านสวมหน้ากากอนามัยทุกครั้งที่ต้องออกจากบ้าน พบปะผู้คนเสมอมีค่าอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49, S.D. = 0.61$) รองลงมาในเรื่อง ท่านกินอาหารปรุงสุก สะอาด ค่าอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19, S.D. = 0.89$) และน้อยที่สุดคือเรื่อง ท่านรับประทานอาหารร่วมกับผู้อื่นค่าอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.18, S.D. = 0.92$) ตามลำดับ สอดคล้องกับ บุญรักษา รักษาคม และอดุลย์ ฉายพงษ์ (2561) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินผลการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเรื่องโรคและภัยสุขภาพพฤติกรรมการป้องกันควบคุมโรคและภาพลักษณ์ของกรมควบคุมโรคของประชาชนไทยในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดชลบุรี ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการป้องกันโรคและภัยสุขภาพอยู่ในระดับเหมาะสม (ร้อยละ 52.1) และประชาชนมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อภาพลักษณ์ของกรมควบคุมโรค (ร้อยละ 90.0) พฤติกรรมการป้องกันโรคและภัยสุขภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับภาพลักษณ์ของกรมควบคุมโรคในมุมมองของประชาชนในระดับปานกลาง ($r = .413$) ซึ่งสอดคล้องกับ ณัฐริกา พร้อมพูน และคณะ (2565) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ทางสุขภาพด้านการป้องกันโรคโควิด-19 และพฤติกรรมสุขภาพแบบชีวิตวิถีใหม่ ของนักศึกษาพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การศึกษาพบว่า ระดับความรอบรู้ทางสุขภาพด้านการป้องกันโรค โควิด-19 โดยรวม และพฤติกรรมสุขภาพแบบชีวิตวิถีใหม่อยู่ในระดับมาก ความรอบรู้ทางสุขภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ปานกลางกับ พฤติกรรมสุขภาพแบบชีวิตวิถีใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = .59, p < .01$) ผลจากการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการสื่อสารความเสี่ยงและพัฒนาพฤติกรรมสุขภาพของประชาชนอย่างเป็นระบบรวมถึงการวางแผนในการพัฒนาระบบการสื่อสารประชาสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

สรุปผล

การวิจัยแบบมีส่วนร่วมในมิติวัฒนธรรมกลุ่มชาติพันธุ์พบว่าส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับโรคโควิด-19 (Covid-19) ในระดับความรู้สูง มีความรอบรู้ด้านสุขภาพค่าเฉลี่ยความรอบรู้ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และมีพฤติกรรมสุขภาพการป้องกันในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ผลจากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปขยายพื้นที่และต่อยอดใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมความรู้ ความรอบรู้และการป้องกันโรคโควิด-19 ในกลุ่มชาติพันธุ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณประชาชนกลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงรายที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยและการพัฒนารูปแบบการสื่อสารทางสุขภาพ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2562). โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/faq_more.php (วันที่ค้นข้อมูล 20 กันยายน 2564)
- ณัฐริกา พร้อมพูน กฤษิณี เหลือง วรวงคณา คงสวัสดิ์ กฤติญา เส็งนา และภุชฌิตา มีนาเขตร. (2565). ความรอบรู้ทางสุขภาพด้านการป้องกันโรคโควิด-19 และพฤติกรรมสุขภาพแบบชีวิตวิถีใหม่ ของนักศึกษาพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. *วารสารสุขภาพและการพยาบาล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2565*.
- บุญรักษา รักษาคม และอดุลย์ ฉายพงษ์. (2561). การประเมินผลการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเรื่องโรคและภัยสุขภาพ พฤติกรรมการป้องกันควบคุมโรคและภาพลักษณ์ของกรมควบคุมโรคของประชาชนไทยในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดชลบุรี. *วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10*, 16 (2), 38-57.
- มณฑุเชษฐ์ มะโนธรรม, พัชรา ก้อยชูสกุล, อารีย์ จอแย, วรัญญา มณีรัตน์, จุฑามาศ เมืองมูล และสุพรรณวนิชปริญากุล. (2562). ความรู้และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของกลุ่มชาติพันธุ์อาข่า อำเภอแม่สรวยจังหวัดเชียงราย. *วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา*, 14 (1), 69-80.
- มาฆะ ชิตตะสังคะ, โกมินทร์ วังอ่อน, ณัฐธิดา จุมปา, พิทักษ์ รัตนแสงสว่าง, กุลธิดา อินทร์ไชย และนาแล จะหา. (2553). วัฒนธรรมและภาษาสื่อสารของกลุ่มชาติพันธุ์บริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย.

(รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์). เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

ทัศนีย์วรรณ กันทากาศ, พรทิพย์ สารีโส, ปิยะภร ไพรสนธิ์ และภัทริกา ปัญญา. (2563). ความแตกฉานด้าน
สุขภาพ และการเข้าถึงข้อมูลเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูงในกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง :
ศึกษากลุ่มชนชาติพันธุ์อาข่า อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย. *วารสารพยาบาลตำรวจ*, 12 (2), 311-
322.

อารีย์ แร่ทอง. (2562). ความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ 3 อ. 2 ส. ของอาสาสมัคร
สาธารณสุขประจำหมู่บ้าน กรณีศึกษาตำบลหินตก อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช.
วารสารวิชาการ กรมสนับ สนุนบริการสุขภาพ, 15 (3), 62-70.

Bonnie, B. O'Connor. (1996). Promoting cultural competence in HIV/AIDS care. *Association
Of Nurses in AIDS care*, 7, 41-53.

David, R. W. (2008). *The Wisdom of Whores: Bureaucrats, Brothels and the Business of
AIDS*. W. W. Norton & Co., New York.

ความเครียด ภาวะซึมเศร้าและพลังสุขภาพจิตของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการ
ท่องเที่ยวในระยะหลังการระบาดใหญ่ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา2019 พื้นที่
ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต
Stress, Depression and Resilience Quotient among Travel Service
Professionals in Post Pandemic of Coronavirus Disease 2019,
The Responsibility Area of Wichit Sub-District Health Promoting
Hospital, Muang District, Phuket Province

วรกานต์ นวลแก้ว^{1*} วิลาวลัย สันโต² อุไรวรรณ ไกรนรา มุรานิชิ³

Worakarn Nuankaew^{1*} Wilawan Sando² Uraiwan Krainara Muranishi³

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ต.รัชฎา อ.เมือง จ.ภูเก็ต 83000

¹ Faculty of Science and Technology Phuket Rajabhat University Ratchada, Muang,
Phuket Province 83000

*Corresponding author E-mail: s6211166125@pkru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามความเครียด ภาวะซึมเศร้าและพลังสุขภาพจิต เพื่อศึกษาระดับความเครียด ภาวะซึมเศร้าและพลังสุขภาพจิตของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวภายหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในพื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต กลุ่มเป้าหมายคือผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวจำนวน 150 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่งานวิจัยร้อยละ ผลการวิจัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายทั้งหมด 73 คน คิดเป็นร้อยละ 48.67 และเป็นเพศหญิงทั้งหมด 77 คน คิดเป็นร้อยละ 51.33 ผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวส่วนใหญ่ มีความเครียดระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 80.00 มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อยมาก คิดเป็นร้อยละ 60.00 และมีพลังสุขภาพจิตอยู่ในระดับเกณฑ์ปกติ ร้อยละ 60.00 แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวในพื้นที่ที่มีความสามารถในการปรับตัว มีการรับมือกับความเครียด ไม่วิตกกังวลต่อสถานการณ์การระบาดของโรค จนก่อให้เกิดภาวะซึมเศร้า และมีความพร้อมในการทำงาน เพื่อต้อนรับนักท่องเที่ยวที่จะกลับเข้ามาท่องเที่ยวในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ยังมีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนที่มีระดับความเครียดมาก ร้อยละ 2.67 และระดับภาวะซึมเศร้าปานกลาง ร้อยละ 2.00 และระดับพลังสุขภาพจิตต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ ร้อยละ 33.33 และพลังสุขภาพจิตด้านกำลังใจ ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 40.00 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรนำไปพิจารณาจัดให้คำปรึกษาเฉพาะราย และส่งเสริมให้คัดกรองสุขภาพจิตของบุคลากรอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งพิจารณาจัดโครงการเพื่อเสริมสร้างกำลังใจให้แก่บุคลากรในสถานประกอบการ

คำสำคัญ : ความเครียด ภาวะซึมเศร้า พลังสุขภาพจิต ผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยว โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

Abstract

This research was a survey research. The instrument for collecting data was a questionnaire for stress, depression and resilience quotient among tourism service professionals after the epidemic of the Coronavirus Disease 2019 in the area of responsibility of Wichit Sub-district Health Promoting Hospital, Muang District, Phuket Province. The sample are 150 tourism service professionals. The data was analyzed by descriptive statistics by number and percentage. The results showed that 73 males (48.67%) and 77 females (51.33%). Most of the tourism service professionals had a low level of stress (80.00%), a very low level of depression (60.00%) , and resilience quotient at the normal level (60.00%). It showed that tourism service professionals in this area have the adaptation ability, coping with stress and not worried about the situation of the disease outbreak causing depression further. And ready to work to welcome tourists who will come back to travel in the area. However, there were some participants with 2.67% of high stress levels, 2.00% of moderate depression levels, and 33.33% of lower than normal levels of resilience quotient, with 40% having lower motivation of mental power. The related agencies should considerate for providing individual consultation and encourage regular mental health screening. Including considering organizing projects to strengthen morale for personnel in the workplace.

Keywords : stress, depression, resilience quotient, travel service professionals, coronavirus disease 2019

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีชื่อเสียงในด้านการท่องเที่ยว เมื่อเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จึงส่งผลกระทบต่อภาคการท่องเที่ยวและบริการอย่างมหาศาล ซึ่งผู้ประกอบอาชีพด้านการท่องเที่ยวและบริการซึ่งมีประมาณ 3.9 ล้านคนได้รับผลกระทบอย่างมากจำนวนถึงร้อยละ 86.90 ส่วนใหญ่จะเป็นผลกระทบด้านการถูกลดค่าจ้าง/ค่าตอบแทนร้อยละ 52.70 รองลงมาเป็นผลกระทบในด้านการถูกลดเวลาการทำงานร้อยละ 50.10 การถูกยกเลิกการจ้างร้อยละ 10.60 และการถูกโอนย้ายไปยังตำแหน่งอื่น/สาขาอื่นร้อยละ 3.30 หากพิจารณาแยกตามกลุ่มธุรกิจ พบว่า ธุรกิจนันทนาการเป็นกลุ่มธุรกิจที่มีการได้รับผลกระทบมากที่สุด รองลงมาคือธุรกิจนำเที่ยว ธุรกิจโรงแรม และที่พัก ธุรกิจจำหน่ายสินค้าและของที่ระลึก และธุรกิจที่ได้รับผลกระทบน้อยที่สุดคือ ธุรกิจอาหารและเครื่องดื่ม ทั้งนี้ผู้ประกอบอาชีพบริการ

ด้านการท่องเที่ยวได้รับผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทั้งในมิติ ด้านเศรษฐกิจร้อยละ 94.20 ด้านความสะดวกในการใช้ชีวิตร้อยละ 87.30 และด้านสภาพจิตใจร้อยละ 70.40 และมีแนวทางในการปรับตัวเพื่อรับมือกับผลกระทบที่แตกต่างกันออกไป ส่วนใหญ่ที่ถูกปรับลดค่าจ้าง จะวางแผนการประหยัดค่าใช้จ่ายมากถึงร้อยละ 88.20 รองลงมา คือ หาอาชีพเสริมร้อยละ 54.70 การพึ่งพาสวัสดิการต่างๆ จากภาครัฐ ร้อยละ 36.0 และหาอาชีพใหม่ที่ได้ผลตอบแทนสูงกว่าร้อยละ 13.20 (พิริยะ ผลพิรุฬห์, 2565) เมื่อบุคคลประสบกับวิกฤตในช่วงเวลาหนึ่งของชีวิต ย่อมเกิดความกังวล ความเครียด ความเศร้าเสียใจ และมีการตอบสนองทางอารมณ์และจิตใจในภาวะวิกฤตย่อมเป็นเรื่องปกติ ไม่ใช่การเจ็บป่วย หรือการมีปัญหาด้านสุขภาพจิต ความเข้มแข็งภูมิคุ้มกัน และศักยภาพทางอารมณ์และจิตใจในตัวตน ที่เรียกว่า พลังสุขภาพจิต แตกต่างกันไปตามพื้นฐานของแต่ละคน แต่ถ้าหากบุคคลไม่สามารถจัดการอารมณ์และจิตใจให้เหมาะสม ก็มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดปัญหาทางสุขภาพจิตเรื้อรังและรุนแรงตามมาได้ (กรมสุขภาพจิต, 2565)

จังหวัดภูเก็ตเป็นจังหวัดในประเทศไทยที่มีชื่อเสียงในด้านการท่องเที่ยวในระดับโลกและได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เป็นอย่างมาก พื้นที่ของตำบลวิชิตเป็นพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มากที่สุดในอำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ประเทศไทย ได้มีการผ่อนปรนกิจการและกิจกรรมต่างๆ ทั้งในประเทศและมาตรการเดินทางเข้า-ออกประเทศได้สะดวกขึ้น รวมไปถึงคณะกรรมการโรคติดต่อแห่งชาติเห็นชอบปรับโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 สุระยะหลังการระบาดใหญ่ (Post-Pandemic) ในคราวเดียวกันตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2565 (BBC NEWS ไทย, 2565) โดยจำนวนผู้ที่มีเชื้อโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในประเทศเริ่มลดลงอย่างต่อเนื่อง และเปลี่ยนโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จากโรคติดต่ออันตรายเป็นโรคที่ต้องเฝ้าระวังในระบบเฝ้าระวังโรค เมื่อเดือน ตุลาคม 2565 (The Coverage, 2565) ส่งผลให้มินิกท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ตเพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาระดับความเครียด ภาวะซึมเศร้าและพลังสุขภาพจิตของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวในช่วงภายหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิชิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต

วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

ประชากรและกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยว ในพื้นที่ ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิชิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต กลุ่มเป้าหมายเป็น ผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยว 150 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มธุรกิจนำเที่ยว จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มธุรกิจโรงแรมและที่พัก จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มธุรกิจอาหารและเครื่องดื่ม จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 4 กลุ่มธุรกิจจำหน่ายสินค้าและของที่ระลึก จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 5 กลุ่มธุรกิจการขนส่ง จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ศึกษา

1.แบบของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นการสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลเป็นคำถามปลายปิดจำนวน 18 ข้อโดยผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถามมาจากการทบทวนวรรณกรรม

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามประเมินความเครียด (ST-5) จากกรมสุขภาพจิต ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 5 ข้อ การแปลผลเมื่อรวมคะแนนทุกข้อแล้วนำมา เปรียบเทียบกับ เกณฑ์ปกติที่กำหนดดังนี้ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

คะแนน 0 – 4 เครียดน้อย

คะแนน 5 – 7 เครียดปานกลาง

คะแนน 8 – 9 เครียดมาก

คะแนน 10 – 15 เครียดมากที่สุด

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามประเมินโรคซึมเศร้า (9Q) จากกรมสุขภาพจิต ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมดจำนวน 9 ข้อ การแปลผล เมื่อรวมคะแนนทุกข้อแล้วนำมา เปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติที่กำหนดดังนี้

คะแนน < 7 ไม่มีอาการของโรคซึมเศร้าหรือมีอาการของโรคซึมเศร้าระดับน้อยมาก

คะแนน 7-12 มีอาการของโรคซึมเศร้า ระดับน้อย

คะแนน 13-18 มีอาการของโรคซึมเศร้า ระดับปานกลาง

คะแนน \geq 19 มีอาการของโรคซึมเศร้า ระดับรุนแรง

ส่วนที่ 4 แบบประเมินพลังสุขภาพจิต วัดระดับความเข้มแข็งทางจิตใจ จากกรมสุขภาพจิต ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด จำนวน 20 ข้อ การแปลผล เมื่อนำคะแนนแต่ละด้านมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติที่กำหนดดังนี้

1. ด้านความทนทานทางอารมณ์ (ข้อ 1-10)

คะแนน < 27 ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ

คะแนน 27-34 เกณฑ์ปกติ

คะแนน > 34 สูงกว่าเกณฑ์ปกติ

2. ด้านกำลังใจ (ข้อ 11-15)

คะแนน < 14 ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ

คะแนน 14-19 เกณฑ์ปกติ

คะแนน > 19 สูงกว่าเกณฑ์ปกติ

3. ด้านการจัดการกับปัญหา (ข้อ 16-20)

คะแนน < 13 ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ

คะแนน 55-69 เกณฑ์ปกติ

คะแนน > 69 สูงกว่าเกณฑ์ปกติ

4. รวมแต่ละด้าน (80 คะแนน)

คะแนน < 55 ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ

คะแนน 55-69 เกณฑ์ปกติ

คะแนน > 69 สูงกว่าเกณฑ์ปกติ

2. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถามส่วนของข้อมูลทั่วไปโดยผู้วิจัย ส่งเครื่องมืองานวิจัยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบไปด้วย อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสาธารณสุขศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านส่งเสริมสุขภาพ จำนวน 1 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพของความเที่ยงตรง ถูกต้องและเหมาะสมของแบบสอบถามได้ค่า IOC = 0.90 และนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try out) กับผู้ประกอบการด้านการท่องเที่ยว ในจังหวัดภูเก็ตที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มประชากร จำนวน 30 คน และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้เท่ากับ 0.97

วิธีการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยเข้าเก็บข้อมูลในสถานประกอบการด้านการท่องเที่ยวระหว่างเดือนสิงหาคม-กันยายน 2565 ผู้วิจัยแสดงเอกสารขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูลในสถานประกอบการที่ทางมหาวิทยาลัยเป็นผู้ออกให้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและการเก็บข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะได้รับการปกปิดข้อมูล ส่วนบุคคลให้กลุ่มเป้าหมายทราบ การเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมัครใจของกลุ่มเป้าหมาย

การวิเคราะห์และการแปลผล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนาเช่น จำนวน ร้อยละ (Percentage)

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการด้านการท่องเที่ยวในเขตพื้นที่ตำบลวิชิต อำเภอเมืองจังหวัดภูเก็ต จำนวน 150 คน พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 51.33 มีอายุในช่วง 20 – 29 ปี จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 31.33 นับถือศาสนาอิสลาม จำนวน 114 คน คิดเป็นร้อยละ 76.00 สถานภาพสมรส จำนวน 110 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 มีรายได้ต่อเดือน 10,000 – 29,000 บาท จำนวน 110 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 มีปัญหาหนี้สิน จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 81.33 จบการศึกษามัธยมศึกษา จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 30.19 อาศัยบ้านส่วนตัวจำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 50.67 มีระดับความสัมพันธ์ในครอบครัวดี จำนวน 125 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 เป็นพนักงานในสถานประกอบการ จำนวน 110 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 มีประสบการณ์ทำงาน 1 – 5 ปี จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 70.67 ผลกระทบที่ได้รับวิกฤตการณ์การติดเชื้อ จำนวน 105 คน คิดเป็นร้อยละ 70.00 ส่วนใหญ่ไม่ได้รับความช่วยเหลือ จำนวน 119 คน คิดเป็นร้อยละ 79.33 ได้รับวัคซีน จำนวน 150 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 วัคซีนที่ได้รับวัคซีนซิโนแวค คิดเป็นร้อยละ 28.57 ส่วนใหญ่

ไม่เคยป่วยด้วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 56.00 และเคยป่วยด้วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 44.00 ส่วนใหญ่เคยป่วยด้วยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 1 ครั้ง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 46.97 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 จำนวน ร้อยละ ระดับความเครียดของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยว หลังจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิตร อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต ในภาพรวม (n=150)

ระดับความเครียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความเครียดน้อย	120	80.00
ความเครียดปานกลาง	26	17.33
ความเครียดมาก	4	2.67
ความเครียดมากที่สุด	0	0.00
รวม	150	100.00

จากตารางที่ 1 พบว่า ระดับความเครียดของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีระดับความเครียดน้อย จำนวน 120 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ความเครียดปานกลาง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 17.33 และความเครียดมาก จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 2.67 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 จำนวน ร้อยละ ระดับภาวะซึมเศร้าของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยว หลังจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิตร อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต ในภาพรวม (n=150)

ระดับภาวะซึมเศร้า	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่มีอาการของโรคซึมเศร้าหรือมีอาการของโรคซึมเศรียระดับน้อยมาก	90	60.00
มีอาการของโรคซึมเศรียระดับน้อย	57	38.00
มีอาการของโรคซึมเศรียระดับปานกลาง	3	2.00
มีอาการโรคซึมเศรียระดับรุนแรง	0	0.00

จากตารางที่ 2 พบว่า ระดับภาวะซึมเศร้าของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวส่วนใหญ่ไม่มีอาการของโรคซึมเศร้าหรือมีอาการของโรคซึมเศรียระดับน้อยมาก จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมาคือมีอาการของโรคซึมเศรียระดับน้อย จำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 38.00 และมีอาการของโรคซึมเศรียระดับปานกลางจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 2.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ระดับพลังสุขภาพจิตของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวในช่วงหลังจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิต อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต (n=150)

ระดับพลังสุขภาพจิต	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ	50	33.33
เกณฑ์ปกติ	90	60.00
สูงกว่าเกณฑ์ปกติ	10	6.67
รวม	150	100.00

จากตารางที่ 3 พบว่า ระดับพลังสุขภาพจิตของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมาคือระดับต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และมีระดับสูงกว่าปกติจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 จำนวน ร้อยละ ระดับพลังสุขภาพจิตของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวในช่วงหลังจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิต อำเภอมือง จังหวัดภูเก็ต จำแนกรายด้าน (n=150)

ระดับพลังสุขภาพจิต	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ด้านความทนทานทางอารมณ์		
ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ	40	26.67
เกณฑ์ปกติ	100	66.66
สูงกว่าเกณฑ์ปกติ	10	6.67
ด้านกำลังใจ		
ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ	60	40.00
เกณฑ์ปกติ	75	50.00
สูงกว่าเกณฑ์ปกติ	15	10.00
ด้านการจัดการกับปัญหา		
ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ	35	23.33
เกณฑ์ปกติ	113	75.33
สูงกว่าเกณฑ์ปกติ	2	1.34

จากตารางที่ 4 พบว่า ระดับพลังสุขภาพจิตของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวแต่ละด้านเป็นดังนี้ ด้านความทนทานทางอารมณ์ ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ 100 คน คิดเป็นร้อยละ 66.66 รองลงมาคือต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 และสูงกว่าเกณฑ์ปกติ 10 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 ด้านกำลังใจส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ จำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาคือต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ

จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และสูงกว่าเกณฑ์ปกติ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 และด้านการจัดการกับปัญหาส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ จำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 75.33 รองลงมาคือต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 และสูงกว่าเกณฑ์ปกติ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.34 ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

ผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวในพื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต มีระดับความเครียดน้อยคิดเป็นร้อยละ 80.00 ความเครียดระดับต่ำคือความเครียดที่ไม่ส่งผลต่อการใช้ชีวิตมากนัก อาจจะแค่เกิดอาการเบื่อหน่าย ขาดแรงจูงใจ ส่งผลต่อร่างกายคือเคลื่อนไหวเชื่องช้าลง (กรมสุขภาพจิต, มปป) สอดคล้องกับการศึกษาความเครียดความวิตกกังวลและสัมพันธภาพในครอบครัวของประชาชนไทยภายหลังสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ระลอกแรก ของนุชนาฏ รักษ์และคณะ ซึ่งพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความเครียด ระดับน้อย ร้อยละ 56.20, ปานกลาง ร้อยละ 29.90 และมากถึงมากที่สุด ร้อยละ 13.90 ตามลำดับ ไม่มีความวิตกกังวล 97.80% สัมพันธภาพในครอบครัวที่เปลี่ยนแปลงในเชิงบวก พบว่า ครอบครัวเอาใจใส่ดูแลมากขึ้น

ร้อยละ 58.40 (นุชนาฏ รักษ์และคณะ, 2564) สำหรับการศึกษาระดับภาวะซึมเศร้าของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวในพื้นที่ พบว่าอยู่ในระดับน้อยมากเช่นกันคิดเป็น ร้อยละ 60.00 อาจมีโรคซึมเศร้า

ระดับเล็กน้อย (mild depression) คือมีอาการเบื่อหน่ายเล็กน้อย หรือมีอาการหดหู่ เศร้าซึม การดำเนินชีวิตยังคงเป็นไปตามปกติสามารถบอกเล่าและระบายความรู้สึกออกมาได้ และสามารถทำงาน ปฏิบัติกิจกรรมประจำวันได้ตามปกติหรือใกล้เคียงปกติ (กรมสุขภาพจิต, มปป) และมีระดับพลังสุขภาพจิตส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ คิดเป็นร้อยละ 60.00 โดยจำเป็นต้องพัฒนาตนเองแสวงหาความรู้เพื่อเสริมสร้างพลังสุขภาพจิตให้คงอยู่ต่อไป (กรมสุขภาพจิต, 2565) ทั้งนี้ผลการวิจัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อาศัยบ้านส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 50.67 มีระดับความสัมพันธ์ในครอบครัวดี คิดเป็นร้อยละ 83.33 เป็นพนักงานในสถานประกอบการ

คิดเป็นร้อยละ 73.33 มีประสบการณ์ทำงาน 1 – 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 70.67 ผลกระทบที่ได้รับวิตกกังวลกลัวการติดเชื้อ คิดเป็นร้อยละ 70.00 และได้รับวัคซีน คิดเป็นร้อยละ 100.00 จากองค์ประกอบเหล่านี้ของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงให้เห็นว่ามีสภาวะส่วนบุคคลที่ดีรวมถึงได้รับวัคซีนครบ 2 เข็ม ทุกคนจึงมีความมั่นใจและอาจทำให้มีความเครียดต่ำ ระดับภาวะซึมเศร้าน้อย และมีระดับพลังสุขภาพจิตในเกณฑ์ปกติ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวในพื้นที่ สามารถยอมรับกับสถานการณ์และผลกระทบของการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้ เมื่อพิจารณา ระดับพลังสุขภาพจิตในรายด้าน พบว่าผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยว มีความสามารถในการจัดการกับปัญหา ร้อยละ 75.33 อยู่ในเกณฑ์ปกติเป็นจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือมีความทนทานทางอารมณ์ ร้อยละ 66.66 อยู่ในเกณฑ์ปกติเป็นจำนวนรองลงมา แสดงให้เห็นว่า ผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวเมื่อประสบปัญหาสามารถที่จะหาทางออกและแก้ไขปัญหาได้ในที่สุด และสามารถควบคุมอารมณ์ตนเองให้มีสติได้ดีเมื่อเผชิญกับปัญหา ไม่หวั่นไหวและไม่ถูกกระตุ้นได้ง่าย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทำงานด้านการ

ห้องเที่ยว เป็นงานบริการที่ต้องคำนึงถึงความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวสูงสุด จึงมีประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหาและสามารถทนต่ออารมณ์ของผู้อื่นและควบคุมอารมณ์ตนเองได้ดี และพบว่า ในด้านกำลังใจนั้นมีเพียงร้อยละ 50.00 เท่านั้นที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ หลังจากผ่านพ้นประสบการณ์ที่ยากลำบากมาแล้วอาจจะยังขาดซึ่งกำลังใจในการเผชิญกับชีวิต จิตใจที่มุ่งมั่นต่อเป้าหมาย มองไม่เจอโอกาสข้างหน้าของชีวิตในอนาคตต่อไป จึงควรแสวงหาแนวทาง ความรู้ในการสร้างกำลังใจให้ตนเอง เช่น การพูดให้กำลังใจตนเองในแต่ละวัน คิดถึงคนที่ห่วงใยและใส่ใจ การหาที่ปรึกษาเมื่อยามประสบกับปัญหา เป็นต้น (กรมสุขภาพจิต, 2565) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในกลุ่มที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าปกติ พบว่ามีจำนวนไม่น้อย คิดเป็นร้อยละ 33.33 ซึ่งกลุ่มนี้อาจพิจารณาการให้อบรมเชิงปฏิบัติการในการเสริมสร้างพลังสุขภาพจิตต่อไป เช่น การรับมือกับความเครียด การเผชิญความเครียดและจัดการปัญหา การเสริมสร้างกำลังใจให้ตนเอง เป็นต้น ทางสถานประกอบการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนดำเนินโครงการเพื่อพัฒนางานด้านสุขภาพจิตในพื้นที่ต่อไปได้ โดยเรื่องที่ควรดำเนินการถัดไปคือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกำลังใจให้แก่บุคลากร และการดำเนินงานคัดกรองสุขภาพจิตในสถานประกอบการ เพื่อเป็นการค้นหาผู้ป่วยหรือกลุ่มเสี่ยงที่ควรเฝ้าระวังและนำมาส่งเสริมสุขภาพจิตต่อไป

สรุปผล

จากผลการศึกษาระดับความเครียด ภาวะซึมเศร้าและพลังสุขภาพจิตของผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยว ในช่วงหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิตร อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต สามารถสรุปได้ว่า ผู้ประกอบอาชีพบริการด้านการท่องเที่ยวในพื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิตร อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต มีระดับความเครียดน้อย คิดเป็นร้อยละ 80.00 ระดับภาวะซึมเศร้าน้อยมาก คิดเป็นร้อยละ 60.00 และมีพลังสุขภาพจิตในเกณฑ์ปกติ คิดเป็นร้อยละ 60.00

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนางสาวจุฬาลักษณ์ เทพบุตร ตำแหน่งนักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการและคณะอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม) ในพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวิจิตร อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ตที่ช่วยเหลือในการประสานงานแก่สถานประกอบการในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต. 2565. เปลี่ยนร้ายกลายเป็นดีพลังสุขภาพจิต RQ: Resilience Quotient ศักยภาพทางอารมณ์ และจิตใจที่จะช่วยพาคุณก้าวผ่านภาวะวิกฤตและความไม่แน่นอนของชีวิตได้อย่างสง่างาม. แหล่งข้อมูล: <https://dmh.go.th/covid19/> ค้นเมื่อ 14 มกราคม 2566

กรมสุขภาพจิต. มปป. แบบประเมินความเครียด (ST5). แหล่งข้อมูล: <https://dmh.go.th/test/qttest5/> ค้นเมื่อ 16 มกราคม 2566

- กรมสุขภาพจิต. มปป. แบบประเมินโรคซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q). แหล่งข้อมูล:
<https://dmh.go.th/test/9q/> ค้นเมื่อ 16 มกราคม 2566
- นุชนาฏ รักษ์, กนกพร ดอนเจตีย์, นันทนัช สงศิริ, วินันดา ตีสวัสดิ์, สาลินี จันทร์เจริญ และอารี อยู่ภู. 2564. การศึกษาความเครียด ความวิตกกังวล และสัมพันธภาพในครอบครัวของประชาชนไทยภายหลังสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ระลอกแรก.วารสารคุณภาพ ชีวิต กับกฎหมาย 17(1): 94-108.
- พิริยะ ผลพิรุฬห์. 2565. การปรับตัวของแรงงานในภาคการท่องเที่ยวในยุคโควิด-19 (ศ.ดร.พิริยะ). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. แหล่งข้อมูล: <https://econ.nida.ac.th/> ค้นเมื่อ 14 มกราคม 2566
- BBC NEWS ไทย. 2022. โควิด-19: 1 ก.ค. ไทยเข้าสู่ระยะหลังการระบาดใหญ่ มีอะไรที่เปลี่ยนไปบ้าง. แหล่งข้อมูล: <https://www.bbc.com/thai/thailand-62005878> ค้นเมื่อ 16 มกราคม 2566
- The Coverage. 2565. สธ. ออกประกาศถอด 'โควิด' จาก 'โรคติดต่ออันตราย' ปรับเป็น 'โรคติดต่อเฝ้าระวัง' มีผล 1 ต.ค. เป็นต้นไป. แหล่งข้อมูล: <https://www.thecoverage.info/news/content/4034> ค้นเมื่อ 16 มกราคม 2566

สมุนไพรที่ใช้ในการรักษาโรคสะเก็ดเงินของหมอพื้นบ้านในจังหวัดนครศรีธรรมราช

Herbs used by Thai traditional healers for psoriasis treatment in Nakhon Si Thammarat province, southern of Thailand

วิญญู วงศ์วิวัฒน์^{1*} ชฎาพร เกลี้ยงจันทร์¹ วสันต์ ทะยียะห์ยา¹ ศรีนทร์รัตน์ จิตจำ¹ สินีนาฏ อารีกิจ¹
สิริรัตน์ เลหาประภานนท์¹ กัญทร ยินเจริญ¹ ทิยานันท์ สวนกุล¹ พัชรินทร์ เต็งมีศรี¹ พิริญญา กฤตวงศ์งาม²
Winyu Wongwiwat^{1*}, Chadaporn Kleangjan¹, Wasan Hayeeyahya¹, Sarinrat Jitjum¹, Sineenat Areekit¹,
Sirirat Laohaprapanon¹, Kanyatorn Yincharoen¹, Thiyanan Suankool¹, Patcharin Tengmeesri¹
Pirinya Kritwongngam¹

¹ สาขาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งสง จังหวัด
นครศรีธรรมราช 80110

² สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000

¹ Thai Traditional Medicine Department, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of
Technology Srivijaya, Thung Song, Nakhon Si Thammarat, 80110, Thailand

² Food Technology Program, Faculty of Agricultural Technology, Phuket Rajabhat University, Muang, Phuket,
83000, Thailand

*Corresponding author E-mail: winyu.w@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

โรคสะเก็ดเงินเป็นโรคที่ทำให้เกิดการอักเสบเรื้อรังบริเวณผิวหนัง เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันร่างกาย ปัจจุบันยังไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ และยังคงมีหมอพื้นบ้านในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่มีภูมิปัญญาการใช้สมุนไพรรักษาโรคสะเก็ดเงิน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวมภูมิปัญญาการนำสมุนไพรมาใช้รักษาโรคสะเก็ดเงินของหมอพื้นบ้านในจังหวัดนครศรีธรรมราช ศึกษาโดยการคัดเลือกหมอพื้นบ้านตามเกณฑ์ ใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของหมอพื้นบ้าน และ ภูมิปัญญาการนำสมุนไพรมาใช้รักษาโรคสะเก็ดเงิน ประกอบด้วย ตำรับยา สมุนไพรในตำรับยา วิธีการเตรียมยา วิธีการใช้ยา ส่วนของพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ สรรพคุณของสมุนไพร และลักษณะวิสัยของพืชสมุนไพร นำข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์โดยสถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษาพบหมอพื้นบ้านผ่านเกณฑ์การคัดเลือก 7 คน รวบรวมตำรับยาได้ทั้งสิ้น 10 ตำรับ แบ่งเป็น ตำรับยาใช้ภายนอก 6 ตำรับ และตำรับยารับประทาน 4 ตำรับ พบสมุนไพรทั้งสิ้น 56 ชนิด แบ่งเป็น พืชสมุนไพร 47 ชนิด สัตว์สมุนไพร 6 ชนิด และ และธาตุสมุนไพร 3 ชนิด สมุนไพรที่นำมาใช้ซ้ำกันมากที่สุดโดยหมอพื้นบ้านสามคนประกอบด้วย ข้าวเย็นเหนือ ข้าวเย็นใต้ ทองพันชั่ง หัวร้อยรู และ กำมะถัน รองลงมาคือสมุนไพรที่ถูกนำมาใช้ซ้ำกันโดยหมอพื้นบ้านสองคนประกอบด้วย งา เลือดแรด สวาด สะบ้า เหงือกปลาหมอ และ กระบือ หมอพื้นบ้านทั้ง 7 คน มีภูมิปัญญาในการนำสมุนไพรมาใช้รักษาโรคสะเก็ดเงินซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานการแพทย์แผนไทย

คำสำคัญ : โรคสะเก็ดเงิน พืชสมุนไพร สมุนไพร หมอพื้นบ้าน ภูมิปัญญา

Abstract

Psoriasis is a chronic inflammatory skin disease, regards as autoimmune disorders. Thai traditional healers in Nakhon Si Thammarat perform Thai traditional medicine knowledge for psoriasis treatment. The objectives of this research were to studied and compiled the knowledge of Thai traditional healers on utilization of medicinal plants for psoriasis treatment in Nakhon Si Thammarat province. Methodology were selected Thai traditional healers by purposive sampling with criteria, interviewed through semi – structure interview which contained the general information and knowledge for psoriasis treatment consisted of recipes, herbs and medicinal plants, mode of preparation, route of administration, parts used, properties and habits of medicinal plants. All information analyzed in descriptive statistics form. A total of 7 Thai traditional healers, 10 recipes contained 6 topical recipes and 4 oral recipes were founded. All of 56 herbs contained 47 medicinal plants, 6 animal herbs and 3 mineral herbs. The most consensus herbs for psoriasis treatment by 3 Thai traditional healers was *Smilax corbularia* Kunth, *Smilax glabra* Wall. ex Roxb., *Rhinacanthus nasutus* (L.) Kurz., *Hydnophytum formicarum* Jack and Sulphur, while the consensused herbs by 2 Thai traditional healers were *Sesamum indicum* L., *Knema globularia* (Lam.) Warb., *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb., *Entada spiralis* Ridl., *Acanthus ebracteatus* Vahl and buffalo. All of 7 Thai traditional healers informed the knowledge on utilization of medicinal plants for psoriasis treatment which based on Thai traditional medicine theory.

Keywords : Psoriasis, Medicinal plants, Herbs, Traditional healers, Knowledge

บทนำ

โรคสะเก็ดเงิน คือ โรคที่ก่อให้เกิดการอักเสบบริเวณผิวหนัง อุบัติการณ์การเกิดโรคในประชากรทั่วโลก ร้อยละ 2 มีสาเหตุมาจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันภายในร่างกาย การอักเสบที่เกิดขึ้นส่งผลให้เกิดการหนาตัวของเซลล์ผิวหนังเคอราทีโนไซต์ (keratinocyte) บริเวณผิวหนังชั้นกำพวด (epidermis) โรคสะเก็ดเงิน อาจกำเริบได้จากโรคประจำตัวหลายโรค เช่น โรคอ้วน เอดส์ ไวรัสตับอักเสบนชนิดบีและซี ปัจจุบันโรคสะเก็ดเงิน เป็นโรคที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดและยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด ผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงินมักได้รับผลกระทบทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และส่งผลต่อระดับคุณภาพชีวิตที่แย่ลง โรคสะเก็ดเงินมักเกิดขึ้นผิวหนังบริเวณ ศีรษะ ข้อศอก ข้อเข่า แขน ขา ก้นกบ เป็นต้น และลักษณะรอยโรคมียหลายรูปแบบ เช่น ชนิดผื่นนูนหนา (plaque psoriasis) ชนิดตุ่มแดง (guttate psoriasis) ชนิดตุ่มหนอง (pustular psoriasis) ชนิดผื่นแดงทั่วตัว (erythrodermic psoriasis) สะเก็ดเงินบริเวณศีรษะ (scalp psoriasis) สะเก็ดเงินที่เล็บ (nail psoriasis) และ

ข้ออักเสบจากสะเก็ดเงิน (psoriatic arthritis) เป็นต้น (Green, 2011; Lowes et al., 2014) การรักษาทางการแพทย์แผนปัจจุบันมีวิธีการรักษาหลายรูปแบบ โดยวิธีที่นิยมใช้รักษาในรูปแบบยาใช้ภายนอก เช่น emollients dithranol tar และ corticosteroids รูปแบบยารับประทาน เช่น methotrexate cyclosporine และ acitretin และ การรักษาโดยฉายแสงยูวี (phototherapy) (Menter et al., 2008; Rendon and Schäkel, 2019)

การแพทย์แผนไทยเกิดขึ้นพร้อมกับการมีอยู่ของสังคมไทยตั้งแต่สมัยอดีตกาล ทฤษฎีการแพทย์แผนไทยให้ความหมายของร่างกายประกอบด้วยธาตุสี่ชนิด คือ ธาตุดิน ธาตุน้ำ ธาตุลม และธาตุไฟ ความไม่สมดุลของธาตุทั้งสี่ส่งผลให้เกิดโรคต่าง ๆ โดยสมุนไพรแต่ละชนิดมีหน้าที่ในการปรับสมดุลของธาตุภายในร่างกายให้กลับมาเป็นปกติ

จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นจังหวัดหัวเมืองใหญ่ทางใต้ของประเทศไทย เดิมชื่ออาณาจักรตามพรลิงค์ เกิดขึ้นตั้งแต่สมัยก่อนพุทธศตวรรษที่ 7 (ก่อน 1800 ปีที่แล้ว) ในพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชมีแนวเทือกเขานครศรีธรรมราชทอดผ่าน ซึ่งส่งผลให้มีความอุดมสมบูรณ์ทางทรัพยากรธรรมชาติ ปัจจุบันพบว่าหมอพื้นบ้านที่ยังคงใช้ภูมิปัญญาด้านการแพทย์แผนไทยมีอายุมากขึ้นและมีผู้สืบทอดน้อยลง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวมภูมิปัญญาการนำสมุนไพรมาใช้รักษาโรคสะเก็ดเงินของหมอพื้นบ้านในจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่มีคุณค่าต่อการรวบรวมและอนุรักษ์ไว้ และเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปพัฒนารักษาโรคสะเก็ดเงินต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยสำรวจด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน (ethnobotanical survey) ทำการศึกษาในเดือน เมษายน 2561 ถึง กันยายน 2561

พื้นที่การศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง: พื้นที่ทำการศึกษาคือ จังหวัดนครศรีธรรมราช ใช้วิธีการค้นหาประชากรหมอพื้นบ้านโดยวิธีลูกโซ่ (snowball technique) ร่วมกับฐานข้อมูลหมอพื้นบ้านภายในสาขาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างหมอพื้นบ้านตามเกณฑ์ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก คือ 1. มีประสบการณ์รักษาโดยวิธีการทางการแพทย์แผนไทยมากกว่า 10 ปี 2. มีภูมิปัญญาและตำรับยาที่ใช้ในการรักษาโรคสะเก็ดเงิน 3. ยินยอมให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลภูมิปัญญาโดยการลงนามในแบบฟอร์มอนุญาตให้เก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล: เก็บข้อมูลหมอพื้นบ้านโดยการสัมภาษณ์ ตามแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi – structure interview) ทำการสัมภาษณ์ในที่อยู่อาศัยของหมอพื้นบ้าน โดยให้หมอพื้นบ้านยืนยันอาการของโรคสะเก็ดเงินได้ตรงตามหลักการแพทย์แผนปัจจุบัน ข้อมูลที่ทำการสัมภาษณ์ประกอบด้วย ตำรับยาและสมุนไพรในตำรับยา สรรพคุณของสมุนไพร (properties) ลักษณะนิสัย (habit) ส่วนที่นำมาใช้ของพืชสมุนไพร (part used) วิธีเตรียมตำรับยา (method of preparation) และ วิธีการใช้ยา (route of administration)

ลงพื้นที่เก็บข้อมูลพืชสมุนไพรหลังการสัมภาษณ์พร้อมหมอบ้านที่สามารถลงพื้นที่ได้ ทำการระบุชื่อของพืชสมุนไพรตามหนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย โดย เต็ม สมิตินันท์ (Neumsuvan et al., 2016; เต็ม, 2544) วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

ผลการวิจัย

หมอบ้านและตำรับยา

พบหมอบ้านทั้งสิ้น 7 คน ประกอบด้วย หมอบ้านเพศชาย 6 คน และเพศหญิง 1 คน จบการศึกษาระดับปริญญาตรี 1 คน หมอบ้านมีภูมิปัญญาด้านการแพทย์แผนไทยจากการรับสืบทอดต่อกันจากรพบุรุษและการสั่งสมประสบการณ์ในการรักษาโดยวิธีการแพทย์แผนไทย พบตำรับยาทั้งสิ้น 10 ตำรับ ประกอบด้วย ตำรับยาใช้ภายนอก 6 ตำรับ และตำรับยารับประทาน 4 ตำรับ พบวิธีการเตรียมยาสามารถจัดแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ การเคี้ยวในน้ำมัน 3 ตำรับ ซึ่งเป็นตำรับยาใช้ภายนอก การต้ม 3 ตำรับ เป็นตำรับยารับประทาน และ การใช้สมุนไพรสดหรือแห้ง 4 ตำรับ แบ่งเป็น ตำรับยารับประทาน 1 ตำรับ และตำรับยาใช้ภายนอก 3 ตำรับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ตำรับยาของหมอบ้าน

หมอบ้าน	จำนวนสมุนไพร	วิธีการเตรียมยา	วิธีการใช้ยา
JT	6	เคี้ยวด้วยน้ำมันงา (Bso)	ใช้ภายนอก
SS	13	ผสมน้ำผึ้ง (Mwh)	รับประทาน
RK	13	ต้ม (Dec)	รับประทาน
PC	2	หั่นตามเส้นกลางใบ ใช้ใบจุ่มในน้ำมันก๊าด (Cdk)	ใช้ภายนอก
PL	19	ต้ม (Dec)	รับประทาน
	2	บดและผสมในแอลกอฮอล์ (Pma)	ใช้ภายนอก
	8	เผาแล้วนำไปเคี้ยวในน้ำมันงา (Bbs)	ใช้ภายนอก
LP	5	ต้ม (Dec)	รับประทาน
	2	ใช้น้ำมัน (Ro)	ใช้ภายนอก
SH	5	เคี้ยวด้วยน้ำมันงาแล้วผสมกำมะถัน (Bss)	ใช้ภายนอก

สมุนไพร

สมุนไพรทั้งสิ้น 56 ชนิด ประกอบด้วยพืชสมุนไพร 47 ชนิด (ตารางที่ 2) สัตว์สมุนไพร 6 ชนิด (ตารางที่ 3) และ ชาติสมุนไพร 3 ชนิด ซึ่งพบเฉพาะในตำรับยาใช้ภายนอก ประกอบด้วย แอลกอฮอล์ (วิธีเตรียมยา Pma; โดยหมอบ้าน PL) น้ำมันก๊าด (วิธีเตรียมยา Cdk; โดยหมอบ้าน PC) และกำมะถัน (วิธีเตรียมยา Bso,Bbs,Bss; โดยหมอบ้าน JT,PL,SH ตามลำดับ) สอดคล้องกับหลักเภสัชกรรมไทยด้านเภสัชวัตถุ

ประกอบด้วยสมุนไพร 3 รูปแบบ คือ พืช สัตว์ และธาตุวัตถุ พืชวัตถุ 47 ชนิด จัดอยู่ใน 27 วงศ์ วงศ์ที่มีสมุนไพร ถูกนำมาใช้มากที่สุดคือ วงศ์ Apiaceae 5 ชนิด (ร้อยละ 10.7) รองลงมา คือ วงศ์ Acanthaceae และ Fabaceae วงศ์ละ 4 ชนิด (ร้อยละ 8.5) วงศ์ Rubiaceae 3 ชนิด (ร้อยละ 6.4) วงศ์ Asteraceae Combretaceae Euphorbiaceae Menispermaceae Myristicaceae Orchidaceae Rutaceae และ Smilacaceae วงศ์ละ 2 ชนิด (ร้อยละ 4.3) และ วงศ์ Achariaceae Arecaceae Aristolochiaceae Brassicaceae Dioscoreaceae Lauraceae Meliaceae Moraceae Pedaliaceae Piperaceae Polygonaceae Polypodiaceae Ranunculaceae Rhamnaceae และ Simaroubaceae วงศ์ละ 1 ชนิด (ร้อยละ 2.1)

ลักษณะวิสัยของพืชสมุนไพร พบ 5 ลักษณะ ไม้ล้มลุกพบมากที่สุด 16 ชนิด (ร้อยละ 34) รองลงมา คือ ไม้ยืนต้น 15 ชนิด (ร้อยละ 32) ไม้พุ่ม 8 ชนิด (ร้อยละ 17) ไม้เถา 7 ชนิด (ร้อยละ 7) และ ปาล์ม 1 ชนิด (ร้อยละ 2)

ส่วนของพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ จัดกลุ่มได้ทั้งสิ้น 12 กลุ่ม ประกอบด้วย รากและเหง้า (root and rhizome) มากที่สุด 12 ชนิด (ร้อยละ 26) รองลงมา คือ เมล็ด (seed) 8 ชนิด (ร้อยละ 17) ผล (fruit) 7 ชนิด (ร้อยละ 15) ใบ (leaf) 5 ชนิด (ร้อยละ 11) ทั้งต้น (whole plant) 4 ชนิด (ร้อยละ 9) เนื้อไม้ (wood) และน้ำมัน (oil) ส่วนละ 3 ชนิด (ร้อยละ 6) ส่วนเหนือดิน (aerial parts) พิมเสน (borneol) การบูร (camphor) ดอก (flower) และ ลำต้นกลวง (swollen stem) (หัวร้อยรู) ส่วนละ 1 ชนิด (ร้อยละ 2)

สมุนไพรที่ถูกนำมาใช้ซ้ำกันมากที่สุดโดยหมอพื้นบ้าน 3 คน ซึ่งเป็นสมุนไพรที่ถูกนำมาใช้ในตำรับยาใช้ภายนอก ประกอบด้วย ข้าวเย็นเหนือ (*Smilax corbularia* Kunth) ข้าวเย็นใต้ (*Smilax glabra* Wall. ex Roxb.) ทองพันชั่ง (*Rhinacanthus nasutus* (L.) Kurz.) หัวร้อยรู (*Hydnophytum formicarum* Jack) และ กำมะถัน (Sulphur) (ตารางที่ 2) สมุนไพรที่ถูกนำมาใช้ซ้ำกันโดยหมอพื้นบ้าน 2 คน ประกอบด้วย งา (*Sesamum indicum* L.) เลือดแรด (*Knema globularia* (Lam.) Warb.) สวาด (*Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb.) สะบ้า (*Entada spiralis* Ridl.) เหงือกปลาหมอ (*Acanthus ebracteatus* Vahl) และ กระปือ โดยเลือดแรดและทองพันชั่ง ถูกนำมาใช้ทั้งในตำรับยารับประทานและตำรับยาใช้ภายนอก

สมุนไพรที่นำมาใช้ซ้ำกันมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการรักษาโรคสะเก็ดเงิน ประกอบด้วย ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory activity) ฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของเซลล์ (antiproliferative activity) และ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidative activity) (ตารางที่ 4)

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ตารางที่ 2 พืชสมุนไพรที่หมอพื้นบ้านนำมาใช้

Scientific name	Family	Habit	Part used	Method of preparation	Route of administration	Properties	Users
<i>Acacia concinna</i> Wall. (ส้มป่อย)	Fabaceae	shrub	leaf	Dec	oral	treats skin disease	PL
<i>Acanthus ebracteatus</i> Vahl (เหงือกปลาหมอ)	Acanthaceae	shrub	whole plant	Mwh, Dec	oral	treats skin disease and immune system, antipruritic	SS, LP
<i>Aegle marmelos</i> (L.) Correa ex Roxb. (มะตูม)	Rutaceae	tree	root	Dec	oral	antipyretic	RK
<i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wall. (ฟ้าทะลายโจร)	Acanthaceae	herb	leaf	Pma	topical	treats skin diseases	PL
<i>Anethum graveolens</i> L. (เทียนตาตั๊กแตน)	Apiaceae	herb	fruit	Dec	oral	nourishes energy	PL
<i>Angelica dahurica</i> (Fisch ex. Hoffm.) Benth. & Hook.f. ex Franch. & Sav. (โกฎีสอ)	Apiaceae	herb	root	Dec	oral	treats skin diseases	PL
<i>Aristolochia indica</i> L. (กระเช้าสีดา)	Aristolochiaceae	climber	leaf	Mwh	oral	treats skin diseases	SS
<i>Azadirachta indica</i> var. <i>siamensis</i> valetton. (สะเดา)	Meliaceae	tree	root	Dec	oral	treats skin diseases	RK
<i>Barleria lupulina</i> Lindl. (เสลดพังพอน)	Acanthaceae	shrub	leaf	Dec	oral	treats skin diseases	LP
<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC. (พิมเสน)	Asteraceae	tree	borneol	Bbs	topical	treats skin diseases	PL
<i>Bridelia ovata</i> Decne. (มะกา)	Euphorbiaceae	tree	leaf	Dec	oral	treats immune system	PL
<i>Caesalpinia bonduc</i> (L.) Roxb. (สวาด)	Fabaceae	climber	seed	Bso, Bss	topical	treats skin diseases, immune system and psoriasis	JT, SH
<i>Caesalpinia sappan</i> L. (ฝาง)	Fabaceae	tree	wood	Dec	oral	treats immune system	PL
<i>Carthamus tinctorius</i> L. (คำฝอย)	Asteraceae	herb	flower	Dec	oral	treats immune system, nourishes blood circulation	PL
<i>Ceriscoides turgida</i> (Roxb.) Tirveng. (กระเบียน)	Rubiaceae	tree	seed	Bbs	topical	treats immune system	PL
<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) T.Nees & C.H.Eberm.	Lauraceae	tree	camphor	Bbs	topical	treats skin diseases	PL
<i>Citrus hystrix</i> DC. (การบูร)	Rutaceae	tree	exocarp and mesocarp	Bbs	topical	treats immune system	PL
<i>Cocos nucifera</i> L. (มะพร้าว)	Arecaceae	palm	coconut oil	Ro	topical	treats skin diseases	LP
<i>Cuminum cyminum</i> L. (เทียนขาว)	Apiaceae	herb	fruit	Dec	oral	nourishes blood circulation	PL
<i>Drynaria quercifolia</i> (L.) J. Sm. (กระแตแต้ไม้)	Polypodiaceae	herb	rhizome	Mwh	oral	treats Impetigo and ecthyma	SS

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

Scientific name	Family	Habit	Part used	Method of preparation	Route of administration	Properties	Users
<i>Entada spiralis</i> Ridl. (สะบ้า)	Fabaceae	climber	seed	Bso, Bbs	topical	treats skin diseases, immune system and psoriasis	JT, PL
<i>Ficus heterophylla</i> L.f. (สลอดน้ำ)	Moraceae	shrub	whole plant	Dec	oral	treats immune system	RK
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. subsp. <i>vulgare</i> var. <i>dulce</i> (Mill.) Thell. (เทียนข้าวเปลือก)	Apiaceae	herb	fruit	Dec	oral	nourishes energy	PL
<i>Grammatophyllum speciosum</i> Blume (ว่านเพชรหึง)	Orchidaceae	epiphytic orchid	whole plant	Mwh	oral	neutralizes venom, antipruritic, treats immune system	SS
<i>Harrisonia perforata</i> Merr. (คนทา)	Simaroubaceae	shrub	root	Dec	oral	treats immune system	RK
<i>Hydnocarpus anthelminticus</i> Pierre.ex Laness. (กระเบา)	Achariaceae	tree	seed	Bbs	topical	treats immune system	PL
<i>Hydnophytum formicarum</i> Jack (หัวร้อยรู)	Rubiaceae	shrub	swollen stem	Mwh, Dec	oral	antipruritic, treats immune system, anti-inflammation	SS, PL, LP
<i>Knema globularia</i> (Lam.) Warb. (เลือดแรด)	Myristicaceae	tree	seed	Dec, Bbs, Bss	oral, topical	treats skin disease	PL, SH
<i>Lepidium sativum</i> L. (เทียนแดง)	Brassicaceae	herb	seed	Dec	oral	nourishes blood circulation	PL
<i>Ligusticum sinense</i> Oliv. cv. Chuanxiong (โถงหัวบัว)	Apiaceae	herb	rhizome	Dec	oral	treats skin diseases	PL
<i>Morinda citrifolia</i> L. (ยอบ้าน)	Rubiaceae	tree	root	Dec	oral	treats immune system	RK
<i>Myristica fragrans</i> Houtt. (จันทเทศ)	Myristicaceae	shrub	seed	Dec	oral	nourishes nervous system	PL
<i>Nigella sativa</i> L. (เทียนดำ)	Ranunculaceae	herb	seed	Dec	oral	nourishes blood circulation	PL
<i>Piper chaba</i> Hunt. (ติปลี)	Piperaceae	climber	fruit	Bso	topical	treats skin diseases and psoriasis	JT
<i>Rheum palmatum</i> L. (โถงน้ำเต้า)	Polygonaceae	herb	rhizome	Dec	oral	treats skin diseases	PL
<i>Rhinacanthus nasutus</i> (L.) Kurz. (ทองพันชั่ง)	Acanthaceae	shrub	aerial parts	Mwh, Cdk, Dec	oral, topical	treats skin diseases, immune system	SS, PC, LP
<i>Sesamum indicum</i> L. (งา)	Pedaliaceae	herb	sesame oil	Bso, Bss	topical	skin care, Treats skin diseases	JT, SH
<i>Smilax corbularia</i> Kunth (ข้าวเย็นเหนือ)	Smilacaceae	herb	rhizome	Mwh, Dec	oral	treats immune system and skin disease, antipyretic	SS,RK, PL

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

Scientific name	Family	Habit	Part used	Method of preparation	Route of administration	Properties	Users
<i>Smilax glabra</i> Wall. ex Roxb. (ข้าวเย็นใต้)	Smilacaceae	herb	rhizome	Mwh, Dec	oral	treats immune system, antipyretic, kills pathogen	SS,RK, PL
<i>Spondias pinnata</i> (L.f.) Kurz (มะกอก)	Orchidaceae	tree	olive oil	Ro	topical	wound healing activity	LP
<i>Suregada multiflorum</i> (A.Juss.) Baill. (ขันทองพญาบาท)	Euphorbiaceae	tree	wood	Dec	oral	treats immune system	LP
<i>Tacca leontopetaloides</i> (L.) Kuntze (เท้ายาม่อม)	Dioscoreaceae	herb	root	Dec	oral	anti-inflammation	RK
<i>Terminalia bellirica</i> (Gaertn.) Roxb. (สมอพิเภก)	Combretaceae	tree	fruit	Dec	oral	treats skin diseases	PL
<i>Terminalia chebula</i> Retz. (สมอไทย)	Combretaceae	tree	fruit	Dec	oral	treats skin disease	PL
<i>Tiliacora triandra</i> (Colebr.) Diels (ย่านาง)	Menispermaceae	climber	root	Dec	oral	nourishes energy	RK
<i>Tinospora baenzigeri</i> Forman (ชิงช้าชาลี)	Menispermaceae	climber	wood	Dec	oral	anti-inflammation	RK
<i>Ziziphus oenoptia</i> (L.) Mill. (เล็บเหยี่ยว)	Rhamnaceae	climber	whole plant	Mwh	oral	nourishes energy, antipruritic, wound healing, treats immune system, antifungal	SS

ตารางที่ 3 สัตว์สมุนไพรที่หมอพื้นบ้านนำมาใช้

Scientific name	Parts used	Method of preparation	Route of administration	Properties	Users
ผึ้ง (น้ำผึ้ง)	honey	Mwh	oral	nourished energy, wound healing, skin care	SS
รังมดดำบนต้นมังคุด	ant's nest	Mwh	oral	treats skin disease and immune system	SS
กระดูก	bone	Bso, Dec	oral	treats skin diseases and psoriasis, wound healing	JT, RK
งูเห่า	bone	Dec	oral	treats immune system	RK
ปลิงกาหมาด	whole	Mwh	oral	nourished energy, wound healing	SS
ตะพาบ	bone	Dec	oral	treats immune system	RK

ตารางที่ 4 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสมุนไพรที่นำมาใช้ซ้ำกัน

Scientific name	Pharmacological activity
<i>Smilax corbularia</i> Kunth	anti-inflammatory activity (Ruangnoo et al., 2012)
<i>Smilax glabra</i> Wall. ex Roxb.	antiproliferative activity and pro-apoptotic activity (Sa et al., 2008) inhibits migration of cancer cell lines (She et al., 2015) anti-inflammatory activity (PsoRI-CM02 recipe) (Wu et al., 2019)
<i>Rhinacanthus nasutus</i> (L.) Kurz.	anti-inflammatory activity (Raj et al., 2015)
<i>Hydnophytum formicarum</i> Jack	antiproliferative activity (Senawong et al., 2013)
<i>Sesamum indicum</i> L.	anti-inflammatory activity, antioxidative activity, wound healing, anti-cancer activity (Shamitha, 2015)
<i>Knema globularia</i> (Lam.) Warb.	cytotoxicity in cancer cell lines (Salleh and Ahmad, 2017)
<i>Caesalpinia bonduc</i> (L.) Roxb.	antipsoriatic activity (Muruganatham et al., 2011)
<i>Acanthus ebracteatus</i> Vahl	inhibit cervical cancer growth in a CaSki-cell transplant model in mice (Mahasiripanth et al., 2012)

วิจารณ์ผล

ข้อมูลด้านจำนวนพืชในวงศ์ต่าง ๆ พบว่าสอดคล้องกับข้อมูลด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้านในภาคใต้ (Neumsuvan et al., 2015) ซึ่งวงศ์ของพืชสมุนไพรที่มีการนำมาใช้ทางการแพทย์แผนไทยมากที่สุด คือ วงศ์ Fabaceae Acanthaceae Euphorbiaceae Rubiaceae และ Asteraceae

ข้อมูลลักษณะวิสัยของพืชสมุนไพรในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านด้านการนำสมุนไพรมาใช้รักษาโรคในจังหวัดพัทลุง (Maneenoon et al., 2015) รายงานลักษณะวิสัยของพืชที่พบมากที่สุดคือ ไม้พุ่มและไม้ล้มลุก

ส่วนของรากและเหง้าถูกนำมาใช้รักษาโรคสะเก็ดเงินมากที่สุดเช่นเดียวกับการศึกษาภูมิปัญญาการนำสมุนไพรมาใช้รักษาโรคผิวหนังบริเวณขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช (Srisawat et al., 2016)

สมุนไพรที่หมอพื้นบ้านนำมาใช้ซ้ำกันในการรักษาโรคสะเก็ดเงินสอดคล้องกับรายงานการศึกษาด้านภูมิปัญญาการนำสมุนไพรมาใช้รักษาโรคสะเก็ดเงินในจังหวัด สงขลา ตรัง พัทลุง และสตูล พบสมุนไพรที่ถูกนำมาใช้ซ้ำกันมากที่สุดตรงกัน คือ ข้าวเย็นเหนือ ข้าวเย็นใต้ และ ทองพันชั่ง (วิญญู, 2556)

สรุปผล

หมอพื้นบ้านมีความรู้ด้านการนำสมุนไพรมาใช้รักษาโรคสะเก็ดเงิน ซึ่งภูมิปัญญาดังกล่าวเป็นภูมิปัญญาตั้งอยู่บนพื้นฐานการแพทย์แผนไทย ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่ควรค่าแก่การอนุรักษ์ไว้ และข้อมูลพื้นฐานนี้สามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในการรักษาโรคสะเก็ดเงินต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

- เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- วิญญู วงศ์วิวัฒน์ 2556. ภูมิปัญญาการรักษาโรคสะเก็ดเงินของหมอพื้นบ้านในจังหวัด สงขลา พัทลุง ตรัง และ สตูล. วชิยานิพนธ์ ปริญญาการแพทย์แผนไทย มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- Green, L. 2011. An overview and update of psoriasis. *Nursing standard*, 25, 47-55.
- Lowes, M. A., M. Suárez-Fariñas and J. G. Krueger. 2014. Immunology of Psoriasis. *Annu Rev Immunol*. 32: 227-255.
- Mahasiripanth, T., S. Hokputsa, S. Niruthissard, P. Bhattarakosol and S. Patumraj. 2012. Effects of *Acanthus ebracteatus* Vahl on tumor angiogenesis and on tumor growth in nude mice implanted with cervical cancer. *Cancer management and research*. 4: 269-279.
- Maneenoon, K., C. Khuniad, Y. Teanuan, N. Saedan, S. Prom-in, N. Rukleng, W. Kongpool, P. Pinsook and W. Wongwiwat. 2015. Ethnomedicinal plants used by traditional healers in Phatthalung province, peninsular Thailand. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*. 11(43).
- Menter, A., A. Gottlieb, S. R. Feldman, A. S. V. Voorhees, C. L. Leonardi, K. B. Gordon, M. Lebwohl, J. Y. M. Koo, C. A. Elmets, N. J. Korman, K. R. Beutner and R. Bhushan. 2008. Guidelines of care for the management of psoriasis and psoriatic arthritis. *Journal of the American academy of dermatology*. 58(5): 826-850.
- Muruganatham, N., K. H. Basavaraj, T. K. Praveen, N. M. Shamasundar and K. S. Rao. 2011. Screening of *Caesalpinia bonduc* leaves for antipsoriatic activity. *Journal of ethnopharmacology*. 133(2): 897-901.
- Neamsuvan, O., N. Madeebing, L. Mah and W. Lateh. 2015. Survey of medicinal plants for diabetes treating from Chana and Nathawee district, Songkhla province, Thailand. *Journal of ethnopharmacology*. 174: 82-90.
- Neamsuvan, O., T. Phumchareon, W. Bunphan and W. Kaosaeng. 2016. Plant materials for gastrointestinal diseases used in Chawang district, Nakhon Si Thammarat province, Thailand. *Journal of ethnopharmacology*. 194: 179-187.
- Raj, V. B. A., K. L. S. Kumar and S. S. Kumar. 2015. Traditional Indian medicinal plants as a potential anti-inflammatory phytomedicine for psoriasis control. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*. 4(3): 118-122.
- Rendon, A. and K. Schäkel. 2019. Psoriasis pathogenesis and treatment. *International journal of*

- molecular sciences. 20(6): 1475.
- Ruangnoo, S., N. Jaiaree, S. Makchuchit, S. Panthong, P. Thongdeeying and A. Itharat. 2012. An in vitro inhibitory effect on RAW 264.7 cells by anti-inflammatory compounds from *Smilax corbularia* Kunth. Asian pacific journal of allergy and immunology. 30: 268-274.
- Sa, F., J. L. Gao, K. P. Fung, Y. Zheng, S. M. Y. Lee and Y. T. Wang. 2008. Anti-proliferative and pro-apoptotic effect of *Smilax glabra* Roxb. extract on hepatoma cell lines. Chemico-Biological Interactions. 171: 1-14.
- Salleh, W. M. N. H. W. and F. Ahmad. 2017. Phytochemistry and biological activities of the genus *Knema* (Myristicaceae). Pharmaceutical sciences. 23: 249-255.
- Senawong, T., S. Misuna, S. Khaopha, S. Nuchadomrong, P. Sawatsitang, C. Phaosiri, A. Surapaitoon and B. Sripa. 2013. Histone deacetylase (HDAC) inhibitory and antiproliferative activities of phenolic-rich extracts derived from the rhizome of *Hydnophytum formicarum* Jack.: sinapinic acid acts as HDAC inhibitor. BMC complementary and alternative medicine. 13(232).
- Shasmitha, R. 2015. Health Benefits of *Sesamum indicum*: A short review. Asian journal of pharmaceutical clinical research. 8(6).
- She, T., C. Zhao, J. Feng, L. Wang, L. Qu, K. Fang, S. Cai and C. Shou. 2015. Sarsaparilla (*Smilax glabra* Rhizome) extract inhibits migration and invasion of cancer cells by suppressing TGF- β 1 pathway. Plos One. 10(3).
- Srisawat, T., A. Suvarnasingh and K. Maneenoon. 2016. Traditional medicinal plants notably used to treat skin disorders nearby Khao Luang mountain hills region, Nakhon Si Thammarat, southern Thailand. Journal of herbs, spices & medicinal plants. 22(1): 35-56.
- Wu, D.H., M. M. Zhang, N. Li, X. Li, Q. W. Cai, w. L. Yu, L. P. Liu, W. Zhu and C. J. Lu. 2019. PSORI-CM02 alleviates IMQ-induced mouse dermatitis via differentially regulating pro- and anti-inflammatory cytokines targeting of Th2 specific transcript factor GATA3. Biomed Pharmacother. 110: 265-274.

เรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ
ตำบลนางัว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

Factors Affecting Health Promoting Behaviors of The Elderly
Na Ngua Sub-district, Muang District, Phetchabun

จารุณี กันธู*

Jarunee Kunthu

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนางัว หมู่ 13 ตำบลนางัว อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

¹Na Nua Subdistrict Health Promoting Hospital Moo 13 NaNgua Sub-district, Muang District, Phetchabun

*Corresponding author E-mail: pratoomm63@gmail.com

บทคัดย่อ

วิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional survey) วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาาระดับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ตำบลนางัว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ประชากร คือ ผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร ได้กลุ่มตัวอย่าง 113 คน ใช้แบบสัมภาษณ์วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ด้วยสถิติสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) และของสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (63.72%) อยู่ในกลุ่มอายุ 60 – 70 ปี (65.49%, \bar{x} = 68.92 , S.D.= 6.69) สถานภาพสมรส (63.72%) การศึกษาชั้นประถมศึกษา (79.65%) อาชีพเกษตรกร (50.44%) มีรายได้เฉลี่ยรายเดือนต่อครัวเรือน ต่ำกว่า 5,000 บาท (76.11%, \bar{x} = 4,901.33, S.D.= 7,731.67) มีโรคประจำตัว (38.05%) คะแนนความรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ อยู่ในระดับสูง (\bar{x} = 9.19, SD = 0.872) คะแนนทัศนคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ อยู่ในระดับสูง (92.04%) คะแนนการมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ อยู่ในระดับปานกลาง (69.03%) คะแนนการสนับสนุนทางสังคม อยู่ในระดับสูง (84.96%) คะแนนพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ อยู่ในระดับปานกลาง (53.10%) และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ได้แก่ เพศ (r_s = 0.266, p = 0.004) ความรู้ (r = 0.246, p = 0.004) ทัศนคติ (r = 0.374, p = 0.009) การมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพการเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพการมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ (r = 0.843, p = <0.001) และแรงสนับสนุนทางสังคม (r = 0.363, p < 0.001)

คำสำคัญ พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ผู้สูงอายุ

Abstract

This Cross sectional survey research aimed to study the level of health promoting behaviors of the elderly. and factors related to health promoting behaviors of the elderly in Na Nguua Sub-district, Mueang District, Phetchabun Province. Data were collected from 113 people by using a interview. The Data were analyzed by using number, percentage, mean, minimum, maximum, and standard deviation. Analysis of factors related to health promoting behaviors of the elderly were analyzed by using Pearson's product-moment correlation coefficient) and Spearman rank correlation coefficient.

The results showed that most of the samples were female (63.72%), age group 60 – 70 years (65.49%, \bar{x} = 68.92, S.D.= 6.69), marital status (63.72%), primary school education (79.65%), farmer occupation (50.44%), having average monthly income per household less than 5,000 baht (76.11%, \bar{x} = 4,901.33, S.D.= 7,731.67), and having other health problems (38.05%), Scores on the knowledge level health promoting of the elderly were at high (\bar{x} = 9.19, SD = 0.872). Scores on the attitude level health promoting of the elderly were at high (92.04%). Scores on the health-friendly location access to health-friendly places having time to promote health wear at moderate level (69.03%). Sores for social support were high level (84.96%). Scores for health promoting behaviors of the elderly were at a moderate level (53.10%). Factors related to the health promoting behaviors of the elderly were sex (r_s = 0.266, p = 0.004), knowledge (r = 0.246, p = 0.004), attitude (r = 0.374, p = 0.009), availability of conducive places. Regarding health, access to health-friendly places, time to promote health (r = 0.843, p = < 0.001), and social support (r = 0.363, p < 0.001).

Keyword health promotion behavior, elderly

บทนำ

ประชากรโลกมีอายุยืนยาวอย่างรวดเร็วในปี 2020 ทั่วโลกมีประชากรรวม ทั้งหมด 7,795 ล้านคน โดยมี “ผู้สูงอายุ” ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป 1,050 ล้านคน หรือ คิดเป็นร้อยละ 14 ของประชากรทั้งหมด ในปี 2020 อาเซียนมีประชากรรวมทั้งหมด 664 ล้านคน อาเซียนมีผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปเป็นจำนวน 73 ล้านคน หรือ คิดเป็นร้อยละ 11 ของประชากรทั้งหมด ในปี 2563 ประเทศไทยมีประชากรรวม 66.5 ล้านคน ประชากรสูงอายุ ของประเทศไทยได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วมาก ในปี 2513 มีผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวนไม่ถึง 2 ล้านคน แต่ในปี 2563 ผู้สูงอายุได้เพิ่มจำนวนเป็น 12 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 18 ของประชากรทั้งหมด (มูลนิธิสถาบันวิจัยผู้สูงอายุ ไทย, 2565)

สถานการณ์ผู้สูงอายุในประเทศไทย มีสัดส่วนที่เพิ่มสูงขึ้นเห็นได้จากอัตราผู้สูงอายุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้ประเทศไทยเป็นสังคมของผู้สูงอายุแบบสมบูรณ์ ตามคำนิยามขององค์การสหประชาชาติ (The United Nations UN) ที่นิยามว่าประเทศใดมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป เป็นสัดส่วนเกิน 10% หรืออายุ 65 ปีขึ้นไป เกิน 7% ของประชากรทั้งประเทศ ถือว่าประเทศนั้นได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) และจะเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged Society) เมื่อสัดส่วนประชากร อายุ 60 ปีขึ้นไป เพิ่มเป็นร้อยละ 20 และอายุ 65 ปีขึ้นไป เพิ่มเป็นร้อยละ 14 และในขณะเดียวกันประชากรวัยแรงงานของไทยที่มีหน้าที่เกื้อหนุนดูแลผู้สูงอายุก็จะลดลงเช่นกัน (นวรรตน์ ไชยมภู, รัตติภรณ์ บุญทัศน์, นภชา สิงห์วีรธรรม, 2562) จังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2564 มีประชากรทั้งหมดประมาณ 981,940 คน ในจำนวนนี้มีผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป 185,182 คน คิดเป็นร้อยละ 18.85 ของประชากรทั้งหมด อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ มีประชากรทั้งหมด 205,451 คน มีผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป 41,317 คน คิดเป็นร้อยละ 20.11 ตำบลนางั่ว มีประชากรทั้งหมด 9,966 คน มีผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป 2,729 คนคิดเป็นร้อยละ 27.38 (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพชรบูรณ์, 2563)

ข้อมูลด้านสถานะสุขภาพของผู้สูงอายุ จำแนกตามความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน ปี 2562 – 2564 จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับการคัดกรอง ร้อยละ 82.27, 76.02 และ 68.08 ตามลำดับ อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ ปี 2562 ได้รับการคัดกรอง ร้อยละ 73.08 แบ่งเป็น ติดสังคม ร้อยละ 97.95 ติดบ้าน ร้อยละ 1.63 ติดเตียง ร้อยละ 0.42 ปี 2563 ได้รับการคัดกรอง ร้อยละ 73.78 แบ่งเป็น ติดสังคม ร้อยละ 97.09 ติดบ้าน ร้อยละ 2.35 ติดเตียง ร้อยละ 0.56 ปี 2564 ได้รับการคัดกรอง ร้อยละ 53.45 แบ่งเป็น ติดสังคม ร้อยละ 97.41 ติดบ้าน ร้อยละ 2.13 ติดเตียง ร้อยละ 0.46 ตำบลนางั่ว ปี 2562 ได้รับการคัดกรอง ร้อยละ 79.47 แบ่งเป็น ติดสังคม ร้อยละ 99.67 ติดบ้าน ร้อยละ 0.27 ติดเตียง ร้อยละ 0.06 ปี 2563 ได้รับการคัดกรอง ร้อยละ 42.61 แบ่งเป็น ติดสังคม ร้อยละ 98.29 ติดบ้าน ร้อยละ 1.28 ติดเตียง ร้อยละ 0.43 ปี 2564 ได้รับการคัดกรอง ร้อยละ 30.96 แบ่งเป็น ติดสังคม ร้อยละ 98.06 ติดบ้าน ร้อยละ 0.89 ติดเตียง ร้อยละ 1.05 (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพชรบูรณ์, 2563) ข้อมูลด้านพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุตำบลนางั่ว ปี 2564 พบว่ามีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ระดับ ผอม ร้อยละ 8.18 สมส่วน ร้อยละ 56.79 เริ่มอ้วน ร้อยละ 26.97 อ้วน ร้อยละ 0.07 ได้รับการคัดกรองภาวะซึมเศร้า (2Q) ร้อยละ 45.05 แบ่งเป็น ปกติ ร้อยละ 96.67 ผิดปกติ ร้อยละ 3.33 (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพชรบูรณ์, 2563)

จากสถานการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยสนใจศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ตำบลนางั่ว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองพีรีซีดี (PRECEDE Model) ของ กรีน และกรูเตอร์ (Green & Kreuter, 2005) และใช้กระบวนการที่เชื่อมโยงอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อลดการเกิดพฤติกรรม ประกอบด้วย 1) ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส อาชีพ รายได้ การศึกษา โรคประจำตัว 2) ปัจจัยนำ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ ทศนคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ 3) ปัจจัยเอื้อได้แก่ การมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ 4) ปัจจัยเสริมแรงสนับสนุนทางสังคม ได้แก่ การได้รับคำแนะนำและสนับสนุนในการส่งเสริมสุขภาพ

ของผู้สูงอายุ จากครอบครัว เพื่อนผู้สูงอายุ บุคลากรทางด้านสาธารณสุข ผลการศึกษาครั้งนี้จะใช้เป็นข้อมูลที่สำคัญ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดสุขภาพดีในผู้สูงอายุและเป็นแนวทางในการวางแผน การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุในชุมชนสามารถเข้าถึงกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพด้านต่างๆ ได้อย่างครอบคลุมและต่อเนื่อง แก้ไขปัญหาผู้สูงอายุในกลุ่มที่มีพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพไม่ดี ให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional survey) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ตำบลนางิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ประชากร คือ ผู้สูงอายุ อายุ 60 ปีขึ้นไป (นับถึง วันที่ 1 มกราคม 2565) ตำบลนางิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 2,729 คน (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพชรบูรณ์, 2563)

เกณฑ์คัดเข้า คัดออก

เกณฑ์การคัดเข้า ดังนี้ 1. ต้องเป็นบุคคลที่มีอายุ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป 2. ไม่มีปัญหาทางการได้ยิน การมองเห็น มีสติสัมปชัญญะสมบูรณ์ 3. มีความสามารถในการอ่านออกและเขียนภาษาไทยได้ 4. ยินดีเข้าร่วมโครงการ

เกณฑ์การคัดออก ดังนี้ 1. ผู้ป่วยติดเตียง 2. กลุ่มตัวอย่างเสียชีวิต หรือย้ายที่อยู่ออกจากตำบลนางิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร (Finite Population Mean) ของ Weyne W.D (1999) มีสูตรดังนี้

$$n = \frac{NZ^2 \alpha/2 \sigma^2}{e^2(N - 1) + Z^2 \alpha/2 \sigma^2}$$

N = จำนวนประชากร 2,729 คน, n = ขนาดตัวอย่าง, σ^2 = ความแปรปรวนของการปฏิบัติพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.27) ดังนั้น σ^2 = 0.07 (วาสนา สิทธิกัน, 2560)

Z = สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence coefficient) ได้จากความเชื่อมั่นที่กำหนด ($1 - \alpha = 95\%$, $\alpha = 0.05$, $Z^2 \alpha/2 = 1.96$), e = ความกระชับของการประมาณค่า (ให้ e เท่ากับร้อยละ 5)

เพื่อป้องกันแบบสอบถามไม่สมบูรณ์หรือมีข้อมูลสูญหาย (Missing data) ผู้วิจัยจึงเพิ่มจำนวนขนาดตัวอย่างอีก ร้อยละ 20 ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 113 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง โดยจัดทำบัญชีรายชื่อผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป เรียงตามอักษรและใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Random Sampling) โดยการกำหนดช่วงการสุ่ม (Sampling Interval)

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาในครั้งนี้ เป็นแบบถามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยทบทวนจากแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ปรึกษาที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนคือ จำนวน 61 ข้อ

การสร้างเครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ทดสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือ (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์แต่ละข้อ และนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of item- objective Consistency: IOC) โดยมีเกณฑ์กำหนดมากกว่า 0.5 ขึ้นไป (นิทา กิจธีระวุฒิวงษ์, 2561) โดยทุกข้อคำถามมีค่า IOC รายข้อเท่ากับ 1

2. การตรวจสอบหาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยนำไปทดลองใช้ (Try-out) จำนวน 30 คน ใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) มีเกณฑ์กำหนดไม่ต่ำกว่า 0.7 (นิทา กิจธีระวุฒิวงษ์, 2561) โดยผลวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ดังนี้ ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ทศนคติเกี่ยวกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยเอื้อ การมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ ส่วนที่ 4 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยเสริม แรงสนับสนุนทางสังคม ส่วนที่ 5 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.760, 0.755, 0.740, 0.767, 0.730 ตามลำดับ

จริยธรรมการวิจัย

ผู้วิจัยได้จัดทำหนังสือขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยได้รับการอนุมัติรหัสโครงการ สสจ.พช. 2/65-34-7/04/65 ณ วันที่ 7 เมษายน 2565

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยประสานอาสาสมัครสาธารณสุขในเขตรับผิดชอบของ รพ.สต.นางัว ในการช่วยเก็บแบบสอบถาม โดยการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุที่บ้าน ระหว่างวันที่ 1-30 พฤษภาคม 2565

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปด้วยสถิติเชิงพรรณนา เพื่อใช้สำหรับอธิบายปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ตำบลนางัว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยสถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient)

และของสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 63.72 อยู่ในกลุ่มอายุ 60 – 70 ปี ร้อยละ 65.49 (\bar{X} = 68.92 , S.D.= 6.69) สถานภาพสมรส ร้อยละ 63.72 การศึกษาชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 79.65 อาชีพเกษตรกร (ทำไร่ ทำสวน ทำนา) ร้อยละ 50.44 มีรายได้เฉลี่ยรายเดือนต่อครัวเรือน ต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 76.11 (\bar{X} = 4,901.33, S.D.= 7,731.67) มีโรคประจำตัว ร้อยละ 38.05 (ตาราง 1)

ตาราง 1 แสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล (n = 113)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	41	36.28
หญิง	72	63.72
2. อายุ		
60 - 70 ปี	74	65.49
71 - 80 ปี	31	27.43
80 ปี ขึ้นไป	8	7.08
(\bar{X} = 68.92 , S.D.= 6.69, Min= 60 , Max= 88)		
3. สถานภาพสมรส		
โสด	6	5.31
สมรส	72	63.72
หม้าย / หย่า / แยก	35	30.97
4. ท่านจบการศึกษาสูงสุดระดับ		
ไม่ได้เรียน	10	8.85
ประถมศึกษา	90	79.65
มัธยมศึกษาตอนต้น / ปวช.	2	1.77
มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวส.	7	6.19
ปริญญาตรี	4	3.54
5. ปัจจุบันท่านประกอบอาชีพหลัก		
ไม่ได้ทำงาน	36	31.86

เกษตรกร (ทำไร่ ทำสวน ทำนา)	57	50.44
ค้าขาย	5	4.42
รับจ้าง	9	7.96
รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ	6	5.31

6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครอบครัว (บาท)

ต่ำกว่า 5,000	86	76.11
5,001 – 10,000	13	11.50
มากกว่า 10,000 ขึ้นไป	14	12.39

(\bar{X} = 4,901.33, S.D.= 7,731.67, Min=600, Max= 48,000)

7. โรคประจำตัว

ไม่มี	70	61.95
มี (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	43	38.05
โรคเบาหวาน	22	19.47
โรคความดันโลหิต	44	38.94
ภาวะไขมันในเลือดสูง	12	10.62
โรคเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อและกระดูก	12	10.62
โรคหัวใจและหลอดเลือด	1	0.88
โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร	4	3.54
อื่นๆ (หอบหืด, ไทรอยด์)	12	10.62

ระดับความรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ อยู่ในระดับสูง (\bar{X} = 9.19, SD = 0.872) และ พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุรายด้านทุกด้าน อยู่ในระดับสูง ด้านอาหาร (\bar{X} = 3.65, SD = 0.531) ด้านออกกำลังกาย (\bar{X} = 2.59, SD = 0.545) ด้านอารมณ์ (\bar{X} = 2.94, SD = 0.277) (ตาราง 2)

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับความรู้ เกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ (n = 113)

ระดับความรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ	\bar{X}	SD	แปลผล
พฤติกรรมด้านอาหาร (เต็ม 4 คะแนน)	3.65	0.531	ระดับสูง
พฤติกรรมด้านออกกำลังกาย (เต็ม 3 คะแนน)	2.59	0.545	ระดับสูง
พฤติกรรมด้านอารมณ์ (เต็ม 3 คะแนน)	2.94	0.277	ระดับสูง
รวมทุกด้าน (เต็ม 10 คะแนน)	9.19	0.872	ระดับสูง

ระดับทัศนคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 92.04 และทัศนคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายुरายด้าน พบว่า ด้านอาหาร อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 96.56 ด้านออกกำลังกาย อยู่ในระดับสูงและระดับปานกลาง ร้อยละ 49.56 ด้านอารมณ์อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 86.73 (ตาราง 3)

ตาราง 3 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับทัศนคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ (n = 113)

ระดับทัศนคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ ของผู้สูงอายุ	ระดับสูง (3.68 - 5.00) จำนวน /ร้อยละ	ระดับปานกลาง (2.34 - 3.67) จำนวน /ร้อยละ	ระดับต่ำ (1 - 2.33) จำนวน /ร้อยละ
ด้านอาหาร	109 (96.56)	4 (3.54)	0
ด้านออกกำลังกาย	56 (49.56)	56 (49.56)	1 (0.88)
ด้านอารมณ์	98 (86.73)	15 (13.27)	0
รวม 3 ด้าน	104 (92.04)	9 (7.96)	0

(\bar{X} = 4.16, S.D.= 0.374, Min= 3.2 , Max= 5.0)

ระดับการมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 69.03 รองลงมาเป็นระดับสูง ร้อยละ 21.24 และระดับต่ำร้อยละ 9.73 (ตาราง 4)
ตาราง 4 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับการมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ (n = 113)

ระดับการมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับต่ำ (1.00 - 2.33)	11	9.73
ระดับปานกลาง (2.34 - 3.67)	78	69.03
ระดับสูง (3.68 - 5.00)	24	21.24

(\bar{X} = 3.17 , S.D.= 0.65, Min= 1.21 , Max= 4.64)

ระดับการสนับสนุนทางสังคมอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 84.96 รองลงมาเป็นระดับปานกลาง ร้อยละ 14.16 และระดับต่ำ ร้อยละ 0.88 (ตาราง 5)

ตาราง 5 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับการสนับสนุนทางสังคม (n = 113)

	ระดับการสนับสนุนทางสังคม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับต่ำ	(1.00 – 2.33)	1	0.88
ระดับปานกลาง	(2.34 – 3.67)	16	14.16
ระดับสูง	(3.68 – 5.00)	96	84.96

(\bar{X} = 4.22 , S.D.= 0.491 , Min= 2.33 , Max= 4.92)

ระดับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 53.10 และพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุรายด้าน พบว่า ด้านอาหาร อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 53.98 ด้านออกกำลังกาย อยู่ในระดับต่ำ ร้อยละ 67.25 และด้านอารมณ์อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 40.71 (ตาราง 6)

ตาราง 6 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ (n = 113)

ระดับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ของผู้สูงอายุ	ระดับสูง (3.01-4.00) จำนวน /ร้อยละ	ระดับปานกลาง (2.01 – 3.00) จำนวน /ร้อยละ	ระดับต่ำ (1.00 - 2.00) จำนวน /ร้อยละ
ด้านอาหาร	61 (53.98)	52 (46.02)	0
ด้านออกกำลังกาย	4 (3.55)	33 (29.20)	76 (67.25)
ด้านอารมณ์	27 (23.89)	46 (40.71)	40 (35.40)
รวม 3 ด้าน	50 (44.25)	60 (53.10)	3 (2.65)

(\bar{X} = 2.99, S.D.= 0.436, Min= 1.63 , Max= 4.13)

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ตำบลนางิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยสถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) และของสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ได้แก่ เพศ ($r_s = 0.266$, $p = 0.004$) ความรู้ ($r = 0.246$, $p = 0.004$) ทักษะคิด ($r = 0.374$, $p = 0.009$) การมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพการเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพการมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ ($r = 0.843$, $p = <0.001$) และแรงสนับสนุนทางสังคม ($r = 0.363$, $p < 0.001$) (ตาราง 7)

ตาราง 7 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ตำบลนางัว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยสถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) และของสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient)

ปัจจัย	พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ	
	r /r _s	p-value
เพศ	0.266** (r _s)	0.004 (r _s)
อายุ	-0.006 (r)	0.948 (r)
สถานภาพสมรส	0.038 (r _s)	0.690 (r _s)
อาชีพ	-0.053 (r _s)	0.578 (r _s)
รายได้	0.056 (r)	0.556 (r)
การศึกษา	-0.083 (r _s)	0.381 (r _s)
โรคประจำตัว	0.014 (r _s)	0.883 (r _s)
ความรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ	0.246** (r)	0.009 (r)
ทัศนคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ	0.374** (r)	<0.001(r)
การมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การเข้าถึง	0.843** (r)	<0.001(r)
สถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพ การมีเวลาในการ		
ส่งเสริมสุขภาพ		
ปัจจัยเสริมแรงสนับสนุนทางสังคม	0.363** (r)	<0.001(r)

วิจารณ์ผล

ผลการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ดังต่อไปนี้

พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยคะแนนระดับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 53.10 อาจเนื่องจาก ตัวชี้วัด ข้อ 4 ของกระทรวงสาธารณสุข ตามแผนบูรณาการพัฒนาสุขภาพกลุ่มวัยผู้สูงอายุ 2557 – 2566 ที่กำหนดว่าร้อยละ 80 ของผู้สูงอายุได้รับการพัฒนาทักษะทางกายและใจ โดยแนวคิดการส่งเสริมสุขภาพด้วยหลัก 3 อ ประกอบด้วย 1) อ:อาหาร 2) อ:ออกกำลังกาย และ 3) อ:อารมณ์ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสุขภาพให้กับผู้สูงอายุ ตำบลนางัว มีวิธีการดำเนินงานที่คล้ายคลึงกับพื้นที่อื่นตามนโยบายของกระทรวงสาธารณสุข โดยได้เริ่มดำเนินการจัดการอบรมให้ความรู้ ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ ผ่านสื่อต่างๆ เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ ในเรื่องการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุด้านร่างกายและจิตใจตามแนวคิดหลัก 3 อ เป็นแนวคิดที่เข้าใจง่าย สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในบริบทของผู้สูงอายุแต่ละบุคคล โดยผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความเข้าใจเนื่องจากผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

กับการส่งเสริมสุขภาพตามแนวคิดหลัก 3 อ และควรมีการจัดกิจกรรมเพื่อเป็นการรวมกลุ่มผู้สูงอายุให้เกิดการแลกเปลี่ยนร่วมกัน ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมในชุมชนเพื่อให้ทุกช่วงวัยได้เกิดการปฏิสัมพันธ์กันในชุมชน (นุกุล เลิศจันทร์ทรงกูร, รุจิรา หมั่นรักษ์, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริรัตน์ จำปีเรืองและคณะ (2562) พบว่า พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ อยู่ในระดับปานกลาง และสอดคล้องกับการศึกษาของ Park Young-Sook (1997) พบว่า ด้านพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ คะแนนเฉลี่ย 2.89

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ พบว่า

เพศ มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงความแตกต่างทางร่างกายของบุคคล ยังเป็นตัวกำหนดบทบาทและบุคลิกภาพในครอบครัว และสังคม แตกต่างกันในแต่ละบุคคล ซึ่งมีส่วนเกี่ยวกับการดูแลตนเองในการส่งเสริมสุขภาพ บทบาทของเพศมีส่วนสำคัญในการปฏิบัติพฤติกรรมสุขภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กุลธิดา กุลประทีปปัญญา (2562) พบว่าเพศมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าผู้สูงอายุเพศหญิงมีระดับการปฏิบัติพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพมากกว่าผู้สูงอายุเพศชาย

ความรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีแบบจำลอง พรชีส (PRECEDE Model) ของกรีนและกรูเตอร์ (จักรพันธ์ เพ็ชรภูมิ, 2563) ที่อธิบายว่า ปัจจัยนำด้านความรู้เป็นปัจจัยภายในตัวบุคคลที่มีอิทธิพลกระตุ้นหรือชี้้นำให้เกิดการแสดงพฤติกรรมสุขภาพออกมา ความรู้เกิดจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักจะได้รับการให้ความรู้การเปลี่ยนแปลงทัศนคติ และการสร้างค่านิยมที่บุคคลได้รับทั้งในทางตรงและทางอ้อม หรือจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง (จักรพันธ์ เพ็ชรภูมิ, 2563) อาจเนื่องจากตำบลนางัว มีการดำเนินงานส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุโดยการบูรณาการอย่างมีส่วนร่วมกับทุกภาคส่วนในพื้นที่ มีการจัดการอบรมให้ความรู้ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ผ่านสื่อต่างๆ เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ ในเรื่องการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุตามแนวคิดหลัก 3 อ จึงทำให้ผู้สูงอายุตำบลนางัว มีค่าเฉลี่ยคะแนนระดับความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุของกลุ่มตัวอย่างภาพรวม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อยู่ในระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วาสนา สิทธิกัน (2560) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมสุขภาพที่ดีได้แก่ ระดับความรู้ในการส่งเสริมสุขภาพ ผู้ที่มีระดับความรู้ปานกลาง และผู้มีความรู้ระดับดี มีพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพมากกว่าผู้มีความรู้ต่ำ และสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริรัตน์ จำปีเรืองและคณะ (2562) พบว่า ความรู้เรื่องการส่งเสริมสุขภาพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ

ทัศนคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีแบบจำลอง พรชีส (PRECEDE Model) ของกรีนและกรูเตอร์ (จักรพันธ์ เพ็ชรภูมิ, 2563) ที่อธิบายว่า ปัจจัยนำด้านทัศนคติเป็นปัจจัยภายในตัวบุคคลในระดับพุทธิพิสัยที่มีอิทธิพลกระตุ้นหรือชี้้นำให้เกิดการแสดงพฤติกรรมสุขภาพออกมา ทัศนคติเกิดจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักจะได้รับการให้ความรู้การเปลี่ยนแปลงทัศนคติ และการสร้างค่านิยมที่บุคคลได้รับทั้งในทางตรงและทางอ้อมหรือจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ปัจจัยดังกล่าวนี้อาจจะช่วยเหลือขัดขวางยับยั้งการเกิดหรือ

การเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมก็ได้แล้วแต่ระดับและทิศทางของปัจจัย (จักรพันธ์ เพ็ชรภูมิ, 2563) อาจเนื่องมาจากผู้สูงอายุตำบลนางัว ส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญและใส่ใจในการดูแลตนเอง และภาคส่วนต่างๆ ก็เข้ามา มีบทบาทในการสนับสนุนส่งเสริมเผยแพร่ความรู้ จึงทำให้มีค่าเฉลี่ยคะแนนระดับทัศนคติเกี่ยวกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุของกลุ่มตัวอย่างภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 92.04 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริรัตน์ จำปีเรืองและคณะ (2562) พบว่า เจตคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ

การมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพการเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพการมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีแบบจำลองพีซีเอส (PRECEDE Model) ของ กรีนและกรูเตอร์ (นวรรตน์ ไชยมภู, รัตติภรณ์ บุญทัศน์, นภชา สิงห์วีระธรรม, 2562) ปัจจัยเอื้อเป็นปัจจัย ที่อาศัยอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลให้เกิดพฤติกรรมโดยตรง เป็นปัจจัยสนับสนุนหรือยับยั้งให้เกิดหรือไม่ให้เกิดพฤติกรรมของบุคคล ประกอบด้วยสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ การเข้าถึงแหล่งบริการได้สะดวก รวมทั้งทรัพยากรต่างๆ (นวรรตน์ ไชยมภู, รัตติภรณ์ บุญทัศน์, นภชา สิงห์วีระธรรม, 2562) ผู้สูงอายุที่มีฐานะนะมีการเข้าถึงบริการสุขภาพ โดยมีการจัดหาอุปกรณ์อำนวยความสะดวก ผู้สูงอายุบางส่วนเข้าถึงกิจกรรมสร้างเสริมสุขภาพ ในชุมชนโดยรัฐ (นุกูล เลิศจันทร์ทรงกูร, รุจิรา หมื่นรักษ์, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ชนากร สิงห์หลง (2557) พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ ได้แก่ หมู่บ้านมีศูนย์บริการสุขภาพ ความสะดวกในการเดินทาง

แรงสนับสนุนทางสังคม มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กุลธิดา กุลประทีปปัญญา (2565) พบว่า การได้รับการสนับสนุนทางสังคมมีผลต่อการส่งเสริมสุขภาพ โดยการสนับสนุนทางสังคมจะช่วยให้ผู้สูงอายุคงไว้ซึ่งสุขภาพช่วยส่งเสริมสุขภาพและช่วยป้องกันความเจ็บป่วย การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม จะทำให้ผู้สูงอายุได้รับและช่วยเหลือกัน การได้รับการช่วยเหลือในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ คำแนะนำ ข้อมูลข่าวสาร ความห่วงใย กำลังใจ วัตถุประสงค์ของ มีความรักใคร่ผูกพันเป็นเพื่อน และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่างๆ การได้รับการยอมรับว่าเป็นส่วนหนึ่งของสังคม ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการใช้ความสามารถหรือเพิ่มความสามารถในการดูแลตนเอง โดยการสนับสนุนทางสังคมแบ่งออกเป็น การสนับสนุนทางสังคมจากบุคคลอื่น ไม่ว่าจะเป็นบุคคลในครอบครัว เพื่อนบ้าน หรือบุคลากรทางด้านสาธารณสุขมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ เนื่องจากการได้รับการเกื้อหนุนจากบุคคลที่เป็นที่ยอมรับมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริรัตน์ จำปีเรืองและคณะ (2562) พบว่า การได้รับแรงสนับสนุนจากบุคคล การได้รับแรงสนับสนุนจากสังคม มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่าพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุตำบลนางัว มีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ตามแนวคิดแบบจำลอง PRECEDE MODEL มีปัจจัยองค์ประกอบที่ส่งผลให้บุคคลปฏิบัติพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ คือ เพศ ความรู้

เกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ ทศนคติต่อการส่งเสริมสุขภาพ การมีสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพการเข้าถึงสถานที่ที่เอื้อต่อสุขภาพการมีเวลาในการส่งเสริมสุขภาพ และแรงสนับสนุนทางสังคม การนำไปใช้ให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุที่มีบริบท ภาวะสุขภาพที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพที่ดีขึ้นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อผู้สูงอายุและในการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ โดยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพและให้บริการด้านต่างๆ เพื่อให้ผู้สูงอายุมีพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพที่ดีและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้สูงอายุเป็นผู้สูงอายุมีสุขภาพที่ดีขึ้น มีอายุยืนยาว และมีความสุขในการดำเนินชีวิต

เอกสารอ้างอิง

- กุลธิดา กุลประทีปปัญญา. (2562). *ปัจจัยและแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุไทย : การทบทวนวรรณกรรมแบบบรรยาย*. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น [สืบค้น 14 กรกฎาคม 2565]; ปีที่ 16 (1), 295-305.
- จักรพันธ์ เพ็ชรภูมิ. *พฤติกรรมสุขภาพ แนวคิด ทฤษฎี และการประยุกต์ใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2563
- ชนากาการ สิงห์หลง. *ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุตำบลเวียงคำ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2557.
- นิทา กิจธีระวุฒิมงษ์. *การวิจัยทางสาธารณสุข:จากหลักการสู่การปฏิบัติ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2561.
- นุกูล เลิศจันทรางกูร, รุจิรา หมั่นรักษ์. *ความสามารถในการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ ตำบลคลองตาล อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย*. วารสารวิชาการป้องกันควบคุมโรค สคร.2 พิษณุโลก: 2557. 2(1); 36-47.
- นวรรตน์ ไชยมณี, รัตติภรณ์ บุญทัศน์, นกษา สิงห์วีระธรรม. *การส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุตามหลัก 3 อ*. วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้. 2562; 6(2): 262-269.
- มูลนิธิสถาบันวิจัยผู้สูงอายุไทย. *สารสุขผู้สูงอายุ [อินเทอร์เน็ต]*. 2565 [สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2565]. เข้าถึงได้จาก <https://thaitgri.org/?cat=13>
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพชรบูรณ์. *ข้อมูลประชากร และการคัดกรองผู้สูงอายุ [อินเทอร์เน็ต]*. 2565[สืบค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2565]. เข้าถึงได้จาก https://pnb.hdc.moph.go.th/hdc/main/index_pk.php
- วาสนา สิทธิกัน. *ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล ตำบลบ้านโฮ้ง อำเภอบ้านโฮ้ง จังหวัดลำพูน*. วิทยานิพนธ์หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ พ.ศ. 2560.

ศิริรัตน์ จาปีเรือง, ปรีทรรศน์ วันจันทร์, พัชรินทร์ ดวงตาทิพย์. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรม
ส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุชุมชนเมือง จังหวัดนครสวรรค์. บัณฑิตศึกษาปรีทรรศน์ วิทยาลัยสงฆ์
นครสวรรค์: 2562 7(3); 189-202

Park Young-Sook . *Determinants of Health-Promoting Behavior in the Elderly*. Journal of Korean
Academy of Fundamentals of Nursing: 1997. 4(2); 283-300

Wayne DW. *Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences*. 7th edition.
New York: John Wiley & Sons. (1999).

การวิเคราะห์และพัฒนาแผนกลยุทธ์ในการเตรียมความพร้อมรับมือ
และแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์
Analysis and Development of Strategies for Preparing and Solving
Emerging Disease Problems ,Office of Disease Prevention and Control 3
NakhonSawan Province

นันทน์ภัส ยูทธิงศ์^{1*} เพียงพิมพ์ ปันระสี²

Nunnaphat Yuttaisong^{1*} Phiangphim Punrasi²

¹ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000

² มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตนครสวรรค์ อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ 60130

¹ Office of Disease Prevention and Control 3, Nakhonsawan Province, Mueang District, Nakhonsawan Province 60000

² Mahidol University, Nakhonsawan Campus, Phayuhakhiri District, Nakhonsawan Province 60130

Corresponding author E-mail: nanaphat.p789@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยภายในและภายนอก และการพัฒนากลยุทธ์เกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมรับมือและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการการวิเคราะห์เอกสาร แบบสอบถาม แนวคำถามทางการสัมภาษณ์ และแบบประเมินกลยุทธ์ กลุ่มผู้ให้ข้อมูลคือ ผู้บริหาร หัวหน้างาน และผู้ปฏิบัติงาน ทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน จำนวน 126 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญโดยใช้เครื่องมือ SWOT Analysis และ TOWS Matrix ผลการวิจัยพบว่า กลยุทธ์การพัฒนาแผนปฏิบัติการเตรียมความพร้อมรับมือโรคอุบัติใหม่ ประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์ 4 กลยุทธ์ ได้แก่ กลยุทธ์เชิงรุก (4) กลยุทธ์เชิงแก้ไข (3) กลยุทธ์เชิงรับ (4) และกลยุทธ์เชิงป้องกัน (2) รวม 13 กลยุทธ์ เรียงตามลำดับ ได้แก่ 1) พัฒนาบุคลากรจังหวัดให้มีความรู้ ความสามารถ สนับสนุนการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ 2) เร่งรัดให้ มีภาคี เครือข่ายทุกระดับในการเฝ้าระวังป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคติดต่ออุบัติใหม่ 3) เพิ่มศักยภาพการสื่อสารความเสี่ยงให้องค์กรและทุกภาคส่วน 4) ผลักดันกลไกการเตรียมความพร้อมในการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ในระดับจังหวัดและเขตสุขภาพที่ 3 เช่น EOC ICS PHEM 5) บูรณาการเครือข่ายระดับจังหวัดทุกภาคส่วน โดยจัดทำแผนงานที่มีการใช้ทรัพยากร และข้อมูลด้านโรคติดต่ออุบัติใหม่ 6) การบูรณาการเตรียมความพร้อมด้านกฎหมาย ในการป้องกันควบคุมโรคติดต่ออุบัติใหม่ 7) ส่งเสริม และพัฒนาศักยภาพความเชี่ยวชาญ ด้านโรคติดต่ออุบัติใหม่ในระดับจังหวัด 8) จัดหาภาคีและเครือข่ายเสริมกลไกเตรียมความพร้อมการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ 9) ผลักดันให้ผู้บริหารของภาคีและเครือข่ายร่วมขับเคลื่อนแผนงานโครงการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ 10) ส่งเสริมความพร้อม 3 ด้านของหน่วยงานในการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ 11) ส่งเสริมความร่วมมือกับภาคีและเครือข่ายให้มีความ

พร้อมและแก้ไขสถานการณ์โรคติดต่ออุบัติใหม่ 12) มีการแลกเปลี่ยนการจัดการโรคอุบัติใหม่ตามแนวทางหรือ
คู่มือที่เป็นกรอบแนวทางส่วนกลาง 13) ปรับปรุงแนวทางและข้อแผนการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ตามแผน
โดยสรุปพบว่า กลยุทธ์ทั้งหมดมีความสอดคล้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์

คำสำคัญ : แผนกลยุทธ์ โรคอุบัติใหม่ สำนักงานป้องกันควบคุมโรค

Abstract

This research aims to analyze internal and external factors and to develop strategies related to preparedness and solving emerging disease problems of the Office of Disease Prevention and Control 3, Nakhonsawan province. Data collection method was document analysis, questionnaire, interview questionnaire guideline and strategic plan assessment form. The 126 participants were executive officers, supervisor, and workforce both inside and outside the department. Data were analyzed by descriptive statistics, means, percentage, standard deviation. The key data were analyzed using SWOT Analysis and TOWS Matrix tools. Strategies for developing an action plan to prepare for emerging diseases, consisting of 5 strategies and 4 strategies as namely proactive strategies (4), corrective strategies (3), passive strategies (4) and preventive strategies (2), totaling 13 strategies, respectively, including 1) Develop provincial personnel to have knowledge and ability to support the management of emerging infectious diseases. 2) Accelerate the establishment of parties Networks at all levels to monitor and prevent the spread of emerging infectious diseases 3) Increase the potential of risk communication for the organization and all sectors 4) Push for a mechanism to prepare for the management of emerging infectious diseases at the provincial level and health zone 3 such as EOC ICS PHEM 5) Integrate provincial networks in all sectors. By creating a plan that uses resources and information on emerging infectious diseases 6) Integrating legislative readiness for the prevention and control of emerging infectious diseases 7) Promote and develop expertise in emerging infectious diseases at the provincial level. 8) Provide partners and networks to support mechanisms to prepare for EID management. 9) Encourage the executives of partners and networks to jointly drive the EID management program 10) Promote readiness in 3 aspects of agencies to manage emerging infectious diseases. 11) Promote cooperation with partners and networks to be ready and solve the situation of emerging infectious diseases. 12) There is an exchange of management of emerging diseases according to guidelines or manuals that are a central framework. 13) Improve

the guidelines and practice the EID management plan according to the plan. In summary, it was found that all strategies were consistent, appropriate, feasible. and usefulness

Keywords : Strategic Plan, Emerging Disease, Office of Disease Prevention and Control

บทนำ

การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในปี 2563 นับเป็นโรคติดต่ออุบัติใหม่เป็นปัญหาสำคัญและส่งผลกระทบต่อทั่วโลก แม้ปัจจุบันลระดับเป็นโรคที่ต้องเฝ้าระวังก็ตาม การคาดการณ์แนวโน้มพบว่าโรคอุบัติใหม่มีการเกิดขึ้นใหม่ทุกปี สาเหตุสำคัญส่วนใหญ่ร้อยละ 70 เป็นโรคที่ติดต้อมาจากสัตว์สู่คน มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ไม่มีพรมแดน ส่งผลกระทบรุนแรงทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และการเจ็บป่วยร้ายแรง อาจส่งผลต่อชีวิต การป้องกันควบคุมโรคยุ่งยากซับซ้อนมีความเชื่อมโยงระหว่างประเทศ สภาพแวดล้อมภายนอก ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ผลกระทบต่อหน่วยงานจึงมีมากด้วย สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์มีภารกิจสำคัญในการเฝ้าระวังป้องกันและควบคุมโรคอุบัติใหม่ในส่วนภูมิภาครับผิดชอบพื้นที่ใน 5 จังหวัดในเขตภาคเหนือตอนล่าง เหตุนี้การบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์จึงมีความสำคัญ การกำหนดกลยุทธ์ของหน่วยงาน และการนำกลยุทธ์ไปปฏิบัติเพื่อเป็นแนวทางให้หน่วยงานก้าวไปในทิศทางที่เหมาะสม และเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการได้ ถ้าปราศจากแผนกลยุทธ์ หน่วยงานจะไม่มีแนวทางที่ชัดเจนในการดำเนินงานไม่มีแผนที่สามารถโต้ตอบโรคอุบัติใหม่ และไม่มีแผนที่จะปฏิบัติให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นด้วยความสำคัญของการบริหารเชิงกลยุทธ์ที่มุ่งพัฒนาหน่วยงาน และคุณภาพของการบริการ และปัญหาประสิทธิภาพการเตรียมความพร้อมของหน่วยงานในการรับมือและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงสนใจที่จะวิเคราะห์และพัฒนากลยุทธ์เพื่อพัฒนาแผนปฏิบัติการเตรียมความพร้อมรับมือและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริม และพัฒนาการดำเนินการบริหารเชิงกลยุทธ์ของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ รวมทั้งเป็นข้อมูลในการแก้ไขปัญหาในการวางแผนการบริหารเชิงกลยุทธ์ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการรับมือและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ของหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน และสภาพแวดล้อมภายนอกเกี่ยวกับการพัฒนาความพร้อมรับมือโรคอุบัติใหม่ โดยเครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นโดยประยุกต์มาจาก (ร่าง) แผนปฏิบัติการด้านการเตรียมความพร้อมป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคติดต่ออุบัติใหม่ พ.ศ. 2566 – 2570 ของประเทศ รวมทั้งเอกสารวิเคราะห์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการรับมือโรคอุบัติใหม่ และให้ผู้ตอบแบบสอบถามใช้ประสบการณ์ในการรับมือโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ผ่านมา ในการตอบ

แบบสอบถามทั้งคำถามปลายปิดและปลายเปิด และไม่ระบุชื่อผู้ตอบคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก และตรงประเด็นผ่านระบบออนไลน์ google form จำนวน 126 คน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นตอนที่ 2 สังเคราะห์กลยุทธ์เกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพเตรียมความพร้อมรับมือโรคอุบัติใหม่ ในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาวิเคราะห์เอกสารและจัดการประชุมโดยใช้แหล่งข้อมูลและผู้ให้ข้อมูล เหมือนกับขั้นตอนที่ 1 โดยใช้ผู้เข้าร่วมประชุม จำนวน 22 คน การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาแผนกลยุทธ์การเตรียมความพร้อมรับมือโรคอุบัติใหม่ของหน่วยงาน แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 3.1 การทบทวน ผลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในและสภาพแวดล้อมภายนอก ของหน่วยงาน โดยจัดการประชุม ผู้เข้าร่วมการประชุม ได้แก่ ผู้บริหาร หัวหน้างาน และผู้ปฏิบัติ จำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้เข้าร่วมประชุมทบทวนผลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน และภายนอกที่สรุปได้ จากการตอบแบบสอบถามออนไลน์

2. ผู้เข้าร่วมประชุมให้คำน้ำหนักจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและภาวะคุกคาม โดยใช้ SWOT

3. ผู้เข้าร่วมประชุมทบทวนแผนกลยุทธ์การพัฒนาคุณภาพการเตรียมความพร้อมรับมือ และแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ของหน่วยงานมาสังเคราะห์ร่วมกัน โดยใช้ Tows Matrix

ขั้นตอนที่ 3.2 การตรวจสอบการพัฒนาแผนกลยุทธ์การเตรียมความพร้อมรับมือโรคอุบัติ ของหน่วยงาน ในขั้นนี้ผู้ศึกษาได้ส่งข้อมูลให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา ผู้บริหาร หัวหน้างาน และผู้เชี่ยวชาญด้านโรคอุบัติใหม่ ที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนากลยุทธ์ จำนวน 5 คน จากนั้นนำแผนกลยุทธ์ที่ได้เข้าคณะกรรมการบริหารของหน่วยงาน จำนวน 14 คน พิจารณา วิพากษ์ และให้ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับองค์ประกอบของแผนกลยุทธ์ การพัฒนาแผนกลยุทธ์การเตรียมความพร้อมรับมือโรคอุบัติ ของหน่วยงาน ความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆ ของแผนกลยุทธ์และความเหมาะสมขององค์ประกอบ ของแผนกลยุทธ์

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินแผนกลยุทธ์การพัฒนาคุณภาพแผนกลยุทธ์การเตรียมความพร้อมรับมือ โรคอุบัติของหน่วยงาน ผู้ให้ข้อมูลในการประเมินแผนกลยุทธ์ ประกอบด้วยอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา ผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนาแผนกลยุทธ์การเตรียมความพร้อมรับมือโรคอุบัติ จำนวน 5 คน และนำเข้าคณะกรรมการวางแผนและประเมินผลเพื่อพิจารณา จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ ในการศึกษาเป็นแบบประเมินกลยุทธ์การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานและนำไป เปรียบเทียบกับร่างแผนปฏิบัติการเตรียมความพร้อมและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ระดับประเทศ

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในและสภาพแวดล้อมภายนอกเกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพแผนกลยุทธ์ การเตรียมความพร้อมรับมือโรคอุบัติใหม่ของหน่วยงาน ผลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในและสภาพแวดล้อม ภายนอกสรุปได้ดังนี้

1. จุดแข็งมีทั้งหมด 6 รายการ โดยรายการที่มีความสำคัญ 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) ผู้บริหารมีวิสัยทัศน์ ความเป็นผู้นำในสถานการณ์ฉุกเฉิน และให้การสนับสนุนการดำเนินงาน 2) มีศูนย์ปฏิบัติการภาวะฉุกเฉิน (EOC) ที่เข้มแข็ง 3) มีโครงสร้างการบริหารจัดการในการผลักดันนโยบาย

2. จุดอ่อนมีทั้งหมด 5 รายการ โดยรายการที่มีความสำคัญ 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) ขาดกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญด้านโรคติดต่ออุบัติใหม่ อาทิ วัคซิ่น ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลไม่ทันต่อสถานการณ์เมื่อเกิดการระบาดของโรค 2) เมื่อเกิดสถานการณ์โรคอุบัติใหม่ขาดการนำแผน BCP (Business Continuity Plan) ไปปฏิบัติ 3) ขาดการบูรณาการข้อมูลด้านโรคติดต่ออุบัติใหม่ระหว่างหน่วยงานรัฐสำหรับนำไปกำหนดนโยบายสำคัญ

3. โอกาสมีทั้งหมด 5 รายการ โดยรายการที่มีความสำคัญ 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) สถานการณ์โรคติดต่อเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ผ่านมามีประชาชนหันมาสนใจดูแลสุขภาพตนเองมากยิ่งขึ้น 2) มีเครือข่ายความร่วมมือระดับจังหวัดที่ดี 3) สามารถบูรณาการระดมการใช้ทรัพยากรร่วมกันทุกภาคส่วน

4. ภาวะคุกคามมีทั้งหมด 5 รายการ โดยรายการที่มีความสำคัญ 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) ข้อจำกัดด้านงบประมาณเทียบกับภารกิจเป็นอุปสรรคต่อการแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคอุบัติใหม่ 2) โรคติดต่ออุบัติใหม่ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ระบบบริหารจัดการของทางราชการไม่สามารถดำเนินการได้ทันทั่วถึง 3) กฎระเบียบในการดำเนินงานมาก ยากต่อการดำเนินงานให้ทันการณ์

การสังเคราะห์กลยุทธ์เกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพการเตรียมความพร้อมและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ การศึกษาของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ ผลการสังเคราะห์กลยุทธ์ เกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพของหน่วยงาน จำนวน 13 กลยุทธ์ ได้แก่ 1) พัฒนาบุคลากรจังหวัดให้มีความรู้ ความสามารถสนับสนุนการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ 2) เร่งรัดให้มีภาคีเครือข่ายทุกระดับในการเฝ้าระวัง ป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคติดต่ออุบัติใหม่ 3) เพิ่มศักยภาพการสื่อสารความเสี่ยงให้องค์กร และทุกภาคส่วน 4) ผลักดันกลไกการเตรียมความพร้อมในการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ในระดับจังหวัด และเขตสุขภาพที่ 3 เช่น EOC ICS PHEM 5) บูรณาการเครือข่ายระดับจังหวัดทุกภาคส่วน โดยจัดทำแผนงานที่มีการใช้ทรัพยากร และข้อมูลด้านโรคติดต่ออุบัติใหม่ 6) การบูรณาการเตรียมความพร้อมด้านกฎหมายในการป้องกันควบคุมโรคติดต่ออุบัติใหม่ 7) ส่งเสริม และพัฒนาศักยภาพความเชี่ยวชาญด้านโรคติดต่ออุบัติใหม่ในระดับจังหวัด 8) จัดหาภาคีและเครือข่ายเสริมกลไกเตรียมความพร้อมการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ 9) ผลักดันให้ผู้บริหารของ ภาคีและเครือข่ายร่วมขับเคลื่อนแผนงานโครงการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ 10) ส่งเสริมความพร้อม 3 ด้านของหน่วยงานในการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่ 11) ส่งเสริมความร่วมมือกับภาคีและเครือข่ายให้มีความพร้อม และแก้ไขสถานการณ์โรคติดต่ออุบัติใหม่ 12) มีการแลกเปลี่ยนการจัดการโรคอุบัติใหม่ตามแนวทาง หรือคู่มือ ที่เป็นกรอบแนวทางส่วนกลาง 13) ปรับปรุงแนวทางและซ่อมแผนการจัดการโรคติดต่ออุบัติใหม่

ผลการพัฒนาแผนกลยุทธ์ ประกอบ ด้วยวิสัยทัศน์ พันธกิจ ค่านิยมร่วม ประเด็นกลยุทธ์ เป้าประสงค์ กลยุทธ์ ตัวชี้วัด มาตรการ และโครงการ ประเมินอิงจากแผนปฏิบัติการเตรียมความพร้อมรับมือและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ระดับประเทศ ส่วนแผนกลยุทธ์การพัฒนาการเตรียมความพร้อมรับมือและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ ประยุกต์และปรับปรุงจากการทำ Tows Matrix ผลการประเมินแผนกลยุทธ์พบว่า วิสัยทัศน์ พันธกิจ ค่านิยมร่วม ประเด็นกลยุทธ์ เป้าประสงค์ กลยุทธ์ ตัวชี้วัด มาตรการ และโครงการ มีความสอดคล้องกันในระดับมากที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินแสดงว่า มีความสอดคล้องกัน ส่วนผลการประเมินความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของแผนกลยุทธ์ การพัฒนาเตรียมความพร้อมโรคอุบัติใหม่พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินแสดงว่า แผนกลยุทธ์มีความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความมีประโยชน์

วิจารณ์ผล

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับการพัฒนาและวิเคราะห์ปัจจัยภายในและภายนอก ในการพัฒนา แผนกลยุทธ์การเตรียมความพร้อมรับมือและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ ผลการศึกษา พบว่า

1. จุดแข็ง ที่มีความสำคัญสูงสุดได้แก่ ผู้บริหารมีวิสัยทัศน์ ความเป็นผู้นำในสถานการณ์ฉุกเฉิน และให้การสนับสนุนการดำเนินงาน สอดคล้องกับการศึกษาของวีระพงศ์ เกียรติไพยศ และคณะ (2565) ที่กล่าวว่า ภาวะผู้นำมีความสำคัญมากต่อการบริหารองค์การผู้บริหารจะต้องมีภาวะผู้นำ กล่าวคือ จะต้องกระตือรือร้น ในการพัฒนาตนเอง เช่น ระบบคิด การกำหนด วิสัยทัศน์ ความกล้าหาญในการตัดสินใจ ความยืดหยุ่น รู้เท่าทัน การเปลี่ยนแปลงภายนอก และมีการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการทำงานซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนา องค์การ ให้สามารถปรับตัวได้ในสถานะที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเกิดภัยคุกคามต่าง ๆ เช่น ในสถานการณ์ปัจจุบัน ที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (Covid-19) จะต้องมีการ ปรับรูปแบบในการทำงานขององค์การ ให้ยืดหยุ่นและเหมาะสมกับสถานการณ์ หรือที่เรียกกัน ว่าการใช้ชีวิตแบบใหม่

2. จุดอ่อนที่ควรพัฒนามากที่สุด ได้แก่ ขาดกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญด้านโรคติดต่ออุบัติใหม่ อาทิ วัคซีน ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลไม่ทันต่อสถานการณ์เมื่อเกิดการระบาดของโรค สอดคล้องกับการศึกษาของ วิจรอง แก้วสมบูรณ์ และคณะ (2563) บุคลากรสาธารณสุข เครือข่าย และประชาชนในพื้นที่ ส่วนใหญ่ยังขาด ความรู้เรื่องโรคติดต่ออุบัติใหม่ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมฯ ส่วนใหญ่ไม่สนใจการวิจัย และพัฒนาเท่าที่ควรเนื่องจากบุคลากรบางหน่วยงานมีภาระงานมาก ขาดแรงจูงใจ ไม่เห็นความจำเป็นในการ ทำวิจัย บางพื้นที่ไม่มีเหตุการณ์หรือปัญหาเกี่ยวกับโรคติดต่ออุบัติใหม่ที่นำทำวิจัย ฯลฯ

3. โอกาสที่มีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ผ่านมามีทำให้ ประชาชนหันมาสนใจดูแลสุขภาพตนเองมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของสุริยะ หาญพิชัย และคณะ (2564) กล่าวว่า การปรับตัวด้านสุขภาพกายและสุขภาพจิต การปรับตัวด้านสุขภาพประชาชนส่วนใหญ่ปฏิบัติตาม

กฎระเบียบของทางราชการ โดยเฉพาะการสวมหน้ากากอนามัยและการใช้เจลแอลกอฮอล์ รั้งม้ดระวังในการอยู่ร่วมกันมากขึ้น รวมไปถึงการใช้พื้นที่สาธารณะ เว้นระยะห่าง ซึ่งให้ความใส่ใจในเรื่องของสุขอนามัยมากขึ้น

4. ภาวะคุกคาม ที่เป็นอุปสรรคมากที่สุด ได้แก่ ข้อจำกัดด้านงบประมาณเทียบกับภารกิจเป็นอุปสรรคต่อการแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคอุบัติใหม่ สอดคล้องกับการศึกษาของ ปุญญาพัฒน์ แสงวงศ์ดี (2563) จากการศึกษาการอนามัยโลกดำเนินงานได้เพราะเงินงบประมาณสนับสนุน จึงทำให้ขาดเสถียรภาพในการดำเนินงาน ยกตัวอย่าง เช่น ในกรณีการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 สหรัฐอเมริกาไม่พอใจในการบริหารจัดการขององค์การอนามัยโลก โดยประธานาธิบดีโดนัลด์ทรัมป์ สั่งระงับเงินสนับสนุนแก่องค์การอนามัยโลกโดยให้เหตุผลว่าองค์การอนามัยโลกปกปิดความรุนแรงในการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในจีน ก่อนที่โรคจะแพร่ระบาดไปทั่วโลก โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาที่มีผู้ติดเชื้อ และเสียชีวิตสูงสุด

ผลการสังเคราะห์กลยุทธ์เกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพการเตรียมความพร้อมรับมือและแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ โดยการวิเคราะห์เอกสารและการประชุม และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ได้กลยุทธ์ 13 กลยุทธ์ สอดคล้องกับการศึกษา การสร้างกลยุทธ์ และแนวคิดของสมชาย ภคภาสน์ วิวัฒน์ (2553) ที่กล่าวว่า การวางแผนกลยุทธ์เป็นเรื่องเกี่ยวกับการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในและสภาพแวดล้อมภายนอก และการวางแผนอย่างเป็นระบบโดยเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆ ให้สอดคล้องกันสัมพันธ์กัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ จะเห็นได้ว่าการวางแผนกลยุทธ์ที่ดีควรดำเนินการอย่างเป็นระบบและมีข้อมูลพื้นฐานก่อนการวางแผน ซึ่งสอดคล้อง กับเดวิด (David, 2013) ที่กล่าวว่า แผนเป็นกระบวนการที่กำหนดแนวทางในการปฏิบัติงานของบุคคล หรือองค์กรให้ไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และเตรียมรับมือกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวจึง ทำให้ผลการประเมินแผนกลยุทธ์การพัฒนาคุณภาพที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความ เป็นประโยชน์

สรุปผล

การพัฒนากลยุทธ์เกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมรับมือ และแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ ควรร่วมกัน วิเคราะห์ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภาวะคุกคาม โดยใช้ SWOT Analysis และศึกษาแล้วเลือกกลยุทธ์ มาตรการ และโครงการ ไปใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายใน และสภาพแวดล้อมภายนอกของหน่วยงาน นั้นๆ และข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. คณะกรรมการจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพการเตรียมความพร้อมรับมือ และแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ ควรคำนึงถึงแผนพัฒนาตามบริบทของพื้นที่ ซึ่งมีวิสัยทัศน์ พันธกิจ ค่านิยมร่วม เป้าประสงค์ ประเด็นกลยุทธ์ ตัวชี้วัดที่แตกต่างกัน รวมทั้งคำนึงถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการบริหาร

2. ควรมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการนำแผนกลยุทธ์การเตรียมความพร้อมรับมือ และแก้ไขปัญหาโรคอุบัติใหม่ ไปใช้

3. ควรนำแผนกลยุทธ์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปทดลองใช้และประเมินผลการใช้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากนายแพทย์ดิเรก ขำแป้น ผู้อำนวยการ และเจ้าหน้าที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ทุกท่าน รวมทั้งเครือข่ายภายนอกหน่วยงาน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- ทวนทอง เขาวงกตพิงค์ , สมชัย วงษ์นายะ. 2558. ยุทธศาสตร์การขับเคลื่อนการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สองในสถานศึกษาขั้นพื้นฐานสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชรและตาก. (รายงานผลการวิจัย). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- ธัญญ์นิธิ จิรพัฒน์พรสิน. 2563. แนวทางการจัดการเชิงกลยุทธ์และความสามารถในการแข่งขันขององค์กรหลักฐานเชิงประจักษ์กิจการในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมไทย. นักบริหาร 40: 64 – 80.
- รพีพรรณ เดชพิชัย. 2560. การจัดการภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุขด้านป้องกันควบคุมโรคในประเทศไทย. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา. 48: 577 – 583.
- รวีสรา จิรโรจน์วัฒน์, วัลภา ศรีสุภาพ, วรณภา ฤทธิสนธิ. 2559. ประสิทธิภาพการบริหารจัดการเพื่อตอบโต้การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสซิกา กรณีจังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดจันทบุรี ปี 2559. ห้องสมุดกรมควบคุมโรค.
- รัฐพล ต่วนชะเอม. 2565. กลยุทธ์ในการบริหารจัดการงานประเพณีแม่เจ้าพ่อ-เจ้าแม่ปากน้ำโพ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ตามหลักสารานุกรมธรรม. Journal of Roi Kaensarn Academi. 7:47-58.
- บุญญาพัฒน์ แสงวงศ์ดี. 2563. วิถีการดำเนินโลกกรณีการแพร่ระบาดของโรคติดต่ออุบัติใหม่ : บทบาทขององค์การอนามัยโลก สถานการณ์ในประเทศไทย และ New Normal. วิทยานิพนธ์ ปริญญาสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.
- วีระพงษ์ เกียรติไพรัช, สลิตย์ โพธิญาโณ. 2565. ภาวะผู้นำกับการบริหารองค์กรในยุคนิวนอร์มัล; พุทธสังคมวิทยาปริทรรศน์ 7: 123 - 134.
- วิรงรอง แก้วสมบูรณ์ และคณะ. 2563. การจัดทำแผนยุทธศาสตร์เตรียมความพร้อมป้องกันและแก้ไขปัญหาโรคติดต่ออุบัติใหม่แห่งชาติ พ.ศ. 2560-2564. กรมควบคุมโรค 44: 50 - 62.
- สมชัย วงษ์นายะ , ทวนทอง เขาวงกตพิงค์. การพัฒนาแผนกลยุทธ์การพัฒนาคุณภาพการศึกษาสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร. (รายงานผลการวิจัย). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- David, F. R. 2013. Strategic management. Boston: Pearson Education.

การเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของวัยกลางคนในเขตชนบท
กรณีศึกษา ตำบลเขิน อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ

Preparation for Aging Society of Middle-Aged People in Rural Area
Case study : Khen Subdistrict, Nam Kliang District Sisaket Province

กิ่งแก้ว อุตมะ¹ ขนิษฐา บุญจิต¹ พจนาภ ธานี^{1*} และปณิตตา สุขุมาลัย¹

Kingkaew Uttama^{1*} Khanittha Boonjit^{1*} Patnapa Thani^{1*} และ Phandita Sukhumal¹

¹วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราย จังหวัดอุบลราชธานี

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

Ubon Ratchathani 34190

*Corresponding author E-mail: patnapa.w@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวางนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของวัยกลางคนในเขตชนบท จำนวน 123 คน ในพื้นที่รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเขิน อำเภอเมืองน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยระยะเวลาในการศึกษา ระหว่างพฤษภาคม-ธันวาคม 2564 ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุด้านร่างกาย ด้านเศรษฐกิจ และด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี ร้อยละ 55.28, 49.59 และ 44.72 ตามลำดับ และการเตรียมความพร้อมด้านจิตใจ ด้านสังคม และด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม มีการเตรียมความพร้อมอยู่ระดับปานกลาง ร้อยละ 48.78, 56.91 และ 52.84 ตามลำดับ และพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยรวม อยู่ในระดับความปรับปรุง ร้อยละ 55.28 ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและสาธารณสุขในพื้นที่ ควรมีการสนับสนุนให้มีการเตรียมความพร้อมด้านจิตใจ ด้านสังคม และด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อยอมรับการเปลี่ยนแปลงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในวัยผู้สูงอายุ รวมถึงส่งเสริมให้มีการจัดทำบัญชีรายรับรายจ่ายและการออมเงิน เพื่อให้มีการเตรียมความพร้อมเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ : การเตรียมความพร้อมสู่สังคมผู้สูงอายุ ชนบท วัยกลางคน

Abstract

This cross-sectional descriptive research aimed to study preparation for aging society of middle-aged people in rural area of 123 people in area of Khen Health Promoting Hospital. Nam Kliang District Sisaket Province. Data was collected using a questionnaire and analyzed by descriptive statistics. The duration of this research between May to December 2021. The results of the study revealed that the samples were prepared to aging society in physical, economic and environmental aspects at good level of 55.28%, 49.59% and 44.72% respectively, and

aspects of mental, social and technological and innovation were moderate level of 48.78%, 56.91% and 52.84%, respectively, In addition, the results found that sample group prepared to aging society as a whole at improvement level of 55.28%. Therefore, relevant agencies and public health in the area should be encouraged of mental, social and technological and innovation to accept the changes and situations that will occur in the elderly as well as promoting the preparation of income and expense accounts and savings in order to prepare for quality aging society

Keywords: Preparation for Aging Society, Rural, Middle-Aged

บทนำ

ประเทศไทยจะก้าวเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ในปี พ.ศ.2568 ปัจจุบันประเทศไทย มีจำนวนประชากรทั้งหมด 66,558,935 คน จำนวนประชากรผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป รวม 11,136,059 คน คิดเป็น ร้อยละ 16.73 และภาคอีสานมีจำนวนผู้สูงอายุมากถึง ร้อยละ 16.04 (กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข, 2563) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุทำให้เกิดผลกระทบและปัญหาต่างๆ ดังนี้ ปัญหาทางด้านสุขภาพกาย ผู้สูงอายุมักจะมีปัญหาด้านสุขภาพเสื่อมโทรม มีโรคภัยต่างๆเบียดเบียนทั้งโรคทางกายและทางสมอง ผู้มีอายุเกิน 65 ปี มักมีการเปลี่ยนแปลงทางสมอง คือ โรคสมองเสื่อม โรคหลงลืม โรคซึมเศร้า เป็นต้น ปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ ผู้สูงอายุที่มีฐานะไม่ดี ไม่มีลูกหลานดูแลอุปการะเลี้ยงดู รายได้ไม่เพียงพอสำหรับการเลี้ยงชีพ ปัญหาทางด้านความรู้ ผู้สูงอายุไม่มีโอกาสได้รับความรู้เพื่อการพัฒนาตนเองให้เหมาะสมกับวัยและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้เข้ากันได้กับเยาวชนรุ่นใหม่ ปัญหาทางด้านสังคม ผู้สูงอายุอาจจะไม่ได้รับการยกย่องจากสังคมเหมือนเดิม โดยเฉพาะผู้ที่เคยเป็นข้าราชการ ตำแหน่งสูงซึ่งเคยมีอำนาจและบาริวารแวดล้อม เมื่อเกษียณอายุราชการอาจเสียดายอำนาจและตำแหน่งที่เสียไป ปัญหาทางด้านจิตใจ ผู้สูงอายุจะไม่ได้ได้รับความเอาใจใส่และความอบอุ่นจากลูกหลานอย่างเพียงพอ ทำให้รู้สึกเหงา อังว้าง และอาจจะมีควมวิตกกังวลต่างๆ ดังนั้น การเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่วัยสูงอายุจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ทุกคนต้องตระหนักรู้ เพราะความแก่ชราเป็นสิ่งที่ห้ามกันไม่ได้แม้จะมีเงินไปเสริมเติมแต่งแค่ไหน สุดท้ายก็ได้แค่ชะลอความเสื่อมของร่างกาย หากเป้าหมายปลายทางของชีวิต คือ การอยากอยู่อย่างมีความสุข เป็นผู้สูงอายุที่สุขภาพแข็งแรง มีความมั่นคงทางการเงิน ตลอดจนมีลูกหลานห้อมล้อมควรมีการพิจารณาปรับใช้และเปลี่ยนพฤติกรรมตนเองใน 5 ด้าน คือ ด้านสุขภาพ สังคม เศรษฐกิจ สภาพแวดล้อมและเทคโนโลยีนวัตกรรม เพื่อการเข้าสู่วัยสูงอายุในอนาคตที่เต็มเปี่ยมทั้งคุณค่าศักดิ์ศรีและมีความสุข

การเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุที่มีคุณภาพ ได้กำหนดไว้ในแผนผู้สูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2545-2564) ซึ่งมีเป้าหมายที่ต้องการสร้างจิตสำนึกให้กับคนในสังคม ได้ตระหนักถึงความสำคัญของผู้สูงอายุและเพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีศักดิ์ศรี สามารถพึ่งพาตนเองได้ ซึ่งถือว่าเป็นการสร้างหลักประกันและสร้างความมั่นคงในการดำรงชีวิตแก่ผู้สูงอายุ ทั้งนี้ประเทศไทยยังมีช่องว่างด้านการเตรียมความ

พร้อมของประชากรและการพัฒนาระบบเพื่อรองรับสังคมผู้สูงอายุ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากรนำไปสู่ความจำเป็นในการปรับตัวเพื่อรองรับภาระทางสังคมที่วัยกลางคนต้องดูแลผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้นแม้ประชากรผู้สูงอายุจะมีอายุยืนยาว แต่มีได้หมายความว่าคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุเหล่านั้นจะดีตามไปด้วย หากบุคคลสามารถปรับตัวได้ดีเพราะมีการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่วัยสูงอายุก็จะสามารถดำเนินชีวิตในวัยสูงอายุได้อย่างมีความสุข แต่ในทางตรงกันข้ามหากบุคคลไม่ได้เตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่วัยสูงอายุอาจต้องเป็นทุกข์และประสบความยากลำบากในชีวิต ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในวัยสูงอายุจึงต้องเตรียมตัวก่อนเป็นผู้สูงอายุทำได้ด้วยการวางแผนชีวิตกันไว้ล่วงหน้าทั้งด้านสุขภาพกาย สุขภาพใจ เศรษฐกิจและสภาพแวดล้อม เพื่อก้าวสู่การเป็นผู้สูงอายุที่มีความสุข (เกื้อวงศ์ บุญสิน, 2560) การที่ประเทศไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างรวดเร็วและมีเวลาในการเตรียมการน้อยกว่าประเทศพัฒนาแล้วที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ส่งผลให้ประเทศไทยต้องเผชิญผลกระทบต่างๆจากสังคมผู้สูงอายุอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาระบบเพื่อรองรับสังคมผู้สูงอายุที่สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล

จังหวัดศรีสะเกษมีสัดส่วนแนวโน้มผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันมีผู้สูงอายุจำนวน 232,607 คน จากประชากรทั้งหมด 1,458,580 คน คิดเป็นร้อยละ 15.90 ซึ่งในขณะนี้ แนวโน้มผู้สูงอายุในจังหวัดศรีสะเกษปี 2563 เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จังหวัดศรีสะเกษกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุและจะเข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ อำเภอน้ำเกลี้ยงอยู่ภายใต้การปกครองของจังหวัดศรีสะเกษ มีประชากรทั้งหมด 30,738 คน เป็นประชากรผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปจำนวน 5,846 คน จากประชากรทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 19.01 มีสภาพพื้นที่ทั่วไปส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่มเหมาะสำหรับการเกษตรปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ และตำบลเงินอยู่ในการดูแลของอำเภอน้ำเกลี้ยง มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบสูงสลับกับที่ลุ่ม ปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง ยางพารา ข้าวโพด ถั่ว พืชสวน อาทิ มะม่วง ลำไย มะละกอ ฝรั่ง มะขาม หอม กระเทียม ถั่วฝักยาว มะเขือ (สำนักงานสาธารณสุขอำเภอน้ำเกลี้ยง, 2564) มีทั้งหมด 13 หมู่บ้าน ประชากรทั้งหมด 8,469 คน เป็นประชากรผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปจำนวน 1,277 คน คิดเป็นร้อยละ 15.08 ซึ่งผู้สูงอายุมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นในทุกๆปี และมีประชากรวัยกลางคนที่มีอายุระหว่าง 40-59 ปี 2,460 คน คิดเป็นร้อยละ 29.05 ของประชากรทั้งหมด และกลุ่มประชากรวัยกลางคนนี้ถือเป็นกำลังสำคัญในเชิงเศรษฐกิจ และมีภาระหน้าที่ที่ต้องดูแลและเกื้อกูลกลุ่มวัยอื่นๆในสังคม โรคที่พบในผู้สูงอายุของตำบลเงินส่วนใหญ่ ได้แก่ เบาหวาน ความดัน โรคหอบหืด โรคไตเรื้อรัง โรคหลอดเลือดอุดตันเรื้อรัง วัณโรค โรคหัวใจ โรคเหล่านี้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในผู้สูงอายุ ถ้าหากยังไม่มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ชีวิต และยังไม่มีการจัดการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ

ตำบลเงินมีหลายชนเผ่า มีการใช้ชีวิตที่แตกต่างกันไป และผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่สามารถเกษียณอายุตนเองได้ยังคงต้องทำงานต่อไปเพื่อหาเลี้ยงตนเอง ครอบครัว ทำงานหาเช้ากินค่ำ อีกทั้งเป็นตำบลที่อยู่ห่างไกลตัวเมือง มีการเข้าถึงของบริการสุขภาพที่ยังไม่เพียงพอ ประชากรวัยกลางคนและวัยผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่เคยผ่านการอบรมหรือได้รับความรู้เกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ (องค์การบริหารส่วนตำบลเงิน, 2561) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิจัยครั้งนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในเขตชนบทของวัยกลางคน กรณีศึกษา ตำบลเงิน อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ เพื่อเป็นแนวทาง

ในการเตรียมความพร้อมให้กับประชากรวัยกลางคนและเป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพของประชากรวัยกลาง อีกทั้งยังสร้างความตระหนักถึงความปลอดภัยในการใช้ชีวิต เพื่อลดผลกระทบต่างๆและเพิ่มคุณภาพต่างๆในด้านสุขภาพ สิ่งแวดล้อม สังคมและเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นเมื่อเข้าสู่วัยสังคัมผู้สูงอายุในอนาคต

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบ

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Descriptive Research) โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างเดือนพฤษภาคม-ธันวาคม 2564

2. ประชากร

ประชากรวัยกลางคน คือ บุคคลอายุระหว่าง 40-59 ปี ที่อาศัยอยู่ในตำบลเงิน อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 2,460 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคคลอายุระหว่าง 40-59 ปี อาศัยในตำบลเงิน อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มตัวแทนของประชากรทั้งหมดในการศึกษาคั้งนี้ 123 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบใช้ความน่าจะเป็น (Probability Sampling) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

แบบสอบถามที่สร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกรอบแนวคิดในการศึกษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา ประกอบด้วยเนื้อหา 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย เพศ อาชีพ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส ความเพียงพอของรายได้ หนี้สินของครอบครัว การตรวจสุขภาพประจำปี โรคประจำตัว การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และการสูบบุหรี่ โดยมีลักษณะคำถามเป็นข้อคำถามปลายปิดให้เลือกจากตัวเลือกที่กำหนด รวมเป็นจำนวน 11 ข้อ อายุ จำนวนสมาชิกในครอบครัว อายุการทำงาน รายได้เฉลี่ยต่อเดือน สภาพแวดล้อมที่พักอาศัย เป็นข้อคำถามปลายเปิดรวมเป็นจำนวน 6 ข้อ

ส่วนที่ 2 การเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคัมผู้สูงอายุ แบ่งเป็น 6 ด้าน ดังนี้ ด้านร่างกาย 6 ข้อ ด้านจิตใจ 7 ข้อ ด้านสังคม 7 ข้อ ด้านเศรษฐกิจ 6 ข้อ ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม 6 ข้อ และด้านสภาพแวดล้อม 1 ข้อ ประกอบไปด้วย 6 ข้อย่อย

โดยการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบเครื่องมือ ดังนี้ 1) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ทุกข้อคำถามมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1 และ 2) ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยการหาค่า Cronbach's Alpha Coefficient ได้ค่าความเชื่อมั่นการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคัมผู้สูงอายุโดยรวมเท่ากับ 0.736 และรายด้านมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า/เท่ากับ 0.70 ทุกด้าน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)

1) ตัวแปรเชิงคุณภาพ (Qualitative) ได้แก่ เพศ อาชีพ ระดับการศึกษา สถานภาพการสมรส ความเพียงพอของรายได้ หนี้สินของครอบครัว สภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย การตรวจสุขภาพประจำปี โรคประจำตัว การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และการสูบบุหรี่ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percent)

2) ตัวแปรเชิงปริมาณ (Quantitative) ได้แก่ อายุ จำนวนสมาชิกในครอบครัว อายุการทำงาน รายได้เฉลี่ยต่อเดือน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มัธยฐาน และเปอร์เซ็นไทล์ที่ 75,25 ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด

ผลการวิจัย

1. การเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ

กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย ร้อยละ 37.40 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 62.60 ค่าเฉลี่ยของอายุอยู่ที่ 49.51 ปี (S.D = 4.93) กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 82.92 จบระดับการศึกษาประถมศึกษา ร้อยละ 74.80 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 87.80 ส่วนใหญ่มีสมาชิกในครอบครัว 1-5 คน ร้อยละ 73.17 กลุ่มตัวอย่างมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่าจนถึง 5,000 บาท ร้อยละ 69.10 ซึ่งรายได้ไม่เพียงพอและมีหนี้สิน ร้อยละ 41.47 มีหนี้สินในครอบครัวมากถึง ร้อยละ 90.24 กลุ่มตัวอย่างเคยตรวจสุขภาพประจำปี ร้อยละ 78.05 ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 71.54 และกลุ่มตัวอย่างไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 59.35 และไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 71.54 จากการศึกษาการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของวัยกลางคนรายด้าน พบว่า

ด้านร่างกาย กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุที่เหมาะสม ในการสังเกตอาการตนเองเมื่อเริ่มมีอาการเจ็บป่วยหรือมีอาการผิดปกติเป็นประจำ ร้อยละ 65.04 และมีการพักผ่อน ให้เพียงพออย่างน้อยวันละ 6-8 ชั่วโมงเป็นประจำ ร้อยละ 63.42 กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมไม่เหมาะสม ในการรับประทานอาหารที่เป็นเนื้อสัตว์ติดมัน หนังกุ้ง อาหารประเภททอด กะทิเป็นประจำ ร้อยละ 21.95 และไม่เคยศึกษาข้อมูลการดูแลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการพลัดตกหกล้ม ร้อยละ 16.26

ด้านจิตใจ กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุที่เหมาะสม ในการมีวิธีการลดความเครียด ความวิตกกังวลด้วยวิธีต่างๆ เช่น การอ่านหนังสือ ฟังเพลง นั่งสมาธิ เป็นประจำ ร้อยละ 45.63 และมีการเตรียมใจสำหรับบทบาทหน้าที่ต้องเปลี่ยนไปเมื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุจากการเป็นผู้นำมาเป็นที่ปรึกษาเป็นประจำ ร้อยละ 42.27 และกลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมที่ยังไม่เริ่มวางแผนชีวิตและไม่วิตกกังวลกับอนาคตที่กำลังจะมาถึงและไม่เคยศึกษาเกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมทางด้านจิตใจเพื่อนำมาปฏิบัติเมื่อเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ร้อยละ 11.94

ด้านสังคม กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุที่เหมาะสมที่สุดในเรื่องการสร้างสัมพันธ์ภาพและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคนในครอบครัวมากขึ้นเป็นประจำ ร้อยละ 52.03

และการมีการติดต่อกับเพื่อนวัยเดียวกันสม่ำเสมอ เป็นประจำ ร้อยละ 39.84 และกลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม ในเรื่องการไม่เคยที่จะค้นหากิจกรรมหรืองานอดิเรกที่สนใจ เช่น กิจกรรมที่ทำร่วมกันในสังคม การออกกำลังกายร่วมกับผู้อื่น การจัดทำกลุ่มเย็บผ้า การท่องเที่ยว เป็นต้น ร้อยละ 18.70

ด้านเศรษฐกิจ กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุที่เหมาะสม เรื่องการเตรียมการที่จะมีการฝากเงินในรูปแบบกองทุน ธนาคาร สหกรณ์หมู่บ้าน ฌาปนกิจ ร้อยละ 62.60 และมีการวางแผนการเงินสำหรับใช้ในครอบครัวไว้ในแต่ละเดือน ร้อยละ 53.66 และกลุ่มตัวอย่างยังไม่ได้เตรียมจัดการแบ่งทรัพย์สินให้ทายาทหรือทำพินัยกรรม ร้อยละ 37.40 และไม่เคยมีการทำบัญชีรายรับ-รายจ่ายเลย ร้อยละ 35.77

ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุที่เหมาะสม ในเรื่องที่สามารถติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่หรือบุคลากรทางการแพทย์ เมื่อมีอาการเจ็บป่วยหรือพบเหตุการณ์ต่างๆ ร้อยละ 36.59 และใส่ใจเรื่องการดูแลสุขภาพและศึกษาข้อมูลด้านสุขภาพบนสื่อต่างๆ เช่น นิตยสาร หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต ทิว วิทยุ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ร้อยละ 34.96 และกลุ่มตัวอย่างจะยังไม่มีการจัดซื้อเครื่องมือทางการแพทย์และนวัตกรรม เช่น เครื่องวัดความดันปรอทวัดไข้ มาใช้เอง ร้อยละ 57.72 และยังไม่มีการจัดเตรียมนวัตกรรม เช่น รองเท้าเพื่อสุขภาพ เก้าอี้นั่งเพื่อสุขภาพ เครื่องนวดคลายกล้ามเนื้อ ร้อยละ 33.30

ด้านสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างมีการวางแผนการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในการเพิ่มแสงสว่างในที่อยู่อาศัยให้มีแสงสว่างมากขึ้น ร้อยละ 51.22 และการปรับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยเพื่อลดความเสี่ยง เช่น การดูแลความสะอาด การตัดหรือฉางหญ้า ที่อาจเสี่ยงต่อการเป็นที่อยู่ของสัตว์นำโรค ร้อยละ 47.15 และกลุ่มตัวอย่างไม่มีการวางแผนการเตรียมความพร้อมในการจัดของใช้ภายในที่อยู่อาศัยให้เป็นสัดส่วนและเป็นระเบียบ ร้อยละ 60.16 และยังไม่สามารถปรับปรุงพื้นที่โดยใช้วัสดุปูพื้นที่ไม่ลื่นเพื่อลดความเสี่ยงต่อการลื่นหกล้ม ร้อยละ 58.54

กลุ่มตัวอย่างมีการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุด้านร่างกาย ด้านเศรษฐกิจ และด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี ร้อยละ 55.28, 49.59 และ 44.72 ตามลำดับ รองลงมา คือ กลุ่มตัวอย่างมีการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุระดับปานกลาง คือ ด้านจิตใจ ด้านสังคม ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม ร้อยละ 48.78, 56.91 และ 52.84 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวน และร้อยละจำแนกตามการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (n=123)

การเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของวัย	ระดับการประเมิน			
	กลางคน	ควรปรับปรุง	ปานกลาง	ดี
การเตรียมความพร้อมด้านร่างกาย		0 (0.00)	55 (44.72)	68 (55.28)
การเตรียมความพร้อมด้านจิตใจ		4 (3.25)	60 (48.78)	59 (47.97)
การเตรียมความพร้อมด้านสังคม		8 (6.50)	70 (56.91)	45 (36.59)
การเตรียมความพร้อมด้านเศรษฐกิจ		15 (12.20)	47 (38.21)	61 (49.59)
การเตรียมความพร้อมด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม		22 (17.90)	65 (52.84)	36 (29.26)
การเตรียมความพร้อมด้านสิ่งแวดล้อม		31(25.20)	52(42.28)	40(32.52)

ผลการศึกษาระดับการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า อยู่ในระดับควรปรับปรุง ร้อยละ 55.28 และระดับปานกลางร้อยละ 47.72 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวน และร้อยละจำแนกตามการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุรวม (n=123)

ระดับการเตรียมความพร้อม	จำนวน	ร้อยละ
ระดับควรปรับปรุง	68	55.28
ระดับปานกลาง	55	47.72

Median= 39.00 P₂₅= 33.00 P₇₅= 47.00

วิจารณ์ผล

1 การเตรียมความพร้อมเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของวัยกลางคน

การเตรียมพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุด้านร่างกาย ด้านเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี อาจเนื่องมาจากด้านร่างกาย กลุ่มตัวอย่างมีการดูแลตนเองโดยการสังเกตอาการเมื่อเริ่มมีอาการเจ็บป่วยหรือมีอาการผิดปกติ ทำให้ทราบถึงอาการเจ็บป่วยได้อย่างรวดเร็ว และมีการนอนหลับพักผ่อนที่เพียงพออย่างน้อยวันละ 6-8 ชั่วโมง ซึ่งจะพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการประกอบอาชีพที่ต้องทำงานหนัก ทำให้ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและเกิดการเหนื่อยล้า ซึ่งการพักผ่อนให้เพียงพอ และการสังเกตอาการตนเองเมื่อเจ็บป่วยหรือมีอาการผิดปกติ ช่วยให้กลุ่มตัวอย่างสามารถทราบถึงอาการของตนเองการสังเกตอาการตนเองและการนอนหลับพักผ่อนให้เพียงพอจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อร่างกายเพราะการดูแลสุขภาพตนเองให้มีความแข็งแรงนั้นช่วยลดความเสี่ยงสภาพของร่างกายและยังลดโอกาสเกิดโรค ช่วยให้ร่างกายได้ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ร่างกายสดชื่น อารมณ์แจ่มใส (กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข, 2563) การปฏิบัติตัวของกลุ่มตัวอย่างทำให้มีสุขภาพที่ดีซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุที่มีคุณภาพ (ภรณี ภูประเสริฐ, 2561) แต่จากการศึกษาก็ยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างยังมีการรับประทานอาหารที่เป็นเนื้อสัตว์ติดมัน หนังกุ้ง อาหารประเภททอด กะทิ การรับประทานอาหารดังกล่าวมีผลให้ร่างกายมีความเสื่อมสภาพลง หากผู้สูงอายุรับประทาน เนื้อสัตว์ติดมัน หนังกุ้ง อาหารประเภท

ทอด กะทิ ทำให้ผู้สูงอายุได้รับสารอาหารที่ไม่เพียงพอ มีพลังงานลดน้อยลง ทำให้การทำงานของร่างกายเสื่อมสภาพลง จึงอาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยขึ้นได้ หากกลุ่มตัวอย่างมีการรับประทานอาหารที่เหมาะสม ครบ5หมู่ มีการจำกัดอาหารประเภทเนื้อสัตว์ติดมัน อาหารประเภททอด กะทิ จะทำให้ลดโอกาสการเกิดโรค ลดการเสื่อมสภาพของร่างกาย และมีสุขภาพที่ดี ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุนอกจากกลุ่มตัวอย่างมีการรับประทานอาหารที่ไม่เหมาะสม และไม่เพียงพอต่อการทำงานของร่างกายแล้วกลุ่มตัวอย่างยังขาดการศึกษาข้อมูลการดูแลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการพลัดตกหกล้ม ซึ่งการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความสนใจที่จะมีการดูแลตนเองและบริเวณที่อยู่อาศัยมากขึ้นเพื่อไม่ให้ตนเองเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการพลัดตกหกล้มเป็นสิ่งสำคัญต่อผู้สูงอายุ เพราะทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความใส่ใจในการระมัดระวังตนเอง มีการวางแผนบริเวณที่อยู่อาศัยหรือการเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับการดูแลร่างกายตนเองเพื่อลดโอกาสการได้รับบาดเจ็บ (กรมอนามัย, 2560)

อีกทั้งการเตรียมความพร้อมด้านเศรษฐกิจ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการฝากเงินในรูปแบบกองทุน ธนาคาร สหกรณ์หมู่บ้าน ฅาปนกิจ และมีการวางแผนการเงินสำหรับใช้ในครอบครัวในแต่ละเดือน การปฏิบัติในเรื่องการฝากเงินและการวางแผนการเงิน ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีการจัดการในเรื่องการเงินในแต่ละเดือนและยังมีการออมเงินเพื่อไว้ใช้จ่ายจำเป็น และตอบสนองความต้องการของตนเอง เช่น การเข้าถึงการรักษาพยาบาลยามเจ็บป่วย การทำประกันชีวิต การเดินทางเข้ารับการรักษาได้รวดเร็ว หรือการประกอบอาชีพในอนาคต ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุที่ดีและมีคุณภาพ สอดคล้องกับการศึกษาของ ภาณุวัฒน์ มีชนะ และคณะ, (2560) ที่อธิบายว่าการเตรียมความพร้อมเรื่องการเตรียมการเงินก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้ผู้สูงอายุมีความสะดวกสบาย และมีความสุขในการดำรงชีวิต ไม่ต้องพบกับปัญหาในการใช้ชีวิตในเรื่องการเงิน

นอกจากนี้การเตรียมความพร้อมด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการวางแผนในเรื่องของการเพิ่มแสงสว่างในบริเวณที่พักอาศัยให้มีแสงสว่างที่เพียงพอ และการปรับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยเพื่อลดความเสี่ยง เช่น การดูแลความสะอาด การตัดหรือถางหญ้าที่อาจเสี่ยงต่อการเป็นที่อยู่ของสัตว์ นำโรค ซึ่งการวางแผนในเรื่องการเพิ่มแสงสว่างและการปรับสภาพแวดล้อมทำให้สะดวกและปลอดภัยต่อการใช้ชีวิตลดการเกิดอุบัติเหตุ เมื่อมีอายุมากขึ้น ทั้งยังเพิ่มความมั่นใจในการเคลื่อนไหวขณะปฏิบัติกิจวัตรประจำวันหรือเมื่อต้องอยู่เพียงลำพัง รวมทั้งการทำความสะอาดบริเวณรอบบ้าน ถือว่าเป็นการเตรียมความพร้อมที่ดีต่อผู้สูงอายุเพราะผู้สูงอายุส่วนมากจะอยู่ที่บ้าน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องวางแผนต่อการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ และเป็นการจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ แต่กลุ่มตัวอย่างยังขาดการวางแผนในเรื่องของการจัดของใช้ภายในที่อยู่อาศัยให้เป็นสัดส่วนและเป็นระเบียบ และการปรับปรุงพื้นที่โดยการใช้วัสดุปูพื้นที่ไม่ลื่นเพื่อลดความเสี่ยงต่อการลื่นหกล้ม ซึ่งการขาดการวางแผนในเรื่องการจัดของใช้ให้เป็นระเบียบ และการปรับปรุงพื้นที่ไม่มีความเสี่ยงนั้นอาจทำให้เกิดอันตรายต่อการใช้ชีวิตของผู้สูงอายุ เพราะในชนบทมักมีการสร้างบ้านที่ยกพื้นสูง หากไม่มีการปรับปรุงพื้นที่หรือเปลี่ยนวัสดุปูพื้น หรือไม่มีการจัดของใช้ภายในบ้าน หากต้องอยู่เพียงลำพัง จะทำให้เกิดอุบัติเหตุผู้สูงอายุอาจลื่นหกล้ม และพลัดตกได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กริช เกียรติญาณ และธันสถา โรจตระกูล,

(2564) การเตรียมความพร้อมเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุด้านสิ่งแวดล้อมต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทำให้มีความสะดวกในการดำรงชีวิต และลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ เช่น ลดพื้นต่างระดับ

ส่วนด้านจิตใจ ด้านสังคม และด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม มีการเตรียมความพร้อมอยู่ในระดับปานกลาง อาจเนื่องมาจากด้านจิตใจ กลุ่มตัวอย่างยังขาดการเตรียมความพร้อมเรื่องการวางแผนชีวิตเพื่อไม่ให้เกิดความวิตกกังวลกับอนาคตที่กำลังจะมาถึง และยังขาดการศึกษาข้อมูลการเตรียมความพร้อมทางด้านจิตใจเพื่อนำมาปฏิบัติเมื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ซึ่งจะทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความเครียดในการใช้ชีวิตได้ (สำนักส่งเสริมและพัฒนาสุขภาพจิต, 2558) อาจทำให้ไม่ทราบว่าจะต้องปฏิบัติตัวหรือต้องเตรียมความพร้อมอย่างไรเพื่อให้ความพร้อมในการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ และอาจทำให้มีปัญหาตามมาในอนาคต หากขาดการวางแผนในการใช้ชีวิต หรือไม่มีความรู้ในเรื่องการใช้ชีวิตให้มีความสุข ซึ่งจะทำให้มีผลต่อสุขภาพทางด้านจิตใจได้ ทำให้เกิดความวิตกกังวล เกิดความเครียดไม่สบายใจ ไม่รู้จักวิธีการจัดการกับความวิตกกังวลหรือการควบคุมอารมณ์ตนเองรวมทั้งวิธีการปล่อยวาง การยอมรับความจริงหรือเหตุการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปจากตนเองและคนรอบข้างเมื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างถูกวิธี ซึ่งหากจะเป็นผู้สูงอายุที่มีคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างจะต้องมีการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุด้านจิตใจ ต้องมีการวางแผนการใช้ชีวิตและการวางแผนไม่ให้เกิดความวิตกกังวล รวมถึงการศึกษาข้อมูลการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุไปด้วย (กองส่งเสริมศักยภาพผู้สูงอายุ, 2562)

อีกทั้งการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุด้านสังคม พบว่า กลุ่มตัวอย่างยังขาดการเตรียมความพร้อมในเรื่องของการค้นหากิจกรรมหรืองานอดิเรกที่สนใจ เช่น กิจกรรมที่ทำร่วมกันในสังคม การออกกำลังกายร่วมกับผู้อื่น การจัดทำกลุ่มเย็บผ้า การท่องเที่ยว และการศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสิทธิที่ผู้สูงอายุพึงได้รับตามกฎหมาย และเข้าร่วมกิจกรรมในชุมชนที่มีการจัดขึ้นสำหรับผู้สูงอายุ จึงมีการเตรียมความพร้อมด้านสังคมอยู่ในระดับปานกลาง หากกลุ่มตัวอย่างขาดการค้นหากิจกรรมหรืองานอดิเรกที่สนใจ ขาดการศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสิทธิที่ผู้สูงอายุพึงได้รับตามกฎหมาย และการเข้าร่วมกิจกรรมที่มีการจัดขึ้นสำหรับผู้สูงอายุ อาจทำให้ขาดความรู้ในเรื่องของสิทธิสำหรับผู้สูงอายุหรือพลาดโอกาสต่างๆที่ผู้สูงอายุจะต้องได้รับ รวมถึงอาจจะไม่มีความรู้เกี่ยวกับกฎหมายหรือสิทธิสำหรับผู้สูงอายุที่ต้องรับรู้เพื่อการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในอนาคต การที่กลุ่มตัวอย่างขาดการเตรียมความพร้อมในการเข้าร่วมกิจกรรมที่มีการจัดขึ้นสำหรับผู้สูงอายุนั้นอาจส่งผลต่อการใช้ชีวิตในการเข้าสู่สังคมของตนเองในอนาคต (สำนักส่งเสริมและพัฒนาสุขภาพจิต, 2558) เพราะการค้นหากิจกรรมหรืองานอดิเรก รวมถึงการเข้าร่วมกิจกรรมในอนาคตนั้นเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ผู้สูงอายุได้พบปะพูดคุยกับบุคคลอื่นในสังคม ได้ทำกิจกรรมร่วมกัน ได้สร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการเป็นผู้สูงอายุหรือการใช้ชีวิต หากกลุ่มตัวอย่างขาดการเตรียมความพร้อมในเรื่องดังกล่าวจะทำให้ไม่ได้พบปะกับบุคคลอื่นหรือขาดการเข้าร่วมกิจกรรม เป็นผู้สูงอายุที่อยู่ติดบ้าน ไม่ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นส่งผลให้เกิดความวิตกกังวลหรือเกิดความเครียดได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ชนัญญา ปัญจพล, (2558) การเตรียมความพร้อมการค้นหากิจกรรมหรืองานอดิเรก หลังจากเกษียณอายุ บางคนอาจทำงานต่อจึงมีความสามารถ และความถนัดจึงมีการเตรียมความพร้อมที่จะเรียนรู้ หรือหางานอดิเรกที่ต่างกันไป แต่ต้องอาศัยการเรียนรู้ รวมถึงการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลสิทธิประโยชน์ของผู้สูงอายุพึงได้รับตามกฎหมาย เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมที่ดี

นอกจากนี้การเตรียมความพร้อมด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม พบว่า กลุ่มตัวอย่างขาดการเตรียมความพร้อมในเรื่องของการจัดซื้อเครื่องมือทางการแพทย์และนวัตกรรม เช่น เครื่องวัดความดัน โปรทวดใช้ มาใช้เอง และการจัดเตรียมนวัตกรรม เช่น รองเท้าเพื่อสุขภาพ เก้าอี้นั่งเพื่อสุขภาพ เครื่องนวดคลายกล้ามเนื้อ ซึ่งประชากรไม่ค่อยปฏิบัติหรือจัดซื้อมาใช้เองภายในครอบครัว จึงทำให้มีการเตรียมความพร้อมด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมอยู่ในระดับปานกลาง อาจเนื่องจากชุมชนที่กลุ่มตัวอย่างอยู่อาศัยเป็นชุมชนที่ห่างจากตัวเมืองและเป็นชนบท กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพเกษตรกรรมมากที่สุด มีการเข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ยังไม่เพียงพอและอาจเนื่องจากเครือข่ายทางอินเทอร์เน็ต หรือเครื่องมือสื่อสารที่ยังไม่สามารถที่จะเข้าถึงหรือรับรู้ถึงข่าวสารเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการแพทย์ จึงทำให้เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการแพทย์ไม่ค่อยเป็นที่รู้จักสำหรับประชาชนมากนัก (ทรงศักดิ์ รักพ่วง และภุชงค์ เสนานุช, 2562) นวัตกรรมทางสังคมสำหรับผู้สูงอายุ

สรุปผล

การเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยรวมของวัยกลางคนในพื้นที่ชนบทยัง อยู่ในระดับความปรับปรุง โดยเฉพาะในด้านของจิตใจ ด้านสังคม และด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยี หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ควรมีการจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการเตรียมความพร้อม และส่งเสริมเกี่ยวกับการวางแผนชีวิต และความจัดการปัญหาไม่ให้เกิดกักขังกับอนาคตที่กำลังจะมาถึง มีการจัดกิจกรรมที่ทำร่วมกันในสังคมสำหรับผู้สูงอายุให้ประชาชนวัยกลางคนได้เข้าร่วม เพื่อส่งเสริมการเตรียมความพร้อมด้านสังคมอีกทั้งส่งเสริมให้ประชาชนได้รับรู้ถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการแพทย์ อุปกรณ์การดูแลตนเอง เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนมีการเตรียมความพร้อมและเข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอคุณเจ้าหน้าที่สาธารณสุข โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเงิน อากาศสมศรีประจำหมู่บ้าน ตำบลเงิน อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ในการวิจัยนี้ และขอบคุณกลุ่มวิชาสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่สนับสนุนงานวิจัยจนสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กริช เกียรติญาณ,ธนัสถา โรจตระกูล. (2564). การเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ กรณีศึกษาตำบลวัดไทรย์ อำเภอมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม;
เกื้อวงศ์ บุญสิน .(2560). [การคาดการณ์ประชากรไทยในอนาคต.สถาบันคลังปัญญาด้านยุทธศาสตร์ชาติ วิทยาลัยรัฐกิจ มหาวิทยาลัยรังสิต.[อินเทอร์เน็ต] เข้าถึงเมื่อ 5 มิถุนายน 2564]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.slideshare.net/Klangpanya/ss-95771145>.

- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2560). ปัญหาที่เกิดขึ้นในผู้สูงอายุ. [อินเทอร์เน็ต]. 2561. [เข้าถึงเมื่อ 5 มิถุนายน 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://pri.moph.go.th/services/people/healthknowledge/27-elderlypeople>
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2561). [สร้างจิตใจที่แจ่มใสให้ผู้สูงอายุด้วยกิจกรรมทางสังคม. [อินเทอร์เน็ต]. เข้าถึงเมื่อ 1 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://multimedia.anamai.moph.go.th/help-knowledgs/social-activities-for-elders>.
- กองส่งเสริมศักยภาพผู้สูงอายุ กรมกิจการผู้สูงอายุ กระทรวงพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. (2562). เตรียมพร้อมก่อนสูงวัย. การวางแผนการใช้ชีวิตและการวางแผนไม่ให้เกิดความวิตกกังวล. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2564]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dop.go.th/download/knowledge/th1568708302-257_0.pdf
- ชัญญญา ปัญจพล. (2558) การเตรียมความพร้อมเข้าสู่วัยสูงอายุ กรณีศึกษาสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข (ส่วนกลาง). [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2564]. เข้าถึงได้จาก: http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2015/TU_2015_5505030121_4744_3608.pdf.
- ทรงศักดิ์ เสนานุช และภุชงค์ รักพ่วง. (2562). ความสำคัญต่อสังคมผู้สูงอายุในประเทศไทย. นวัตกรรมทางสังคม สำหรับผู้สูงอายุ. คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ภาณุวัฒน์ มีชนะ และคณะ. (2560). การเตรียมความพร้อมของประชากรก่อนวัยสูงอายุเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ คุณภาพ ตำบลหนองหญ้าไซ อำเภอหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี. วิทยาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.
- โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเงิน. (2564). สถิติโรคที่พบในผู้สูงอายุในตำบลเงินและแนวโน้มการเกิดโรค; สำนักงานสถิติแห่งชาติจังหวัดศรีสะเกษ. (2564). สถิติประชากรในเขตพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเงิน. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเงิน. ศรีสะเกษ.
- สำนักส่งเสริมและพัฒนาสุขภาพจิต กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2558). การวางแผนการใช้ชีวิตเพื่อไม่ให้วิตกกังวล แนวทางการดูแลทางด้านสังคมจิตใจของผู้สูงอายุเพื่อป้องกันปัญหาสุขภาพจิต.
- สุนิสา คำชื่น และคณะ. (2563) ภาวะสุขภาพจิตและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในผู้สูงอายุ. วารสารวิจัยสุขภาพและการพยาบาล. นครราชสีมา: วิทยาลัยพระบรมราชชนนี.

ผลของโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจ
ในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง

Effects of Cognitive- Perceptual Intervention Program for
Acquired Brain Injury in Intermediate Care Patients.

พนม อ้อยหวาน^{1*}

Phanom Oiywan^{1*}

¹ กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู ร.พ.พุทธชินราช พิษณุโลก ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

¹ Department of Rehabilitation Medicine, Bhuddhachinaraj Phitsanulok Hospital

Tumbon Naimueang Mueang District Phitsanulok Province 65000

*Corresponding author e-mail address: phanomoiy@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง ในกลุ่มผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บสมองระยะกลาง ที่มีความบกพร่องด้านความรู้ความเข้าใจ ณ ร.พ. พุทธชินราช พิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ให้การบำบัดรักษาเป็นรายบุคคลตามโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง จำนวน 11 คน โดยให้การรักษา 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์รวมทั้งหมด 5 ครั้ง ครั้งละประมาณ 30-45 นาที ประเมินผลลัพธ์ก่อนและหลังการรักษาโดยใช้แบบประเมินการรับรู้และความรู้ความเข้าใจสำหรับคนไทย (Thai Cognitive- Perceptual Test: Thai CPT) การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยการใช้สถิติเชิงบรรยาย เพื่อสรุปคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและ เปรียบเทียบผลการรักษาก่อนและหลังด้วย Willcoxon Signed Ranks test ผลการศึกษาพบว่าความสามารถทางด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง ภายหลังได้รับโปรแกรมนี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในภาพรวมทั้ง 6 ด้านคือ ด้านการรับรู้ทางสายตา ด้านการรับรู้เกี่ยวกับร่างกายตนเอง ด้านการวางแผนการทำการเคลื่อนไหว ด้านความจำ ด้านการจับคู่และจัดหมวดหมู่ และด้านการแก้ไขปัญหา ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลางนี้มีประสิทธิภาพและเหมาะสม สำหรับใช้เพื่อกระตุ้นหรือส่งเสริมทักษะการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลางได้

คำสำคัญ : การรับรู้และความรู้ความเข้าใจ โปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง ผู้ป่วยบาดเจ็บสมอง การดูแลผู้ป่วยระยะกลาง

Abstract

The objective of this research was to study the effectiveness of Cognitive-Perceptual Intervention Program for acquired brain injury in intermediate care patients. Participants in this research were 11 acquired brain injury persons with cognitive-perceptual impaired who received intermediate care service at the Buddhachinaraj Phitsanulok hospital, Phitsanulok province. All participants received individually intervention program for 30-45 minutes per session, 3 session per week, for total 5 session. The outcome measures for assessing cognitive-perceptual abilities were Thai-CPT Test (Thai-CPT). Data was analyzed with descriptive statistics was used for summarizing the characteristics of research participant, Willcoxon Signed Ranks Test was also used for comparing pretest and posttest outcome. The results of the research showed that after receiving the Cognitive-Perceptual Intervention Program, participants had significant improvement ($p \leq 0.05$) in 6 cognitive-perceptual skills : visual perception, body scheme perception, praxis, memory, matching and categorization and problem solving. Results of this study suggest that the Cognitive-Perceptual Intervention Program for acquired brain injury in intermediate care patients is effective and could enhance cognitive-perceptual abilities in acquired brain injury patients.

Keywords : cognitive-perceptual , Cognitive-perceptual intervention Program for Acquired Brain Injury in Intermediate Care Patients, Acquired brain injury(ABI) , intermediate care(IMC)

บทนำ

งานหลักที่สำคัญของงานกิจกรรมบำบัดที่เป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศนั้นก็คือเรื่องการให้การบำบัดรักษาปัญหาด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive intervention) ซึ่งเป็นบทบาทที่สำคัญมากและโดดเด่น บทบาทหนึ่งของนักกิจกรรมบำบัดที่มีต่อทีมเวชศาสตร์ฟื้นฟู (Unsworth et al, 2007) อันเป็นผลมาจากบุคคลนั้นได้รับบาดเจ็บของสมอง(Acquired Brain injury) ซึ่งนับวันจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ (พีรยา, 2551) จากสถิติผู้ป่วยที่มีอาการดังกล่าวมารับการบำบัดรักษาที่งานกิจกรรมบำบัดโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลกในปี พ.ศ. 2562, 2563 และ 2564 มีจำนวน 942, 876 และ 1,024 ราย ตามลำดับนำมาซึ่งปัญหาทางสุขภาพและความสามารถในการทำกิจกรรมของมนุษย์(Occupational Performance) ของทั้งตัวผู้ป่วยและบุคคลรอบข้างเป็นอย่างยิ่งความสามารถในการทำกิจกรรมของมนุษย์(Occupational Performance) (Chapparo et al, 2003) คือความสามารถของบุคคลในการรับข้อมูล ระลึกข้อมูล วางแผน และทำกิจกรรมที่ต้องกระทำ หรือ/และ กิจกรรมที่ต้องกระทำตามบทบาท โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อบำรุงรักษาตัวเอง เล่นและพักผ่อนหย่อนใจทำงานหรือศึกษาเล่าเรียน เพื่อตอบสนองต่อสิ่งที่ต้องการทั้งภายในและภายนอกได้อย่างมีความสุขทั้งของตนเองและบุคคล

อื่นที่เกี่ยวข้อง ความสามารถในการทำกิจกรรมของมนุษย์(Occupational Performance)นั้นมีความสำคัญครอบคลุมการทำกิจกรรมในทุกๆด้านของมนุษย์ ตั้งแต่เกิดจนตายตั้งแต่ตื่นนอนตอนเช้าจนกระทั่งเข้านอนตอนค่ำ นับแต่กิจกรรมง่ายๆที่ทำงานเป็นนิสัยไปจนถึงกิจกรรมที่ยากและไม่คุ้นเคย และการจะทำกิจกรรมใดๆนั้นมนุษย์ต้องอาศัยทักษะด้านความรู้ความเข้าใจทั้งสิ้น ดังนั้นความสามารถในการทำกิจกรรมของมนุษย์(Occupational Performance) และทักษะด้านความรู้ความเข้าใจ(Cognition)จึงมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ทั้งOccupational Performance และCognition เป็นปัจจัยสำคัญในการระบุสุขภาพและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ บุคคลที่มีความบกพร่องของทักษะด้านความรู้ความเข้าใจ ไม่ว่าจะจากสาเหตุใดเช่น สมองได้รับบาดเจ็บ ภาวะเสื่อมหรือบกพร่องทางจิตย่อมส่งผลต่อบุคคลทำให้ไม่สามารถทำกิจกรรมตามบทบาทได้ บางครั้งอาจเป็นภาระต่อครอบครัวและสังคมในระดับครอบครัว ชุมชน และประเทศต่อไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจอยากพัฒนาและสร้างโปรแกรมกิจกรรมบำบัดเพื่อเป็นเครื่องมือเฉพาะด้านสำหรับบำบัดรักษาผู้ป่วยกลุ่มเป้าหมายนี้ เพื่อให้การบำบัดรักษามีประสิทธิภาพและง่ายต่อการนำไปใช้ของนักกิจกรรมบำบัด หรือบุคลากรทางการแพทย์ อื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูสภาพทั้งในสถานพยาบาลและชุมชน

IMC หรือ Intermediate Care คือการบริบาลฟื้นฟูสภาพระยะกลางเป็นการดูแลผู้ป่วยระยะกลางที่มีอาการทางคลินิกผ่านพ้นภาวะวิกฤติและมีอาการคงที่แล้ว แต่ยังไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้หรือยังคงมีความพิการหลงเหลือหรือมีความผิดปกติของร่างกายบางส่วนอยู่ มีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ทั้งนี้มุ่งหวังให้ผู้ป่วยกลับมามีความสามารถในการทำกิจกรรมให้ได้มากที่สุดเพื่อลดภาระของครอบครัวหรือชุมชนที่จะดูแลอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์โดยทีมสหวิชาชีพอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ในโรงพยาบาลจนถึงชุมชน (ธีรพร และคณะ, 2562) ในปี2565 กระทรวงสาธารณสุขมีนโยบายให้บริการสาขาการดูแลฟื้นฟูผู้ป่วยระยะกลาง(Intermediate Care Service Plan)ต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการฟื้นฟูผู้ป่วยหลังพ้นระยะวิกฤติ โดยเฉพาะในกลุ่มโรคหลอดเลือดสมองกลุ่มผู้ป่วยบาดเจ็บที่ศีรษะและกลุ่มผู้ป่วยที่บาดเจ็บไขสันหลัง เพื่อเพิ่มอัตราการครองเตียงของโรงพยาบาลชุมชนและลดความแออัดของโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลทั่วไป (คณะทำงานพัฒนาระบบบริการสุขภาพ, 2565) จะเห็นได้ว่าปัจจุบันยังมีผู้ป่วยอีกมากที่ควรได้รับการบำบัดรักษาทางกิจกรรมบำบัด แต่การบริการยังคงไม่ทั่วถึงในโรงพยาบาลของรัฐทุกระดับ แต่ถ้าหากมีโปรแกรมกิจกรรมบำบัดที่สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพแล้ว ก็จะช่วยให้ นักกิจกรรมบำบัดนั้นให้บริการได้ทั่วถึงเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งบุคลากรทางการแพทย์ฟื้นฟูสภาพที่เกี่ยวข้องก็สามารถนำโปรแกรมนี้ไปประยุกต์ใช้ เพื่อฟื้นฟูความสามารถด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจอันจะทำให้การฟื้นฟูสภาพด้านอื่นๆมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง

2. เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง

ระเบียบวิธีวิจัย (research methodology)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งการทดลอง(quasi – experimental research)กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกโดยวิธีการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง ในผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บสมองที่มีความบกพร่องด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจระหว่างเดือนกรกฎาคม 2565 ถึง กุมภาพันธ์ 2566 ที่มารับการรักษา ณ งานกิจกรรมบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู รพ.พุทธชินราช พิษณุโลก จ.พิษณุโลก จำนวน 11 คน

เกณฑ์การคัดเลือกประชากร (Inclusion criteria) ได้แก่

1) เป็นผู้ป่วยบาดเจ็บสมอง (Acquired brain injury) เช่น CVD (โรคหลอดเลือดสมอง) TBI(Traumatic brain injury) เนื้องอกที่สมอง ในระยะกลาง(IMC) โดยนับตั้งแต่วินิจฉัย onset จนถึงช่วงเวลารับการบำบัดรักษา ตามนิยามศัพท์เฉพาะ

2) ผู้ป่วยมีสัญญาณชีพคงที่และไม่มีอาการแทรกซ้อนจนรับการบำบัดรักษาไม่ได้

3) ผู้ป่วยได้รับการประเมิน GCS ได้ มากกว่าหรือเท่ากับ 13

4) ผู้ป่วยได้รับการประเมินเบื้องต้นว่ามีปัญหาทางการรับรู้และความรู้ความเข้าใจด้วยแบบทดสอบสภาพสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย(Mini-Mental State Examination :Thai Version)หรือMMSE-Thai-2002 โดยได้คะแนน ≤ 17 สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า และได้คะแนน ≤ 22 สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาสูงกว่าระดับประถมศึกษา

5) มีระดับความรุนแรงของรอยโรคใกล้เคียงกัน คือระยะฟื้นตัวตั้งแต่วินิจฉัย 2 ถึงระดับ 4 ตามเกณฑ์ Brunnstrom (ทศพร, 2551)

6) ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เกณฑ์การคัดออกประชากร (Exclusion criteria) ได้แก่

1) ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ครบตามที่กำหนด

2) ขณะรับการบำบัดรักษามีสัญญาณชีพหรือมีอาการแทรกซ้อนจนไม่สามารถร่วมโครงการได้ครบตามจำนวนครั้งที่กำหนดและระยะเวลาของโครงการ

3) ผู้ป่วยมีอาการแยลงอย่างเห็นได้ชัดจนไม่สามารถมารับการบำบัดรักษาตามโปรแกรมได้ ไม่ว่าจะเกิดจากสาเหตุใด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บของสมองระยะกลาง ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อมุ่งเน้นการส่งเสริมความสามารถของผู้ป่วยใน 6 ด้าน คือ 1) ด้านการส่งเสริมการรับรู้และการเข้าใจภาษาจากการรับฟังและการมองเห็น 2) ด้านการส่งเสริมการรับรู้และเข้าใจที่ซับซ้อน 3) ด้านการส่งเสริมด้านการสื่อความหมายและความจำ 4) ด้านการส่งเสริมความเข้าใจขั้นสูงจากการรับฟัง การอ่าน

และการคิดคำนวณ 5) ด้านการส่งเสริมการพูดเพื่อสนทนาโต้ตอบเกี่ยวกับความรู้ทั่วไป 6) การส่งเสริมการวางแผนและการแก้ไขปัญหา

2. แบบทดสอบสภาพสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย (Mini-Mental State Examination: Thai Version) หรือ MMSE-Thai 2002 สำหรับคัดกรองกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้ารับการบำบัดรักษาตามโปรแกรมการรักษา ด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง

3. เครื่องมือประเมินการรับรู้และความรู้ความเข้าใจสำหรับคนไทยหรือชื่อในภาษาอังกฤษว่า Thai Cognitive-Perceptual Test มีชื่อย่อเรียกสั้นๆว่า Thai- CPT

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาและค้นหาเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับประเมินระดับความสามารถ ทางด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการวิจัยศึกษา ซึ่งก็ได้เครื่องมือประเมินที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษาคือ Thai-CPT หรือ Thai Cognitive-Perceptual Test

2. การสร้างและหาประสิทธิภาพของโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลางที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ศึกษาหลักการทางกิจกรรมบำบัดในการนำมาสร้างโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง เพื่อให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการบำบัดรักษา กลุ่มตัวอย่าง (พีรยา และคณะ, 2552)

2.2 สร้างและพัฒนาโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง โดยอาศัยประสบการณ์จากการทำงานด้านกิจกรรมบำบัดที่ดูแลฟื้นฟูบุคคลที่มีความบกพร่องด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งจากการศึกษาเพิ่มเติมทางด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในมนุษย์ (พิศักดิ์ , 2553 ; ทศพร, 2553)

2.3 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของโปรแกรมรักษา ด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence)

2.4 นำโปรแกรมรักษา ด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง ไปทดลองใช้กับผู้ป่วย ABI (Acquired Brain Injury) ที่มีคุณสมบัติเหมือนกลุ่มเป้าหมาย แต่ไม่ได้เป็นกลุ่มเดียวกันกับกลุ่มเป้าหมาย โดยศึกษาจำนวน 1 คนและ 3 คนตามลำดับ เพื่อประเมินความเป็นไปได้/ความเหมาะสมของการนำเครื่องมือไปใช้ในผู้ป่วยต่อไป ทำการศึกษาวิจัยที่งานกิจกรรมบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู ร.พ.พุทธชินราช พิษณุโลก

3. นำโปรแกรมรักษา ด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลางนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.1 อธิบายถึงขั้นตอนวิธีการศึกษาแก่ผู้ป่วยกลุ่มเป้าหมายหรือญาติที่ดูแลทุกคน และเห็นใ
ยินยอมเข้าร่วมโครงการก่อนทำการศึกษา

3.2 ตรวจสอบประวัติการเจ็บป่วย และข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุโรคประจำตัว อาชีพประวัติ
สุขภาพประเมินสัญญาณชีพก่อนทุกครั้งที่ใช้โปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วย
บาดเจ็บสมองระยะกลางนี้

3.3 ดำเนินการบำบัดรักษาโดยใช้โปรแกรมการบำบัดรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจ
สำหรับผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บของสมองในระยะกลางเป็นจำนวนครั้ง 5 ครั้งติดต่อกัน ครั้งละ 30-45 นาที โดยนัด
หมายสัปดาห์ละ 1-3 ครั้งให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละบุคคลและเกิดผลดีต่อการวิจัย

4. ดำเนินการประเมินระดับความสามารถด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจ ของกลุ่มเป้าหมายทั้งก่อน
รับโปรแกรมและภายหลังการได้รับโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจ ในผู้ป่วยบาดเจ็บสมอง
ระยะกลางที่ได้พัฒนาขึ้นแล้ว

5. นำข้อมูลมาสรุปและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลการวิจัย

พบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายร้อยละ 54.55 เพศหญิงร้อยละ 45.45 มีอายุเฉลี่ย 43 ปี มีการศึกษาระดับ
ประถมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 9.09 ระดับมัธยมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 54.55 การศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ
36.36 สำหรับข้อมูลด้านอาชีพพบว่าส่วนใหญ่รับราชการกับธุรกิจส่วนตัวเท่ากันคือร้อยละ 27.27 ลักษณะของ
การอ่อนแรงในกลุ่มตัวอย่างพบว่าการอ่อนแรงร่างกายซีกขวาร้อยละ 90.91 ลักษณะการได้รับบาดเจ็บสมอง
พบว่าเป็นโรคหลอดเลือดสมองร้อยละ 81.82 และสมองกระทบกระเทือนได้รับบาดเจ็บร้อยละ 18.18

ระดับการรู้สึกรู้ตัวของกลุ่มตัวอย่างประเมินด้วย Glasgow Coma Score อยู่ในระดับปกติทุกราย คือคะแนน
15 คะแนน ระดับการฟื้นคืนของการเคลื่อนไหวโดยใช้ Brunnstrom motor recovery เฉลี่ยอยู่ในระดับ 3 ส่วน
คะแนนคัดกรองด้วยแบบทดสอบสภาพสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย (Mini – Mental State Examination :
Thai Version หรือ MMSE-Thai-2002) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยคะแนน MMSE ได้ 15.82 คะแนน ตามตารางที่
1 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า หลังการบำบัดรักษา
คะแนนของทักษะด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในทุกด้านเปรียบเทียบกับก่อนและหลัง มีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้น ชี้ให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง
มีความสามารถของทักษะด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล และข้อมูลทางคลินิก (n=11)

ลักษณะทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	6	54.5
หญิง	5	45.5
อายุ		
18-40	3	27.3
41-60	8	72.7
เฉลี่ย \pm SD		43.4 \pm 9.6
อาชีพ		
เกษตรกร	1	9.1
นักศึกษา	1	9.1
ข้าราชการ	3	27.3
รับจ้างทั่วไป	2	18.2
ธุรกิจส่วนตัว	3	27.3
อื่นๆ(ระบุ)	1	9.1
การศึกษา		
ประถมศึกษา	9.1	9.1
มัธยมศึกษา	6	54.5
ปริญญาตรีขึ้นไป	4	36.4
GCS		
13 - 15	11	100
เฉลี่ย \pm SD	15 \pm 0	
Brunnstrom		
ระยะที่ 2	3	27.3
ระยะที่ 3	4	36.4
ระยะที่ 4	4	36.4
MMSE		
เฉลี่ย \pm SD		15.8 \pm 7.3

ตารางที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล และข้อมูลทางคลินิก (n=11) (ต่อ)

ลักษณะทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
อาการอ่อนแรง		
อ่อนแรงซีกขวา	10	90.9
อ่อนแรงซีกซ้าย	1	9.1
การวินิจฉัยโรค		
โรคหลอดเลือดสมอง(CVD)	9	81.8
สมองกระทบกระเทือนได้รับบาดเจ็บ(TBI)	2	18.2

วิจารณ์ผล

จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการบำบัดรักษา ด้วยโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง โดยให้การบำบัดรักษา 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 5 ครั้ง ครั้งละ 30-45 นาที เป็นการศึกษาถึงทดลอง one group, pretest-posttest design พบว่าโปรแกรมฯที่พัฒนาขึ้นนี้ ช่วยส่งเสริมทักษะความสามารถด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจ ในกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลางที่มีความบกพร่องด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจ ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่าเนื้อหาของโปรแกรมฯที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นการผสมผสานหลายเทคนิค (multifaceted cognitive training program) ซึ่งประกอบด้วย การใช้กิจกรรมเกมที่เป็นแบบฝึกหัด (exercise drills/paper-pencil tasks) การใช้บัตรคำหรือบัตรภาพ (card games) กิจกรรมหรือเกมที่ทำบนโต๊ะ (table-top activities) การสอนกลยุทธ์ (strategies) และการปรับกิจกรรม โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์กิจกรรม (activity analysis and synthesis) ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างแต่ละราย (individualized) ซึ่งมีหลักฐานการศึกษาวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า การใช้โปรแกรมที่มีหลากหลายหรือ multifaceted cognitive training ช่วยส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการกระตุ้นหรือส่งเสริมด้านความคิดความเข้าใจ (Flynn et al, 1990)

รูปแบบของการบำบัดรักษา (intervention approach) ที่ใช้ในการศึกษานี้เน้นแบบวิธีการฟื้นฟูสภาพ (remedial/restorative approach) ซึ่งช่วยให้มีการฝึกทักษะด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจซ้ำๆ ทำให้สมองมีการเปลี่ยนแปลงและปรับตัว เกิดการซ่อมแซมฟื้นฟูจัดระเบียบตัวเองขึ้นใหม่ (neuroplasticity) ส่งผลให้ความสามารถด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี (รักฤทัย และคณะ, 2559) อีกทั้งรูปแบบของการบำบัดรักษาในการศึกษานี้เน้นการบำบัดรักษาเป็นรายบุคคล (individualized) ทำให้ผู้วิจัยสามารถปรับเปลี่ยนเทคนิควิธีการ ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างแต่ละรายได้ดีเพิ่มขึ้น รวมทั้งหมดมาประกอบกัน ส่งผลให้โปรแกรมฯของการศึกษาวิจัยนี้ มีผลเพิ่มทักษะการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในกลุ่มตัวอย่างได้

การศึกษาวิจัยนี้มีข้อจำกัดอยู่ค่อนข้างมาก เพราะทำการศึกษาในช่วงที่มีการระบาดของโรคโควิด 19 โดยเฉพาะในเรื่องที่ต้องระวังการติดเชื้อทางอากาศหรือทางเดินหายใจ ซึ่งต้องสวมหน้ากากผ้า (mask) ตลอดเวลาทำให้ขัดขวางต่อการสื่อสารระหว่างผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่างแต่ละราย อันน่าจะลดประสิทธิภาพของ

การบำบัดรักษาด้วยโปรแกรมฯที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ไปอย่างไม่ต้องสงสัย นอกจากนี้การศึกษายังมีข้อจำกัดคือขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนน้อยการทดลองเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว รวมถึงเศรษฐกิจฐานะและความจำเป็นส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ที่ส่งผลต่อการเดินทางมาร่วมงานวิจัยไม่ต่อเนื่องส่งผลโดยตรงต่อการวิจัย

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระดับความสามารถทางด้านรับรู้และความรู้ความเข้าใจ ของผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บของสมอง(Acquired brain injury) ก่อนและหลังการได้รับโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง

ทักษะด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจ	Median (IQR) (Min - Max)		p-value*
	ก่อนได้รับโปรแกรม	หลังได้รับโปรแกรม	
การรับรู้ด้านสายตา(Visual perception)	39 (36.5,41.5) (27-42)	42 (41.5,42.0) (36-42)	0.022
การรับรู้เกี่ยวกับร่างกาย(Body scheme perception)	18 (16.5,20.0) (10-20)	20 (19.0,20.0) (18-20)	0.036
การวางแผนกระทำการเคลื่อนไหว (Praxis)	37 (34.5,39.0) (29-41)	40 (39.0,40.0) (37-41)	0.006
ความจำ(Memory)	27 (18.5,31.0) (0-34)	31 (25.5,32.0) (10-34)	0.015
การจัดคู่และจัดหมวดหมู่วัตถุ(Matching& categorization)	8 (7.5,9.0) (1-9)	9 (9.0,9.0) (8-9)	0.034
การแก้ไขปัญหา(Problem solving)	10 (2.5,11.0) (0-14)	13 (12.5,14.5) (2-15)	0.004
ทักษะรวม	138 (126.0,147.5) (67-155)	155 (149.5,157.5) (112-160)	0.00

*Wilcoxon signed ranks test

สรุปผล

ผลของโปรแกรมการรักษาด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง ในการวิจัยครั้งนี้ ช่วยเพิ่มความสามารถด้านการรับรู้และความรู้ความเข้าใจทั้ง 6 ด้านคือ การรับรู้ทางสายตา การรับรู้เกี่ยวกับร่างกายตัวเอง การวางแผนกระทำการเคลื่อนไหว ด้านความจำ การจับคู่และการจัดหมวดหมู่ ด้านการบริหารจัดการและแก้ไขปัญหา ในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองระยะกลาง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ป่วยบาดเจ็บสมองและญาติที่เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง ที่ให้ความร่วมมือและความกรุณาเป็นอย่างดีในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณงานวิจัยศูนย์แพทย์ร.พ.พุทธชินราช พิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจนทำให้งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์และสนับสนุนทุนการทำวิจัยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

คณะทำงานพัฒนาระบบบริการสุขภาพสาขาการดูแลระยะกลาง (Intermediate Care). 2565.

เขตสุขภาพที่ 2 การพัฒนาตามประเด็นทางสุขภาพที่มุ่งเป้าหมาย Intermediate Care. แผนแม่บทระยะ 5 ปี 2561-2565. เขตสุขภาพที่ 2.

ทศพร บรรยมาก. 2551. กิจกรรมบำบัดในโรคหลอดเลือดสมอง. ใน พิศักดิ์ ชินชัย และทศพร บรรยมาก

(บรรณาธิการ). กิจกรรมบำบัดสำหรับผู้มีปัญหาด้านระบบประสาท (พิมพ์ครั้งที่ 2). ออเรนจ์กรุป เทคโนโลยี ดีไซน์. เชียงใหม่.

ทศพร บรรยมาก. 2553. วิธีการฟื้นฟูด้านความรู้ความเข้าใจสำหรับผู้ป่วยบาดเจ็บ: หลักการและกรณี

ตัวอย่างการศึกษา. เอกสารประกอบการบรรยายงานประชุมวิชาการคณะเทคนิคการแพทย์ประจำปี 2553 เนื่องในโอกาสเฉลิมพระเกียรติ แห่งการบรมราชาภิเษกปีที่ 60 และการเฉลิมพระชนมพรรษา: เรื่อง Cognitive Rehabilitation. วารสารการประชุมวิชาการภาควิชาการกิจกรรมบำบัดเชียงใหม่. 153-156.

ธีรพร สติธอังกูรและคณะ. 2562. แนวทางการจัดบริการพยาบาลผู้ป่วยระยะกลาง. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี:

บริษัทสำนักพิมพ์สื่อตะวันจำกัด.

พิศักดิ์ ชินชัย. 2553. ความบกพร่องด้านสติปัญญาในผู้ป่วยทางสมอง การประเมินและการรักษา. เอกสาร

ประกอบการบรรยายงานประชุมวิชาการคณะเทคนิคการแพทย์ประจำปี 2553 เนื่องในโอกาสเฉลิมพระเกียรติ แห่งการบรมราชาภิเษกปีที่ 60 และการเฉลิมพระชนมพรรษา เรื่อง Cognitive Rehabilitation. วารสารการประชุมวิชาการภาควิชาการกิจกรรมบำบัดเชียงใหม่. 126-152.

พีรยา มั่นเขตวิทย์. 2551. ความรู้ความเข้าใจขั้นสูงกับความสามารถในการประกอบกิจกรรม (Metacognition

and Occupational Performance) วารสารกิจกรรมบำบัดปีที่ 13 ฉบับที่ 1. เชียงใหม่. 20-26.

พีรยา มั่นเขตวิทย์, สรินยา ศรีเพชรราชูและ สายฝน ชาวล้อม.2552.เครื่องมือประเมินการรับรู้และความรู้
ความเข้าใจ ฉบับเชียงใหม่:(Cognitive-Perceptual test:Chaing Mai version).รายงานวิจัยเสนอต่อ
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ:

รักฤทัย คันธี,จันัญญา ปัญญาณี ทิพย์พยอม, พีรยา มั่นเขตวิทย์.: 2559. ผลของโปรแกรมฝึกความคิดความ
เข้าใจต่อความสามารถด้านความคิดความเข้าใจในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. วารสารเทคนิคการแพทย์
เชียงใหม่ ปีที่49 ฉบับที่3. 298-306.

Chapparo C,Ranka J. 2003.PRPP System of Task Analysis:User training manual Research
edition.Available from OP Network.Australia:School of OLS,USYD,NSW.

Flynn TM.Storandt M.1990.Supplemental group discussion in memory training for older
Adults. PsychologyandAging,5:178-181

Unsworth CA,In SB. 2007. Cognitive and perceptual dysfunction.Physical rehabilitation (5thed.)
Philadelphia:F.A.davis company ,1149-1188.

ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัส
โคโรนา 2019 ในกลุ่มประชาชนวัยผู้ใหญ่ อ.วารินชำราบ อุบลราชธานี
Association between knowledge, attitude and Preventive Behavior for
Coronavirus Disease 2019 Among adults Age People in Warinchamrap
Ubon Ratchathani

วารภรณ์ บรรพลา¹ ศิวกานต์ ต้นโสภา¹ นิศรา สืบสำราญ² และพลากร สืบสำราญ¹

Waraporn Bunpala¹ Siwakan Tonsopa¹ Nisara Suebsamran² Phalakorn Suebsamran¹

¹ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 85 ถนนสดลมารค์ วารินชำราบ อุบลราชธานี 34190

¹ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 85 ถนนสดลมารค์ วารินชำราบ อุบลราชธานี 34190

¹ College of medicine and public health Ubon Ratchathani University 85 Sathonlamark Road Warin Chamrap
Ubon Ratchathani Thailand 34190

² Faculty of Nursing Ubon Ratchathani University 85 Sathonlamark Road Warin Chamrap Ubon Ratchathani
Thailand 34190

*Corresponding author E-mail: Palakorn.s@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

เป็นที่ทราบการอย่างแพร่หลายว่าความรู้ ทักษะ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมทางด้านสุขภาพของประชาชน แต่อย่างไรก็ตามยังมีรายงานความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะและพฤติกรรมในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ซึ่งเป็นโรคอุบัติใหม่น้อย การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในประชาชนวัยผู้ใหญ่ ตำบลบึงใหม่ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 204 คน รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมโดยแต่ละด้านมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.767, 0.730 และ 0.710 ตามลำดับ รวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ.2564 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2564 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสถิติ Multivariable logistic regression นำเสนอด้วยค่า adjusted Odds Ratio และ 95%CI for Odds Ratio ผลการศึกษาพบว่าประชาชนมีความรู้ในการป้องกันโรคระดับดีเพียง ร้อยละ 55.9 มีทักษะ และพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ร้อยละ 82.8 และร้อยละ 90.7 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะและพฤติกรรมการป้องกันโรคโดยควบคุมอิทธิพลของตัวแปรร่วมอื่นๆ ได้แก่ เพศ อายุ การมีโรคประจำตัว การได้รับการฉีดวัคซีน ดัชนีมวลกาย ความเชื่อมั่นในวัคซีน พบว่าการมีความรู้ในการโรคระดับดี มีแนวโน้มที่จะมีพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อยู่ในระดับดีเป็น 7 เท่าเมื่อเทียบกับคนที่มีความรู้ในระดับที่ต้องปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($OR_{adj} = 7.01$ 95%CI 1.81-27.13) และการมีทักษะในการป้องกันโรคระดับดี มีแนวโน้มที่จะมีพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อยู่ในระดับดีเป็น 6.9 เท่าเมื่อเทียบกับคนที่มีความรู้ในระดับที่ต้องปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($OR_{adj} = 6.97$ 95%CI 2.23-21.74) ควรส่งเสริมความรู้ที่ถูกต้องอย่างต่อเนื่อง และทัน

เหตุการณ์ในโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคอุบัติใหม่อุบัติซ้ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในการเพิ่มการมีพฤติกรรม
การป้องกันโรคที่ดี

คำสำคัญ : ความสัมพันธ์ พฤติกรรมในการป้องกันโรค โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

Abstract

Widely to know that knowledge and attitudes are associated with health behavior. However, little evidence exists to describe associations between knowledge attitudes and preventive behavior toward coronavirus disease 2019 (COVID-19). This study was a cross-sectional analytical study to determine the association between knowledge, attitude, and preventive behavior toward COVID-2019 among adults in Bueng Mai, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani, totaling 204 people. Data were collected using knowledge, attitudes, and preventive behavior toward COVID-2019 questionnaires. The reliability was 0.767, 0.730, and 0.710, respectively. Multivariable logistic regression was performed to estimate the association between knowledge attitudes and preventive behavior toward COVID-2019 and adjusted odds ratios (OR_{adj}) with 95% confidence intervals (CIs) were calculated. The study found that only 55.9% had good knowledge of disease prevention, and 82.8% and 90.7% had positive attitudes and good preventive behavior toward COVID-2019, respectively. After adjusting for gender, age, presence of congenital diseases, vaccination, body mass index, and vaccine confidence, who have good knowledge were seven times more likely to have good preventive behavior toward COVID-2019 than that with poor knowledge (OR_{adj} 7.01 95%CI 1.81-27.13) and high positive attitudes towards COVID-19 were associated with good preventive behavior toward COVID-2019 (OR_{adj} 6.9 95%CI 2.23-21,74). Knowledge should be continually promoted and updated on Coronavirus disease 2019 or other emerging diseases, as it is associated with increasing good disease prevention behaviors.

Keywords: Association, Preventive behavior, Coronavirus disease 2019

บทนำ

จากสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ซึ่งมีรายงานครั้งแรกในเมืองเมืองอู่ฮั่น มณฑลหูเป่ย์ ประเทศจีนในเดือนธันวาคมปี 2019 หลังจากนั้นได้แพร่ระบาดไปยังทุกประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย ได้รับผลกระทบอย่างมากเช่นเดียวกับทั่วโลก การระบาดในประเทศไทยสรุปจนถึงสายพันธุ์ล่าสุดได้เป็น 5 ระลอก ระลอกแรกเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2563 ประเทศไทยสามารถควบคุมโรคได้

อย่างมีประสิทธิภาพมีผู้ป่วย และผู้เสียชีวิตน้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศในแถบยุโรป และสหรัฐอเมริกา ระลอกที่สองเดือนธันวาคม 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 เริ่มมีการฉีดวัคซีนป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในกลุ่มเป้าหมายพื้นที่เสี่ยงสูงและพื้นที่เศรษฐกิจ และระลอกที่สามเดือนเมษายน 2564 ถึงปัจจุบัน มีผู้ป่วยยืนยัน 141,217 ราย เสียชีวิต 920 ราย (World Health Organization Thailand, 2022) สถานการณ์ผู้ป่วยใหม่ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ปัจจุบัน(30 มีนาคม 2565) ในประเทศไทยมีผู้ป่วยยืนยันทั้งสิ้น 3,600,787 ราย มีผู้เสียชีวิตทั้งสิ้น 25,045 ราย คิดเป็นอัตราป่วยตายทุกกลุ่มอายุ ร้อยละ 0.69 อัตราป่วยตายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้นโดยเริ่มจากวัยผู้ใหญ่ คืออายุ 20 ปีขึ้นไปจนมีอัตราป่วยตายสูงสุดคืออายุ 70 ปีขึ้นไป(World Health Organization Thailand, 2022) จังหวัดอุบลราชธานีการระบาดระลอกที่ 3-4 เริ่มระบาดเดือนเมษายน 2564 ถึง 31 ธันวาคม 2564 มีผู้ป่วยจำนวนทั้งสิ้น 23,369 คน คิดเป็นอัตราป่วย 12,506 ต่อประชากรหนึ่งล้านคน เป็นเพศชาย (ร้อยละ 51) มากกว่าเพศหญิง (ร้อยละ 49) เล็กน้อย มีอายุเฉลี่ย 33.42 ปี (S.D.=15.77) อายุต่ำที่สุด 1 ปี อายุสูงที่สุด 94 ปี ช่วงอายุที่พบผู้ป่วยมากที่สุดคือ 30-39 ปี ร้อยละ 22.5 รองลงมาอายุ 20-29 ปี ร้อยละ 20.1 และอายุ 40-49 ปี ร้อยละ 19.4 ซึ่งเป็นกลุ่มนักศึกษา และวัยทำงาน อายุของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้นทุก 1 ปี โอกาสเสียชีวิตเพิ่มขึ้น ร้อยละ 9 (OR_{adj} 1.09 95%CI 1.08-1.10) และที่สำคัญพบว่าผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป มีโอกาสเสียชีวิตประมาณ 22 เท่าเมื่อเทียบกับคนที่อายุต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (OR_{adj} 21.8 95%CI 15.9-30.0) (พลากร สืบสำราญ, 2564)

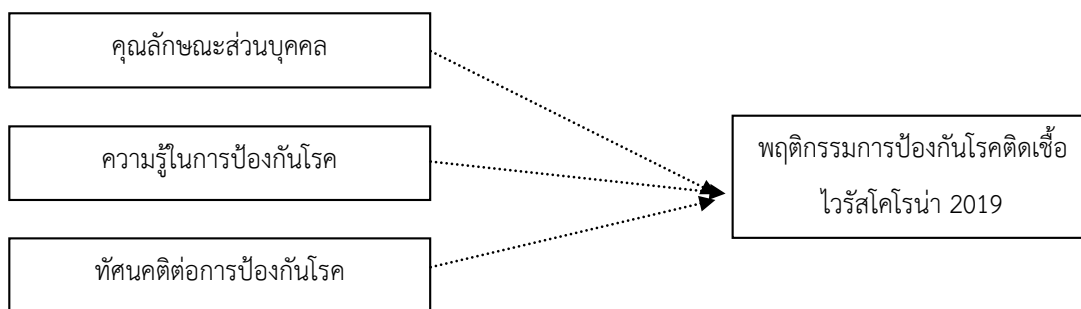
จะเห็นได้ว่าวัยผู้ใหญ่เป็นวัยที่มีโอกาสติดเชื้อสูงและมีโอกาสเสียชีวิตสูงเช่นกัน แนวทางการป้องกันการติดเชื้อที่สำคัญที่สุดคือพฤติกรรมป้องกันการโรคที่เหมาะสม รวมทั้งการฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันความรุนแรงของโรคเมื่อติดเชื้อหรือแสดงอาการป่วย ตำบลบุ่งใหม่มีสัดส่วนของวัยทำงานที่ต้องเดินทางไปทำงานในเขตอำเภอเมืองที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมการเย็บผ้าและลูกจ้างอื่นๆ จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อในชุมชนได้ มีการรณรงค์ให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันควบคุมโรคหลากหลายช่องทาง และจากทฤษฎีระบุว่าคนที่คนจะมีพฤติกรรมที่เหมาะสมในเรื่องนั้นๆมีความสัมพันธ์กับการมีความรู้ และทัศนคติเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ (ทวีศักดิ์ เทพพิทักษ์, 2556) และยังมีรายงานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมปฏิบัติตัวเพื่อป้องกันความควบคุมโรค หรือการแพร่ระบาดของโรคในชุมชนในกรณีที่เป็นโรคที่เกิดขึ้นใหม่ในชุมชนน้อย การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับโรค และทัศนคติต่อการป้องกันโรคของประชาชนวัยทำงานกับพฤติกรรมป้องกันการตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในประชาชนวัยผู้ใหญ่ในชุมชนพื้นที่เสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของโรค เพื่อเป็นแนวทางพัฒนารูปแบบการส่งเสริมความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมของคนในชุมชนในการป้องกันการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคอุบัติใหม่อุบัติซ้ำที่มีลักษณะการแพร่ระบาดเช่นเดียวกันนี้ในอนาคต

สมมติฐานการวิจัย

1. ความความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมป้องกันการตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อยู่ในระดับที่สามารถป้องกันโรคหรือไม่ แตกต่างจากชุมชนอื่นที่ศึกษาไว้ก่อนหน้าหรือไม่

2. ความรู้ ทัศนคติ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมป้องกันการตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytical study) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ของประชาชนวัยผู้ใหญ่ ตำบลบึงใหม่ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมาย คือ ประชาชนที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปี ขึ้นไป ในเขตตำบลบึงใหม่ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 8,060 คน

เกณฑ์คัดเข้า

- อ่านออก เขียนหนังสือได้ ไม่มีปัญหาทางการสื่อสาร
- ยินดีเข้าร่วมในการศึกษา
- ไม่เป็นกลุ่มเสี่ยงในการสัมผัสผู้ป่วยยืนยันในช่วงการเก็บรวบรวมข้อมูล

เกณฑ์คัดออก

- ประชาชนที่มีภาวะบกพร่องทางจิต
- ผู้ที่อยู่ในระหว่างการกักตัวกลุ่มเสี่ยงสูง หรือผู้ป่วย

ประชากรศึกษา คือ ประชาชนที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปี ขึ้นไป ในเขต ตำบลบึงใหม่ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีที่เป็นไปตามเกณฑ์คัดเข้า คัดออก จำนวน 8,028 คน

ขนาดตัวอย่างในการศึกษานี้คำนวณภายใต้คำถามงานวิจัยหลักคือ พฤติกรรมการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ของประชาชนวัยทำงานอยู่ในระดับใด คำนวณขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป WinPepi version 11.65 โดยกำหนด Significant level 5% สัดส่วนของการมีพฤติกรรมในเกณฑ์ดี Assumed proportion = 0.70 (ณัฐวรธรณ คำแสน, 2564) Acceptable difference = 0.070 ต้องใช้ตัวอย่างอย่างน้อย จำนวน 204 คน

วิธีการสุ่มตัวอย่าง

สุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ตามสัดส่วนประชากรแต่ละหมู่บ้าน โดยนำรายชื่อจากทะเบียนมีสิทธิเลือกตั้งของแต่ละหมู่บ้าน จำนวน 5 หมู่บ้าน หลังจากนั้นใช้ตารางเลขสุ่มเพื่อให้ได้ตัวอย่างตามรายชื่อ จนครบ 204 คน

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และบางส่วนผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากการทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ (ณัฐวรรณ คำแสน, 2564) และ (Alrasheedy AA et al., 2564) โดยให้ความครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาซึ่งแบบสอบถาม (Questionnaires) เกี่ยวกับความรู้ ทักษะและพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 แบ่งเป็น 4 ส่วน

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล จำนวน 14 ข้อ เกี่ยวกับ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส การประกอบอาชีพ โรคประจำตัว รายได้ครอบครัวต่อเดือน ความพอเพียงทางเศรษฐกิจ ดัชนีมวลกาย แหล่งข้อมูลที่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 การฉีดวัคซีนสุขภาพในช่วง 7 วันที่ผ่านมา ความเชื่อมั่นในบริการสุขภาพและความเชื่อมั่นของวัคซีน

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรู้ในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด-19 ลักษณะคำถามแบบเลือกตอบใช่ ไม่ใช่ จำนวน 16 ข้อ 16 คะแนน โดยความรู้แบ่งเป็น 2 มีความรู้อยู่ในระดับดี ตอบถูกร้อยละ 80 ขึ้นไป (13 คะแนน) และมีความรู้ที่ควรได้รับการส่งเสริม น้อยกว่าร้อยละ 80 และเมื่อทดสอบความเชื่อมั่นได้ค่า Cronbach's alpha coefficient = 0.767

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามทัศนคติในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด-19 จำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน โดยเกณฑ์คะแนนตามกลุ่ม ตามแนวคิดของเบสท์ (Best JW, 1981) และแนวคิดของแดเนียล (Daniel WW, 1995) โดยใช้คะแนนสูงสุดลบด้วยคะแนนต่ำสุดแล้วนำมาหารด้วยจำนวนกลุ่ม ซึ่งการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ระดับ มีทัศนคติในเกณฑ์ดี มีคะแนนตั้งแต่ 28 คะแนนขึ้นไป มีทัศนคติในเกณฑ์ที่ควรได้รับการสนับสนุนเพื่อส่งเสริม มีคะแนนน้อยกว่า 28 คะแนน และเมื่อทดสอบความเชื่อมั่นได้ค่า Cronbach's alpha coefficient = 0.730

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามทางด้านพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด-19 จำนวน 17 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน โดยเกณฑ์คะแนนตามกลุ่ม ตามแนวคิดของเบสท์ (Best JW, 1981) และแนวคิดของแดเนียล (Daniel WW, 1995) โดยใช้คะแนนสูงสุดลบด้วยคะแนนต่ำสุดแล้วนำมาหารด้วยจำนวนกลุ่ม ซึ่งการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ระดับ มีพฤติกรรมในเกณฑ์ดี มีคะแนนตั้งแต่ 25 คะแนนขึ้นไป มีพฤติกรรมในเกณฑ์ที่ควรได้รับการสนับสนุนเพื่อส่งเสริม มีคะแนนน้อยกว่า 25 คะแนน และเมื่อทดสอบความเชื่อมั่นได้ค่า Cronbach's alpha coefficient = 0.710

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป STATA version 15.1

1. สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) เพื่อพรรณนาลักษณะทั่วไปของกลุ่มศึกษาโดยตัวแปรเชิงกลุ่ม (categorical variables) พรรณนาโดยใช้ จำนวน (frequency) ร้อยละ (percentage) และตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variables) พรรณนาโดยใช้ค่าเฉลี่ย (median) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
2. สถิติเชิงอนุมาน (inferential statistic)

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะและพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยใช้ Binary logistic regression ทั้ง Univariable analysis และ ใช้ Multivariable analysis โดยวิธี Enter method นำเข้าตัวแปร covariates ที่ผ่านการวิเคราะห์ Univariable analysis มีค่า p-value \leq 0.2 เข้าเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ นำเสนอด้วยค่า Adjusted odds ratio และ 95%CI for Adjusted odds ratio โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ผลการวิจัย

ประชาชนวัยผู้ใหญ่มีอายุเฉลี่ย 36 ปี (S.D.=16.48) มีอายุระหว่าง 35-59 ปี มีมากที่สุด ร้อยละ 66.2 เป็นเพศหญิงมากที่สุด ร้อยละ 67.7 ระดับการศึกษามัธยมศึกษาและสูงกว่ามากที่สุด ร้อยละ 67.2 มีสถานะภาพสมรสคู่ ร้อยละ 58.6 มีอาชีพเป็นพนักงานโรงงาน และรับจ้างทั่วไป ร้อยละ 30.8 ประชาชนส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 82.3 เคยได้รับข่าวสารเกี่ยวกับโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ร้อยละ 99.5 ซึ่งได้รับข่าวสารจากโทรทัศน์มากที่สุด ร้อยละ 88.3 ประชาชนวัยผู้ใหญ่ได้รับการฉีดวัคซีน ร้อยละ 63.6 โดยรับวัคซีน 1 เข็ม ร้อยละ 7.6 และรับวัคซีนครบ 2 เข็ม ร้อยละ 56.1 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 11,498.04 บาท (S.D. =12,764.74) ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.44 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (S.D.= 3.38) โดยมีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติมากที่สุด ร้อยละ 47.5 สุขภาพในระหว่าง 7 วันที่ผ่านมาดีมีสุขภาพดีมาก ร้อยละ 37.4 รองลงมาคือดี ร้อยละ 36.9 มั่นใจระบบบริการสุขภาพต่อการตอบสนองต่อการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโควิด 2019 ร้อยละ 55.1 และไม่ค่อยเชื่อมั่นในวัคซีนป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโควิด 2019 ที่จะฉีดให้ประชาชนในไทย ร้อยละ 42.4

ประชาชนวัยผู้ใหญ่มีความรู้ในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด 19 มีค่าเฉลี่ยค่าแนบ 12.44 (S.D.=1.93) จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน เมื่อแบ่งตามเกณฑ์ ประชาชนวัยผู้ใหญ่มีความรู้ดีต่อการป้องกันโรค และมีความรู้อยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุงใกล้เคียงกัน ร้อยละ 55.9 และร้อยละ 44.1 ตามลำดับ

ประชาชนวัยผู้ใหญ่มีทัศนคติต่อการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด 19 มีคะแนนเฉลี่ย 30.84 (S.D.=3.87) จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน เมื่อแบ่งตามเกณฑ์ ประชาชนวัยผู้ใหญ่มีทัศนคติต่อการป้องกันโรคอยู่ในเกณฑ์ดีมากที่สุด ร้อยละ 82.8

และพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด 19 มีค่าเฉลี่ยค่าแฉก 30.14 (S.D.=3.24) จากคะแนนเต็ม 34 คะแนน เมื่อแบ่งตามเกณฑ์ ประชาชนวัยผู้ใหญ่มีพฤติกรรมในระดับดีต่อการป้องกันโรค และมีพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง ร้อยละ 90.7 และร้อยละ 9.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวน ร้อยละของระดับความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมต่อการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด 19 ของประชาชนวัยผู้ใหญ่

ระดับความรู้ในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด-19	จำนวน	ร้อยละ
ระดับดี	114	55.9
ระดับต้องปรับปรุง	90	44.1
Mean= 12.44 S.D.= 1.93 Max= 15 Min= 5		
ทัศนคติในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด-19	จำนวน	ร้อยละ
ระดับดี	169	82.8
ระดับต้องปรับปรุง	35	17.2
Mean= 30.84 S.D.= 3.87 Max= 36 Min= 15		
ระดับพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด-19	จำนวน	ร้อยละ
ระดับดี	185	90.7
ระดับต้องปรับปรุง	19	9.3
Mean= 30.14 S.D.= 3.24 Max= 34 Min= 16		

ประชาชนวัยผู้ใหญ่ที่มีความรู้ในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ระดับดีเพียงพอต่อการป้องกันโรคนั้นมีแนวโน้มที่จะมีพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อยู่ในระดับดีเป็น 7 เท่าเมื่อเทียบกับคนที่มีความรู้ในระดับที่ต้องปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($OR_{adj}= 7.01$ 95%CI 1.81-27.13) และประชาชนวัยผู้ใหญ่ที่มีทัศนคติในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ระดับดี มีแนวโน้มที่จะมีพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อยู่ในระดับดีเป็น 6.9 เท่าเมื่อเทียบกับคนที่มีความรู้ในระดับที่ต้องปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($OR_{adj}= 6.97$ 95%CI 2.23-21.74) เมื่อควบคุมอิทธิพลของเพศ อายุ การมีโรคประจำตัว การได้รับการฉีดวัคซีน ดัชนีมวลกาย ความเชื่อมั่นในวัคซีน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อโควิด 19 ของประชาชนวัยผู้ใหญ่

ปัจจัย	พฤติกรรมการป้องกันโรค		Crude OR (95%CI)	Adjusted OR* (95%CI)
	ระดับดีต่อการ ป้องกันโรค n(%)	ระดับที่ต้อง ปรับปรุง n(%)		
ความรู้				
ระดับดี	111(97.4)	3(2.6)	8.00 (2.52-28.42)	7.01 (1.81-27.13)
ระดับต้องปรับปรุง	74(82.2)	16(17.8)	1.00	1.00
ทัศนคติ				
ระดับดี	160(94.7)	9(5.3)	7.11 (2.63-19.22)	6.97 (2.23-21.74)
ระดับต้องปรับปรุง	25(71.4)	10(28.6)	1.00	1.00

*ควบคุมอิทธิพลของ เพศ อายุ การมีโรคประจำตัว การได้รับการฉีดวัคซีน ดัชนีมวลกาย ความเชื่อมั่นในวัคซีน

วิจารณ์ผล

ประชาชนวัยผู้ใหญ่ในชุมชนที่มีลักษณะเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของโรคในช่วงการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ครึ่งหนึ่งมีความรู้เกี่ยวกับโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อยู่ในระดับดีเพียงพอต่อการป้องกันโรคซึ่งมีสัดส่วนการมีความรู้ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาในมาเลเซีย ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันการติดเชื้อไวรัสโควิด-19 โรคอยู่ในระดับสูง โดยตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80.50 (Azlan, Hamzah, Sern, Ayub, & Mohamad, 2020) และการศึกษาในประเทศจีนมีผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องถึงร้อยละ 90 (Zhong et al., 2020) มีสัดส่วนของผู้ที่มีความรู้ดีคล้ายคลึงกับการศึกษาในประชาชนจังหวัดนครราชสีมาที่พบว่ามีความรู้ในระดับปานกลางมากที่สุด (ดร.ณชนก พันธุ์สุมา และ พงษ์สิทธิ์ บุญรักษา, 2564) อย่างไรก็ตามพบว่าเฉพาะในกลุ่มของบุคลากรทางการแพทย์จะมีความรู้เกี่ยวกับโควิดในระดับที่สูงกว่ากลุ่มประชากรทั่วไป (Zhang M et al., 2020) จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าจำเป็นต้องส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับโควิด 19 ให้กับชุมชนอย่างต่อเนื่อง

ประชาชนวัยทำงานเกือบทั้งหมดมีทัศนคติที่ดีต่อการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 สอดคล้องกับผลการศึกษาของดร.ณชนก พันธุ์สุมาและคณะ (2564) ที่พบว่าทัศนคติของผู้อยู่อาศัยในชุมชนจังหวัดนครราชสีมาเกี่ยวกับโควิด-19 อยู่ในระดับดี และการวิจัยของ Rine Christopher Reuben et al.(2020) ที่ศึกษาความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมต่อโรคโควิด-19 ในประเทศไนจีเรีย พบว่าทัศนคติของชาวไนจีเรียตอนกลางเหนือเกี่ยวกับโควิด 19 อยู่ในระดับดีส่งผลที่ดีต่อการดำเนินการป้องกันควบคุมโรคในชุมชน ประชาชน

ในชุมชนส่วนใหญ่เห็นด้วยอย่างยิ่งว่านอกจากโควิด 19 จะมีผลกระทบต่อสุขภาพ ยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ และสังคมในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาในประเทศจีนที่พบว่าประชาชนมีทัศนคติที่ดีต่อการป้องกันโรคโดยกว่าร้อยละ 97 เชื่อว่าเชื่อมั่นว่าสาธารณรัฐประชาชนจีนจะสามารถเอาชนะและต่อสู้กับโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ได้ในที่สุด และการใส่หน้ากากอนามัยมีความจำเป็นต่อการป้องกันโรค (Zhong et al., 2020)

ประชาชนวัยทำงาน มีพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในระดับที่ป้องกันโรคได้ดีกว่าร้อยละ 90 จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าความรู้ที่ดี มีความสัมพันธ์อย่างมากต่อการมีพฤติกรรมที่ดีต่อการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อโรคติดเชื้อโคโรนา 2019 อธิบายได้ว่าการที่ประชาชนได้รับข้อมูลข่าวสารจากศูนย์ข้อมูลโควิด-19 หรือรับรู้ด้านมาตรการภายในประเทศ โดยมีการเน้นย้ำให้เห็นถึงความรุนแรงของโรคที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพจะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อของประชาชนได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของของณัฐวรารณ คำแสน (2564) ความรู้ในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และสอดคล้องกับการศึกษาของธานี กล่อมใจและคณะ (2563) และณัฐวรารณ คำแสน (2564) ซึ่งพบความสัมพันธ์เช่นเดียวกัน

การศึกษานี้พบความสัมพันธ์อย่างแนบแน่นระหว่างความรู้และพฤติกรรมในการป้องกันโรคของประชาชนวัยทำงาน และพบความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติกับพฤติกรรมในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เช่นเดียวกับความรู้ โดยมีทิศทางเชิงบวกคือเมื่อมีความรู้ ทัศนคติที่ดี ก็จะส่งผลให้มีพฤติกรรมในการป้องกันโรคที่ดีด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ (ณัฐวรารณ คำแสน, 2564), (ตรีณชนก พันธุ์สุมา และ พงษ์สิทธิ์ บุญรักษา, 2564), (Zhong et al., 2020), (Al-Hanawi et al., 2020) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับทฤษฎีที่ระบุว่าความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมเป็นกระบวนการที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างเป็นขั้นตอนโดยความรู้ที่ดี และทัศนคติเชิงบวกของบุคคลย่อมนำไปสู่พฤติกรรมและการปฏิบัติที่ดีในที่สุด (Bloom, 1964) จากผลการศึกษาในโรคอุบัติใหม่อุบัติซ้ำ การสื่อสารเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของการเกิดโรครมีความสำคัญที่จะเชื่อมโยงไปสู่การมีพฤติกรรมที่เหมาะสมเพื่อการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อ รวมทั้งการมีทัศนคติที่ดีต่อการป้องกันโรคมีความสัมพันธ์ต่อการมีพฤติกรรมที่ดีต่อการป้องกันโรคเช่นเดียวกัน

สรุปผล

ประชาชนวัยผู้ใหญ่ในชุมชนที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของโควิด 19 มีความรู้ในเกณฑ์ดีในสัดส่วนที่ต่ำ ส่วนทัศนคติ และพฤติกรรมในการป้องกันตนเองมีสัดส่วนที่สูงมากกว่าร้อยละ 80 ความรู้ ทัศนคติต่อการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีความสัมพันธ์อย่างแนบแน่นกับพฤติกรรมในการป้องกันตนเองต่อการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ดังนั้นเมื่อมีโรคอุบัติใหม่อุบัติซ้ำเกิดขึ้น การสื่อสารความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของการเกิดโรครมีความสำคัญอย่างมากต่อพฤติกรรมในการป้องกันโรค

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน บุคลากรโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านยางวัง การสูง และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโพธิ์ใหญ่ ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลแบบสัมภาษณ์ และทดสอบเครื่องมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณประชาชนตำบลบุงใหม่ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลและตอบแบบสัมภาษณ์เป็นอย่างดี ขอขอบคุณผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ที่มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐวรารณ คำแสน. ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ของประชาชนในเขตอำเภออุทุมพร จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี 2564
- ดรัญชนก พันธุ์สุมา และ พงษ์สิทธิ์ บุญรักษา. ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการป้องกันโควิด 19 ของประชาชนในตำบลปฐพีใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา. ศรีนครินทร์เวชสาร 2564; 36(5)
- ทวีศักดิ์ เทพพิทักษ์. การใช้แบบจำลอง KAP กับการศึกษาพฤติกรรมและทัศนคติการป้องกันการติดเชื้อ เอช ไอ วี / เอดส์ ของคนประจำเรือไทย. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงรายปีที่ 8 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2556)
- ธานี กล่อมใจ, จรรยา แก้วใจบุญ, ทักษิภา ชัชวรัตน์. ความรู้และพฤติกรรมของประชาชนเรื่องการป้องกันตนเอง จากการติดเชื้อไวรัสโคโรนา สายพันธุ์ใหม่ 2019. วารสารการพยาบาลและสุขภาพ, 2563. 21(2), 29-39.
- พลากร สืบสำราญ. การประเมินระบบการบริหารจัดการสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 ในเขตสุขภาพที่ 10 กรณีพื้นที่ชายแดน ไทย-ลาว-กัมพูชา. เอกสารอัดสำเนารายงานผลการวิจัย, 2564
- Alrasheedy AA, Abdulsalim S, Farooqui M, Alsahali S, Godman B. Knowledge, Attitude and Practice About Coronavirus Disease (COVID-19) Pandemic and Its Psychological Impact on Students and Their Studies: A Cross-Sectional Study Among Pharmacy Students in Saudi Arabia. Dovepress. 2021; 729—741
- Al-Hanawi, M. K., Angawi, K., Alshareef, N., Qattan, A. M., Helmy, H. Z., Abudawood, Y., ... & Alsharqi, O. Knowledge, attitude, and practice toward COVID-19 among the public in the Kingdom of Saudi Arabia: A cross-sectional study. *Frontiers in Public Health*, 2020 217. doi:10.3389/fpubh.2020.00217.

- Azlan, A. A., Hamzah, M. R., Sern, T. J., Ayub, S. H., & Mohamad, E. (2020). Public knowledge, attitudes and practices towards COVID- 19: A cross- sectional study in Malaysia. PLOS ONE,15(5), e0233668. doi: 10.1371/journal.pone.0233668.
- Bloom, B.S. (1964). Taxonomy of education objective: The classification of educational goals: Handbook II: Affective domain. New York: David Mckay.
- Best, J.W. Research in education. 3rd ed. Englewood Clift. NJ: Prentice-Hall, 1981
- Daniel, WW. Biostatistics : A foundation for analysis in the health sciences. 6th ed. New York : John Wiley & Sons, 1995
- Rine Christopher Reuben, Margaret M. A. Danladi, Dauda Akwai Saleh and Patricia Ene Ejembi. Knowledge, Attitudes and Practices Towards COVID-19: An Epidemiological Survey in North Central Nigeria. J Community Health, 2022 1–14. Doi: 10.1007/s10900-020-00881-1
- World Health Organization Thailand.(2565). รายงานความคืบหน้าประจำสัปดาห์ในประเทศไทย โดยองค์การอนามัยโลก ฉบับที่ 230 Retrieved 10 April 2022, from https://cdn.who.int/media/docs/default-source/searo/thailand/2022_04_06_tha-sitre-230-covid-19_th.pdf?sfvrsn=faba946b_1
- Zhong, B. L., Luo, W., Li, H. M., Zhang, Q. Q., Liu, X. G., Li, W. T., & Li, Y. Knowledge, attitudes, and practices towards COVID-19 among Chinese residents during the rapid rise period of the COVID- 19 outbreak: A quick online cross- sectional survey. International Journal of Biological Sciences,16(10) ,2020. 1745– 1752. doi: 10.7150/ijbs.45221.
- Zhang M, Zhou M, Tang F, Wang Y, Nie H, Zhang L, et al. Knowledge, attitude, and practice regarding COVID-19 among healthcare workers in Henan, China. J Hosp Infect 2020; 105(2): 183-187

อิทธิพลของเซอร์โคเนียมต่อเคลือบเซรามิกส์ที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส The Effects of zirconium to ceramic glaze at 1250 Celcius Degree Burning

ถนอมจิตร นอแก้ว^{1*} ธนวันต์ เพ็งสิน¹ จุมพฏ พงศ์ศักดิ์ศรี¹

Thanomjit Norkaew^{1*} Thanawan Pengsin¹ Jumpot Phongsakri¹

¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹ Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok, 65000

*Corresponding author E-mail: jumpot_ph@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการเกิดสีของเคลือบ ทดสอบความสว่างและค่าสีของเคลือบเซรามิกส์ 2) ศึกษาลักษณะและความสมบูรณ์ของผิวเคลือบเซรามิกส์ กำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงโดยใช้เซอร์โคเนียมต่อเคลือบเซรามิกส์ จำนวน 10 สูตร เผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า การเกิดสีของเคลือบเซรามิกส์อยู่ในโทนสีขาว สูตรที่มีสีขาวมากที่สุดที่อยู่ในกลุ่มรหัสสีเดียวกัน ได้แก่ สูตรที่ 7 ถึง สูตรที่ 10 และพบว่า มีค่าความสว่าง เฉลี่ยที่ +61.55 ค่าสี (a*) เฉลี่ยที่ -3.85 ค่าสี (b*) เฉลี่ยที่ +11.00 ผิวเคลือบทุกสูตรมันแวววาว มีค่าความเงาอยู่เฉลี่ยที่ 47 GU และผิวเคลือบทุกสูตรสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ สูตรเคลือบเซรามิกส์ที่เหมาะสม ได้แก่ สูตรที่ 7 ถึง สูตรที่ 10 โดยมีส่วนผสมดังนี้ หินฟันม้าร้อยละ 45 โดโลไมท์ ร้อยละ 7.5 แคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 10 ดินขาว ร้อยละ 7.5 และหินเขี้ยวหนุมาน ร้อยละ 30 และมีเซอร์โคเนียม เป็นสารเพิ่มเติม ร้อยละ 7 ถึง ร้อยละ

คำสำคัญ : เคลือบเซรามิกส์ เซอร์โคเนียม เซรามิกส์

Abstract

This research aimed to explore 1) the effects of color and brightness in ceramic glaze, 2) the physical qualifications of the best pottery glaze. The purposive sampling method was used to study the characteristics of zirconium per ceramic glaze in the experiment which resulted in 10 possible mixtures at 1250 °C burning. The research showed that the color of the glaze was in white tone. White tone formulas were found in mixture No. 7 to No.10 which has the average color glazing at +61.55 according to the color chart. The average of a* shade is at -3.85, and b* shade is at +11.00. The physical qualifications from the glaze showed complete gloss in all mixtures at 47 GU from specular gloss meters with no defects. The appropriate mixtures were at No. 7 to No. 10 consisting of 45% of feldspar, 7.5% of dolomite, 10% of

calcium carbonate, 7.5% of Kaolin, and 30% of Quartz with 7% to 10% of Zirconium used as additives.

Keywords : ceramic glaze, zirconium, ceramics

บทนำ

น้ำเคลือบ เป็นสารประกอบอย่างหนึ่งซึ่งประกอบด้วยสารประกอบพวก กรด ต่างและกลาง ผสมกันตามสูตรส่วนผสมแล้วนำมาเคลือบลงบนผลิตภัณฑ์ที่ทำจากดินแล้วนำไปเผาให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างพวกกรด ต่าง และกลางกลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของอะลูมิโนซิลิเกต (Alumino Silicate) ที่มีลักษณะหลอมตัวจนกลายเป็นแก้วเกาะติดอยู่บนผิวผลิตภัณฑ์ (สมศักดิ์ ชาวลาวัลย์, 2549) ซึ่งการเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้นจะทำให้ภาชนะที่เคลือบมีความแข็งแรง ทนทาน รวมทั้งสามารถทนทานต่อสารเคมี กรดต่าง และการเสียดสี มีความสวยงามน่าใช้ สะดวกในการล้างทำความสะอาด สามารถป้องกันไม่ให้ของเหลวและแก๊สไหลผ่านได้ (สุขุมล เล็กสวัสดิ์, 2548) ซึ่งบางครั้งการเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ เซรามิกส์จะมีวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อต้องการปิดบังผิวดินหรือปิดสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ด้วยการใช้วัตถุดิบที่ทำให้เกิดความทึบในเคลือบซึ่งไม่จำเป็นต้องมีสีขาวเสมอไป โดยที่เคลือบทึบจะหมายถึงเคลือบที่มีสมบัติยอมให้แสงส่องผ่านเคลือบได้น้อยหรือไม่ได้เลย และความทึบแสงของเคลือบจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงเพิ่มมากขึ้น วัตถุดิบที่ทำให้เกิดเคลือบทึบแสงจะเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายในเคลือบมักจะใส่ผสมในเคลือบในขณะเตรียมเคลือบก่อนนำไปชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ และจากการศึกษาเนื้อหาทฤษฎีเกี่ยวกับเคลือบทึบแสงพบว่า วัตถุดิบที่ทำให้เกิดเคลือบทึบแสงที่นิยมและมีสมบัติโดดเด่นที่มีการนำมาใช้ให้เกิดเคลือบทึบอย่างมีประสิทธิภาพและหาซื้อง่ายในท้องตลาด ได้แก่สารประกอบของเซอร์โคเนียม (Zirconium) เพราะนอกจากจะช่วยให้เคลือบทึบแสงได้ดีแล้วยังช่วยให้เคลือบมีความมันวาวมากยิ่งขึ้นอีกด้วย (ปริดา พิมพ์ขาวขำ, 2547) และพบว่าแม้จะใช้เซอร์โคเนียมในปริมาณเล็กน้อยเท่าใดก็มักจะเกิดผลทำให้เคลือบทึบเสมอ สามารถเคลือบคลุมผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี โดยทั่วไปใช้ในช่วงร้อยละ 4-5 (อายุวัฒน์ สว่างผล, 2543) ซึ่งถ้าวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบทึบกระจายตัวได้ไม่ดีหรือมีอนุภาคหยาบจะทำให้เคลือบมีความทึบน้อยลงแต่เซอร์โคเนียมเป็นวัตถุดิบที่มีอนุภาคละเอียดจึงทำให้เคลือบทึบแสงได้มากกว่าเมื่อใช้ในปริมาณที่เท่ากัน (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์, 2552)

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจในศึกษาวิจัยถึงอิทธิพลของเซอร์โคเนียมต่อเคลือบเซรามิกส์ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดสีของเคลือบ ทดสอบค่าสีและความสว่างของเคลือบเซรามิกส์ และศึกษาลักษณะและความสมบูรณ์ของผิวเคลือบเซรามิกส์ เพื่อให้เกิดเป็นข้อมูลและแนวทางในการสร้างเคลือบเซรามิกส์ชนิดทึบแสงที่อุณหภูมิสูง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องอิทธิพลของเซอร์โคเนียมต่อเคลือบเซรามิกส์ ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียสในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ไว้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการเกิดสีของเคลือบทดสอบค่าสีและความสว่างของเคลือบเซรามิกส์ มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กำหนดใช้ปริมาณของเซอร์โคเนียม (Zirconium) เป็นสารเพิ่มเติมจากสูตรเคลือบพื้นฐาน โดยทำการเพิ่ม จำนวน 10 ช่วง ได้แก่ ร้อยละ 1 ถึง ร้อยละ 10
2. กำหนดสูตรเคลือบพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัยโดยมีส่วนผสมของวัตถุดิบ ดังนี้ หินฟันม้า(Feldspar) ร้อยละ 45 โดโลไมท์ (Dolomite) ร้อยละ 7.5 แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) ร้อยละ 10 ดินขาว (Kaolin) ร้อยละ 7.5 และหินเขี้ยวหนุมาน (Quartz) ร้อยละ 30
3. ชั่งส่วนผสมทั้งหมดด้วยเครื่องชั่งระบบดิจิทัลบริษัท Mettler Toledo (0.001g) รุ่น PG203-S และ บดผสมด้วยเครื่องบดผสมความเร็วสูง (Hi-speed) ขนาดเล็ก สูตรละ 5 นาที
4. ขึ้นรูปแผ่นทดลองสำหรับการเคลือบ (Test pieces) ด้วยดินสโตนแวร์สำเร็จรูปของบริษัท พอทเทอรีเคลย์จำกัด แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส
5. ชุบเคลือบแผ่นทดลองโดยใช้เวลาในการชุบเคลือบบนแผ่นทดลอง 3 วินาที
6. เผาแผ่นทดลองที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation firing) ด้วยเตาเผาชนิดไฟฟ้าบริษัท Carbolite Gero Ltd. รุ่น CWF1300 ทำการเผาขึ้นไฟ เป็นเวลา 15 นาที วัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบไพโรเมตริกเทอร์โมคัพเปิล (Pyrometric thermocouple) และนำแผ่นทดลองออกจากเตาเผาที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส
7. วิเคราะห์การเกิดสีของเคลือบ ดังนี้ 1) สังกะสีเคลือบจากแผ่นทดลอง 2) สีเคลือบที่สแกน (Scan) ด้วยเครื่อง Colorimeter Linshang รุ่น LS171 ได้แก่ รูปแบบรหัสสี (Color Format) RGB และ 3) และรูปแบบรหัสสีตามเฉดสีของ Pantone-LS C 2019
8. วิเคราะห์ความสว่างและค่าสีของเคลือบด้วยเครื่อง Chroma Merter รุ่น CR-400 บริษัท Konica Minolta ในระบบสเกลสี (Color Scale) L^* , a^* , และ b^* ของ Hunter Lab Scale ซึ่งเป็นระบบการวิเคราะห์สีแบบ 3 มิติ โดยที่แกน L^* จะบรรยายถึงความสว่าง (lightness) จากค่า $+L^*$ แสดงถึงสีขาว จนไปถึง $-L^*$ แสดงถึงสีดำ แกน a^* จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว ($-a^*$) ไปจนถึงแดง ($+a^*$) ส่วนแกน b^* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน ($-b^*$) ไปเหลือง ($+b^*$)

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาลักษณะและความสมบูรณ์ของผิวเคลือบเซรามิกส์ มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแผ่นทดลองที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาศึกษาลักษณะและความสมบูรณ์ของผิวเคลือบ
2. วิเคราะห์ลักษณะของผิวเคลือบ โดยกำหนดลักษณะเคลือบเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ 1) ผิวเคลือบมีลักษณะมันแวววาว (Bright) 2) ผิวเคลือบมีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat) 3) ผิวเคลือบมีลักษณะด้าน (Mat) 4) ผิวเคลือบมีลักษณะไม่สุกตัว (Un Fused) และทำวิเคราะห์ค่าระดับความมันของผิวเคลือบด้วยเครื่องวัดความ

เงา (Gloss Meter) รุ่น YG60S/3NH มีหน่วยวัดเป็น Gloss Unit (GU) โดยวัดความมันบนผิวแผ่นทดลอง 5 จุด และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

3. วิเคราะห์ความสมบูรณ์ของผิวเคลือบ โดยที่ผิวเคลือบที่สมบูรณ์ต้องไม่มีตำหนิ 10 ลักษณะ (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2552 ; ดรุณี วัฒนศิริเวช และสุธี วัฒนศิริเวช, 2552) ได้แก่ 1) รูเข็ม (Pinhole) จะพบรูเล็กๆ บนผิวเคลือบถึงเนื้อผลิตภัณฑ์ 2) การราน (Crazing) จะพบการแตก รอยร้าวเป็นเส้นตาข่ายทั่วบนผิวเคลือบ 3) การหดตัวของเคลือบ (Crawling) จะพบเคลือบหดตัวหรือแยกหรือร่นหรือดึงตัวเป็นก้อนทำให้เกิดช่องว่าง 4) เคลือบไหล (Running of glaze) จะพบผิวเคลือบที่ไหลตัวมากเกินไปไม่เกาะผิวผลิตภัณฑ์ 5) การแตกของเคลือบ (Dunting) จะพบการแตกตามแนวเส้นตรงเป็นรอยลึกถึงเนื้อผลิตภัณฑ์ 6) ขอบเป็นสีดำ (Black top rim) จะพบสีดำคล้ำในบางส่วนของเคลือบหรือตามขอบผลิตภัณฑ์ 7) เคลือบเดือดหรือพุพอง (Boiling or Blistering) จะพบเคลือบเป็นหลุมเดือดเป็นฟองมีผิวขรุขระ 8) เคลือบเกิดสภาพขุ่น (Devitrification) จะพบเคลือบที่ควรใสกลับเกิดการตกผลึกขุ่นเป็นฝ้า 9) การร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling or Shivering) จะพบเคลือบกะเทาะร่อนหรือแตกร่อนบริเวณริมขอบ 10) เกิดฟองอากาศในเคลือบ (Air Bubble) จะพบฟองอากาศกระจายตัวในชั้นเคลือบทำให้เกิดฝ้าผิวไม่เรียบแบบเปลือกไข่



ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องอิทธิพลของเซอร์โคเนียมต่อเคลือบเซรามิกส์ ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียสในครั้งนี้ ภายหลังจากดำเนินการทดลองมีผลการวิจัยดังนี้











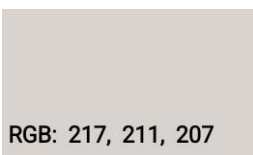




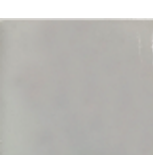



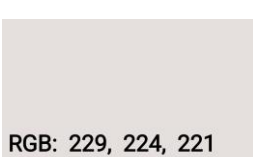



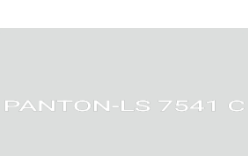
1. ผลการศึกษาการเกิดสีของเคลือบ ทดสอบความสว่างและค่าสีของเคลือบเซรามิกส์ ซึ่งมีรายละเอียดผลการศึกษาวิจัย แยกเป็น 2 ข้อ ดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์การเกิดสีของเคลือบเซรามิกส์ภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส มีผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเกิดสีของเคลือบเซรามิกส์

สูตรที่	ปริมาณเซอร์โคเนียม	แผ่นทดลอง	RGB	Pantone Chart
1	ร้อยละ 1		RGB: 190, 181, 171	PANTON-LS 406 C
2	ร้อยละ 2		RGB: 198, 188, 176	PANTON-LS 400 C

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

สูตรที่	ปริมาณเซอร์โคเนียม	แผ่นทดลอง	RGB	Pantone Chart
3	ร้อยละ 3		 RGB: 201, 193, 185	 PANTON-LS 420 C
4	ร้อยละ 4		 RGB: 214, 208, 202	 PANTON-LS 2330 C
5	ร้อยละ 5		 RGB: 214, 207, 203	 PANTON-LS 2330 C
6	ร้อยละ 6		 RGB: 217, 211, 207	 PANTON-LS 2330 C
7	ร้อยละ 7		 RGB: 222, 216, 213	 PANTON-LS 7541 C
8	ร้อยละ 8		 RGB: 222, 218, 218	 PANTON-LS 7541 C
9	ร้อยละ 9		 RGB: 229, 224, 221	 PANTON-LS 7541 C
10	ร้อยละ 10		 RGB: 231, 225, 223	 PANTON-LS 7541 C

จากตารางที่ 1 พบว่า เกิดสีของเคลือบเซรามิกส์ของแผ่นทดลองทั้งหมดอยู่ในโทนสีขาว โดยสูตรที่ 1 มีสีขาวครีม และสูตรที่ 10 มีสีขาวมากที่สุด ซึ่งโทนสีที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสัดส่วนผสมของเซอร์โคเนียมที่ใช้ในการ

ทดลอง เมื่อใช้ปริมาณเซอร์โคเนียมเพิ่มมากขึ้นสีจะมีความขาวเพิ่มขึ้นตามลำดับ และพบว่า เมื่อเทียบการเกิดสีด้วย Pantone Chart แล้ว สูตรที่มีสีขาวและอยู่ในกลุ่มรหัสสีเดียวกัน ได้แก่ สูตรที่ 7 ถึง สูตรที่ 10

1.2 ผลการทดสอบความสว่างและค่าสีของเคลือบเซรามิกส์หลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส มีผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความสว่างและค่าสีของเคลือบเซรามิกส์

สูตรที่	ปริมาณเซอร์โคเนียม	L*	a*	b*
1	ร้อยละ 1	+54.29	-3.57	+14.14
2	ร้อยละ 2	+55.24	-3.24	+14.31
3	ร้อยละ 3	+58.42	-3.38	+11.97
4	ร้อยละ 4	+61.17	-3.46	+10.10
5	ร้อยละ 5	+61.21	-3.38	+9.05
6	ร้อยละ 6	+63.93	-3.37	+8.97
7	ร้อยละ 7	+66.06	-3.44	+8.28
8	ร้อยละ 8	+66.26	-3.61	+7.01
9	ร้อยละ 9	+67.99	-3.48	+7.90
10	ร้อยละ 10	+68.81	-4.47	+7.69

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบค่าความสว่าง (L*) ค่าสี (a*) และ ค่าสี (b*) พบว่า มีค่าความสว่าง อยู่ระหว่าง +54.29 ถึง +68.81 มี ค่าสี (a*) อยู่ระหว่าง -3.24 ถึง -4.47 และค่าสี (b*) อยู่ระหว่าง +14.31 ถึง +7.69

2. ผลการศึกษาลักษณะและความสมบูรณ์ของผิวเคลือบหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส มีผลการศึกษาดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะและความสมบูรณ์ของเคลือบเซรามิกส์

สูตรที่	ปริมาณเซอร์โคเนียม	ลักษณะของผิวเคลือบ	Gloss Unit (GU)	ความสมบูรณ์ของเคลือบ
1	ร้อยละ 1	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	40	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ
2	ร้อยละ 2	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	42	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ
3	ร้อยละ 3	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	44	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ
4	ร้อยละ 4	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	44	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ
5	ร้อยละ 5	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	45	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ
6	ร้อยละ 6	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	47	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ
7	ร้อยละ 7	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	47	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ

สูตร ที่	ปริมาณ เซอร์โคเนียม	ลักษณะของผิวเคลือบ	Gloss Unit (GU)	ความสมบูรณ์ของเคลือบ
8	ร้อยละ 8	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	48	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ
9	ร้อยละ 9	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	49	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ
10	ร้อยละ 10	ผิวเคลือบมีความมันแวววาว	53	ผิวเคลือบสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ

จากตารางที่ 3 พบว่า 1) ผิวเคลือบทุกสูตรมีลักษณะมันแวววาว 2) ค่าระดับความมันของผิวเคลือบด้วยเครื่องวัดความเงา Gloss Unit (GU) เคลือบที่มีความมันแวววาว มีค่าความเงาอยู่ระหว่าง 40 GU ถึง 53 GU 3. ผิวเคลือบทุกสูตรสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ

วิจารณ์ผล

การวิจัย เรื่องอิทธิพลของเซอร์โคเนียมต่อเคลือบเซรามิกส์ ที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ภายหลังจากดำเนินการทดลอง สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. เกิดสีของเคลือบเซรามิกส์ของแผ่นทดลองทั้งหมดอยู่ในโทนสีขาว โดยสูตรที่ 1 มีสีขาวครีม และสูตรที่ 10 มีสีขาวมากที่สุด ผลการทดสอบค่าความสว่าง (L^*) ค่าสี (a^*) และ ค่าสี (b^*) พบว่า มีค่าความสว่าง อยู่ระหว่าง +54.29 ถึง +68.81 ค่าเฉลี่ยที่ +61.55 มีค่าสี (a^*) อยู่ระหว่าง -3.24 ถึง -4.47 ค่าเฉลี่ยที่ -3.85 และค่าสี (b^*) อยู่ระหว่าง +14.31 ถึง +7.69 ค่าเฉลี่ยที่ +11.00 ซึ่งโทนสี ค่าความสว่าง และค่าสีที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสัดส่วนผสมของเซอร์โคเนียมที่ใช้ในการทดลองเมื่อใช้ปริมาณเซอร์โคเนียมเพิ่มมากขึ้นสีจะมีความขาว และมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นตามลำดับ

2. ลักษณะของเคลือบ ผลวิจัยพบว่า ผิวเคลือบทุกสูตรมีลักษณะมันแวววาว ระดับความมันของผิวเคลือบมีค่าความเงาอยู่ระหว่าง 40 GU ถึง 53 GU และ ผิวเคลือบทุกสูตรสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ เนื่องจากในสูตรเคลือบเซรามิกส์พื้นฐานที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยวัตถุดิบที่ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอมละลายในเคลือบ ได้แก่ หินฟันม้า โดโลไมท์ แคลเซียมคาร์บอเนต โดยเฉพาะหินฟันม้าเป็นวัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลาย ตั้งแต่ 1,180-1,200 องศาเซลเซียส นิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลักในสูตรเคลือบตั้งแต่ร้อยละ 40 ถึง ร้อยละ 60 โดยใช้ผสมกับวัตถุดิบที่ช่วยหลอมละลายตัวอื่นๆเพิ่มเติม (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์, 2547) สอดคล้องกับ ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2547) เซอร์โคเนียมนอกจากจะช่วยให้เคลือบที่บดแล้วดียังช่วยให้เคลือบมีความมันวาวมากยิ่งขึ้นอีกด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทนารัช จิตชาญวิชัย (2553) ที่พบว่า เซอร์โคเนียมจัดเป็นวัตถุดิบที่มีความละเอียดสูง และมีการกระจายขนาดที่ดี

สรุปผล

การวิจัยเรื่องอิทธิพลของเซอร์โคเนียมต่อเคลือบเซรามิกส์ ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียสในครั้งนี้ ภายหลังจากดำเนินการทดลองสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. เกิดสีของเคลือบเซรามิกส์ของแผ่นทดลองทั้งหมดอยู่ในโทนสีขาว โดยสูตรที่ 1 มีสีขาวครีม และสูตรที่ 10 มีสีขาวมากที่สุด ซึ่งโทนสีที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสัดส่วนผสมของเซอร์โคเนียมที่ใช้ในการทดลอง เมื่อใช้ปริมาณเซอร์โคเนียมเพิ่มมากขึ้นสีจะมีความขาวเพิ่มขึ้นตามลำดับ และพบว่า เมื่อเทียบการเกิดสีด้วย Pantone Chart แล้วสูตรที่มีสีขาวมากที่สุดและอยู่ในกลุ่มรหัสสีเดียวกัน ได้แก่ สูตรที่ 7 ถึง สูตรที่ 10 และผลการทดสอบค่าความสว่าง (L^*) ค่าสี (a^*) และ ค่าสี (b^*) พบว่า มีค่าความสว่าง อยู่ระหว่าง +54.29 ถึง +68.81 ค่าเฉลี่ยที่ +61.55 มีค่าสี (a^*) อยู่ระหว่าง -3.24 ถึง -4.47 ค่าเฉลี่ยที่ -3.85 และค่าสี (b^*) อยู่ระหว่าง +14.31 ถึง +7.69 ค่าเฉลี่ยที่ +11.00

2. ลักษณะของเคลือบ ผลวิจัยพบว่า 1) ผิวเคลือบทุกสูตรมีลักษณะมันแวววาว 2) ค่าระดับความมันของผิวเคลือบอยู่ระหว่าง 40 GU ถึง 53 GU ค่าเฉลี่ยที่ 47 GU และ 3) ผิวเคลือบทุกสูตรสมบูรณ์ไม่มีตำหนิ

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า สูตรที่เหมาะสมและมีสีขาวมากที่สุดที่อยู่ในกลุ่มรหัสสีเดียวกัน ได้แก่ สูตรที่ 7 ถึง สูตรที่ 10 โดยมีส่วนผสมดังนี้ หินฟันม้า (Feldspar) ร้อยละ 45 โดโลไมท์ (Dolomite) ร้อยละ 7.5 แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) ร้อยละ 10 ดินขาว (Kaolin) ร้อยละ 7.5 และหินเขียวหนุมาน (Quartz) ร้อยละ 30 และมีเซอร์โคเนียม (Zirconium) เป็นสารเพิ่มเติม ร้อยละ 7 ถึง ร้อยละ 10

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- ดร.ณิ วัฒนศิริเวช และสุธี วัฒนศิริเวช. 2552. การวิเคราะห์แร่ดิน เคลือบ และตำหนิในผลิตภัณฑ์เซรามิก. สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ทนารัช จิตชาณวิชัย. 2553. การทดลองเนื้อเซอร์คอนสำหรับงานบดย่อยวัตถุดิบเซรามิก. วารสารวิจัยและพัฒนาโลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ 5: 4-16.
- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2547. เซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2547. รวมสูตรเคลือบเซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2552. ตำหนิเซรามิกและแนวทางแก้ไข. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ ขวาลาวันย์. 2549. เซรามิกส์. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- สุขุมาล เล็กสวัสดิ์. 2548. เครื่องปั้นดินเผาพื้นฐานการออกแบบและปฏิบัติงาน. สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543. วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

การพัฒนาทองม้วนเสริมโปรตีนจากตั๊กแตน

Development Thong Muan is Supplemented with Grasshopper Protein

ศุภชีพ เหล่าสินชัย¹ นราธร สัตย์ซื่อ^{1*} จันทิมา เมืองแก้ว¹ สุนิสา ภาอบาง¹ อรวรา พนาแนน¹

Suppacheep Laosinchai¹ Narathorn Satsue^{1*} Jantima Mungkaw¹ Sunisa Phaobang¹ Owara Nanan¹

¹สาขาเทคโนโลยีและศิลปะการประกอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

¹Culinary and Technology, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University

*Corresponding author E-mail: Narathorn.sat@mail.pbru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาทองม้วนเสริมโปรตีนจากตั๊กแตนมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วน การศึกษาการผลิตผงโปรตีนจากตั๊กแตนและการศึกษาปริมาณตั๊กแตนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ทองม้วนเสริมโปรตีนจากตั๊กแตน ผลจากการศึกษาขนมทองม้วนสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร พบว่าสูตรที่ 1 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 7.90 7.40 7.70 7.70 และ 7.60 ตามลำดับ การศึกษาการผลิตผงโปรตีนจากตั๊กแตนใช้ พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบตั๊กแตนอยู่ที่ 10 ชั่วโมง มีค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w เท่ากับ 0.47 ± 0.01 และปริมาณตั๊กแตนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ทองม้วนเสริมโปรตีนจากตั๊กแตน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 พบว่าขนมทองม้วนเสริมโปรตีนจากตั๊กแตนร้อยละ 10 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 7.70 7.70 8.10 7.80 และ 7.80 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ตั๊กแตน ทองม้วน

Abstract

This study has been conducted to Development Thong Muan is Supplemented with Grasshopper Protein has objectives are as follows was to study the basic formula of Thong Muan. The study of the production of protein powder from Grasshopper and the study of the appropriate amount of Grasshopper in Thong Muan fortified. Results from the study of 3 basic formulas of Thong Muan. It was found that Formula 1, the panelists gave the most acceptance in terms of color, smell, taste, texture and overall preference. The mean values are 7.90 7.40 7.70 7.70 and 7.60 respectively. It was found that the optimum time for Grasshopper incubation was 10 hours and the Water Activity was 0.47 ± 0.01 . and the study of the appropriate amount of Grasshopper in Thong Muan fortified. In 3 different ratios, 10, 15 and 20%, It was found that Thong Muan was supplemented with 10% protein from grasshoppers. The panelists gave the

highest acceptance in terms of color, smell, taste, texture and overall preference. The mean values were 7.70 7.70 8.10 7.80 and 7.80 respectively.

Keywords : Grasshopper, Thong Muan

บทนำ

ทองม้วนเป็นอาหารว่างหรือขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่งที่ถูกบริโภคนิยมรับประทาน มีลักษณะเป็นแผ่นม้วนกลมเป็นวง มีความกรอบ โดยมีส่วนผสมหลัก คือ แป้ง ไข่ และน้ำตาล ซึ่งจัดเป็นส่วนที่ให้พลังงานส่วนใหญ่ ขนมทองม้วนเป็นขนมมงคลที่เป็นของขวัญหรือของฝากเนื่องจากสื่อถึงการมั่งมี ห่างทองเออเอวาราช (2562) นอกจากนี้ขนมทองม้วนมีผู้ผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยพัฒนาขนมทองม้วนให้มีรสชาติหวานมัน จัดเป็นขนมที่มีคาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นหลัก ผู้บริโภคส่วนใหญ่เริ่มคำนึงถึงการดูแลสุขภาพเพิ่มขึ้น จึงมีทางเลือกในการบริโภคขนมหวานที่มีประโยชน์ โดยผู้ผลิตได้มีการพัฒนาและปรับปรุงสูตร เช่น ขนมทองม้วนจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ขนมทองม้วนจากข้าวกล้องงอก และขนมทองม้วนเสริมโปรตีน

ตึกแตนได้รับความนิยมเนื่องจากจัดเป็นกลุ่มแมลงกินได้ อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ มีปริมาณโปรตีนสูง เพาะเลี้ยงได้ง่าย มีต้นทุนการผลิตต่ำ ธีธาร์ตน์ (2563) ปัจจุบันทั่วโลกมีผู้บริโภคแมลงกว่า 2,000 ล้านคน มีแมลงมากถึง 1,900 สายพันธุ์ที่ถูกบันทึกว่ามีผู้บริโภค สิทธิพล (2564) แมลงกินได้ก็คือเสบียงอาหารโปรตีนสำรองสำหรับประชากรของโลกที่เพิ่มขึ้น จึงเหมาะสมสำหรับการเป็นอาหารแห่งอนาคต โรบอท (2562) การบริโภคแมลงส่งผลที่ดีคือ ช่วยส่งเสริมและอนุรักษ์วัฒนธรรมการบริโภคแมลง และจังหวัดกาฬสินธุ์เป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีการบริโภคแมลงกันอย่างแพร่หลาย จิตเกษม (2544) ปัจจุบันได้มีตึกแตนในรูปแบบสด แช่แข็ง รวมถึงแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ทอด คั่ว บรรจุกระป๋อง มีการส่งออกต่างประเทศ ซึ่งถือเป็นช่องทางหนึ่งในการเพิ่มรายได้ให้ ผู้จัดการสุดส์ปาดาร์ (2564)

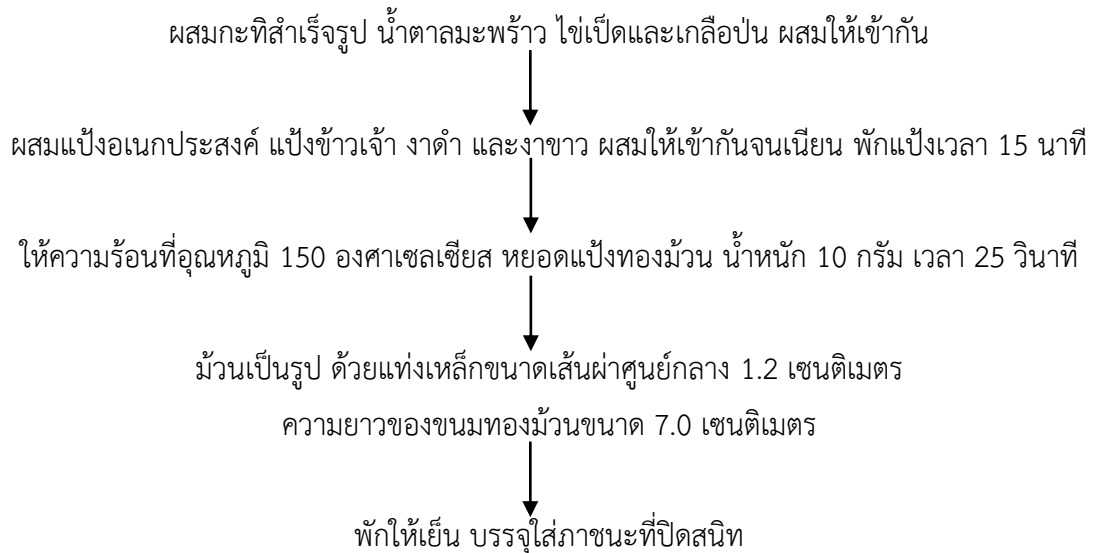
ด้วยเหตุผลดังกล่าว คณะผู้จัดทำวิจัยจึงมีความสนใจที่จะจัดทำผลิตภัณฑ์ทองม้วนเสริมโปรตีนจากตึกแตน เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาในส่วนของคุณค่าทางโภชนาการของ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมเกษตรกรที่เพาะเลี้ยงตึกแตน การศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วน การศึกษาการผลิตผงโปรตีนจากตึกแตนและการศึกษาปริมาณตึกแตนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ทองม้วนเสริมโปรตีนจากตึกแตน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วน

ศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตขนมทองม้วน จำนวน 3 สูตร (ดังตารางที่ 1) (แผนภูมิที่ 1) จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ประเมินผลทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาหารจำนวน 10 คน ซึ่งเป็นอาจารย์สาขาอาหารและโภชนาการประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 2 คน

อาจารย์สาขาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเพชรบุรี จำนวน 5 คน และผู้ประกอบการจำนวน 3 คน
วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำผลที่ได้มา
วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งที่ทดลองด้วยวิธี Duncan' New
Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทาง
สถิติ IBM SPSS Statistics



แผนภูมิที่ 1 กระบวนการผลิตทองม้วนสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานการผลิตขนมทองม้วนจำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	น้ำหนัก (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งอเนกประสงค์ ทรายขาว	-	150	16.95
แป้งข้าวเจ้า ทรายข้างสามเศียร	39.06	-	16.95
น้ำตาลทราย ทรายมิตรผล	15.63	150	25.76
กะทิสำเร็จรูป ทรายอ้อยดี	39.06	480	33.90
ไข่เป็ด	4.68	50	2.03
เกลือป่น ทรายรุ่งทิพย์	0.78	2	0.68
งาดำ ทรายไร่ทิพย์	0.78	5	0.34

ที่มา : สูตรที่ 1 ขนมลูกทองแดง (2554)

สูตรที่ 2 อรรส (2542)

สูตรที่ 3 สุภาพ (2554)

2. การศึกษาการผลิตผงโปรตีนจากตักแตน

ทำการผลิตผงโปรตีนจากตักแตนป่าทั้งกำ ตรา MR.bucfood นำตักแตนล้างทำความสะอาด 1 ครั้ง พักทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ 10 นาที คัดแยกส่วนขาและปีกออกให้เหลือแค่ช่วงลำตัวและหัว นำไปต้มในหม้อน้ำร้อน 100 องศาเซลเซียส 15 นาที นำไปคั่วในกระทะพร้อมสมุนไพรนาน 30 นาที เกลี่ยลงถาด นำไปเข้าอบในตู้อบลมร้อน เครื่องหมายการค้า Sottoriva ประเทศสหรัฐอเมริกา อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w ทุก 2 ชั่วโมง โดยจะหยุดอบเมื่อตัวอย่างมีค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w ต่ำกว่า 0.6 จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นของแห้งเครื่องหมายการค้า Tefal รุ่น DPA130 ประเทศ ฝรั่งเศส ความเร็วระดับสูงสุด ระยะเวลา 5 นาที นำมาร้อนด้วยตะแกรงละเอียดความถี่ 80 mesh บรรจุใส่ถุงสุญญากาศ ดัดแปลงกระบวนการผลิตจากสุภกาญจน์ และคณะ (2563)

3. การศึกษาปริมาณตักแตนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ทองม้วนเสริมโปรตีนจากตักแตน

นำสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือก มาศึกษาการเสริมผงโปรตีนจากตักแตนในปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ ทำการผลิตทองม้วนตามขั้นตอนเดียวกับข้อ 3.2.1 และนำไปประเมินผลทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความรู้สึกในปาก) และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งที่ทดลองด้วยวิธี Duncan' New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IBM SPSS Statistics

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

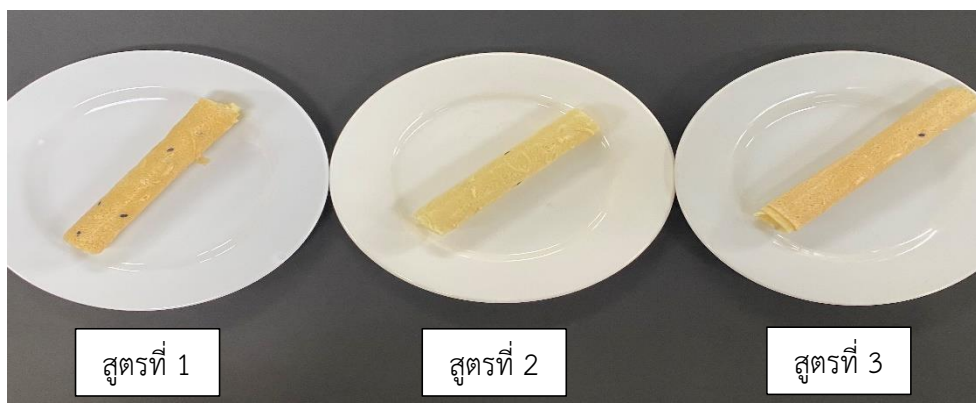
1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วน

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วนทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สี	7.90±0.73 ^a	5.50±0.84 ^b	6.10±1.10 ^b
กลิ่น	7.40±0.84 ^a	6.30±0.94 ^b	6.00±0.94 ^b
รสชาติ	7.70±0.48 ^a	7.00±0.78 ^b	6.50±0.84 ^b
เนื้อสัมผัส	7.70±0.48 ^a	6.90±0.56 ^b	6.10±0.56 ^b
ความชอบโดยรวม	7.60±0.51 ^a	6.70±0.82 ^b	5.60±0.51 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษร ^{a b c} ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P<0.05)



ภาพที่ 1 สูตรพื้นฐานของขนมทองม้วน

จากตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วนทั้ง 3 สูตร นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนความชอบในสูตรที่ 1 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดทุกด้าน มีค่าเฉลี่ยในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม 7.90, 7.40, 7.70, 7.70 และ 7.60 ตามลำดับ

ด้านสี กลิ่น และด้านรสชาติ สูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด เนื่องจากสูตรที่ 1 ขนมทองม้วนมีสีเหลืองทองเนื่องจากมีปริมาณไข่เป็ดมากกว่าสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับสุนิษา และคณะ (2554) ที่ได้ทำการผลิตขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน พบว่าขนมทองม้วนที่มีส่วนผสมของไข่เป็ดจะทำให้ขนมทองม้วนมีสีเหลืองและผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเหมือนทองม้วนทั่วไป และมีปริมาณส่วนผสมของไข่ กะทิ และน้ำตาลทรายในปริมาณที่เหมาะสม เมื่อผ่านความร้อนปริมาณกะทิมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ทำให้มีผลต่อสีของขนมทองม้วน มีลักษณะเป็นมันเงาสวยงาม และไขมันยังช่วยทำให้รสชาติของขนมทองม้วนหอมมัน ศุภเวช (2560) นอกจากนี้ไขมันทำหน้าที่ให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์และกะทิจัดเป็นส่วนประกอบสำคัญของขนมทองม้วนที่สามารถปกปิดกลิ่นรสของผงตักแทนได้ สุธิดา และคณะ (2021)

ด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม พบว่า สูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณแป้งข้าวเจ้ามากกว่าส่งผลให้เกิดความกรอบร่วนต่อขนมทองม้วน ซึ่งในสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของแป้งสาลีอเนกประสงค์ ส่งผลให้ขนมทองม้วนมีลักษณะกรอบแข็ง เนื่องจากในแป้งสาลีมีโครงสร้างของอะไมเลส ทำให้แป้งโดมีความแข็งแรง ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะกรอบแข็ง Taggart (2004)

2. ผลการศึกษาการผลิตผงโปรตีนจากตักแตน

ตารางที่ 3 การผลิตผงโปรตีนจากตักแตน

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำอิสระ a_w
	อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
0	0.97±1.35
2	0.96±0.01
4	0.92±0.03
6	0.83±0.03
8	0.65±0.02
10	0.47±0.01

จากการศึกษาการผลิตผงโปรตีนจากตักแตน พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบตักแตนอยู่ที่ 10 ชั่วโมง มีค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w เท่ากับ 0.47±0.01 โดยจะหยุดอบเมื่อตัวอย่างมีค่าปริมาณน้ำอิสระ ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค รวมทั้งยับยั้งการสร้างสารพิษจากเชื้อรา อาทิตยาและ คณะ (2557) ซึ่งค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การเกิด Hydrolytic rancidity และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส เช่น ความกรอบของผลิตภัณฑ์ (Shaviklo et al., 2015)

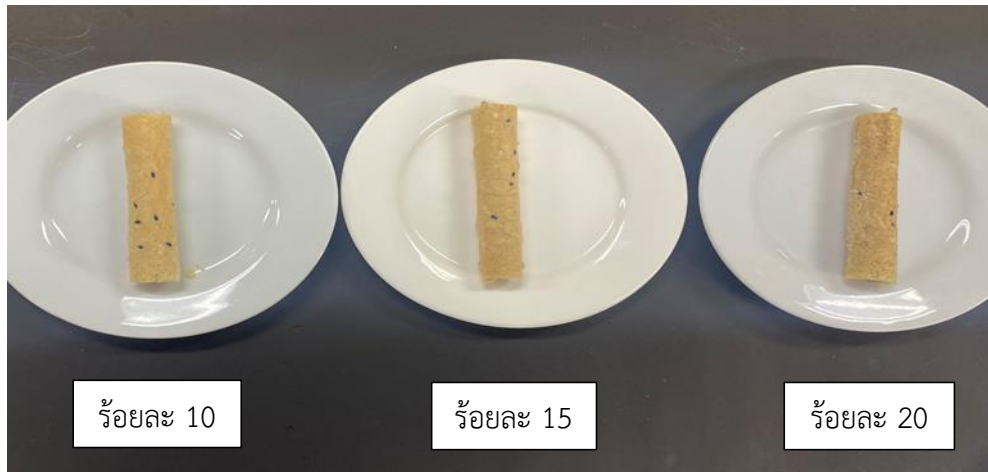
3. การศึกษาปริมาณตักแตนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ทอแมวนเสริมโปรตีนจากตักแตน

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมทอแมวนเสริมโปรตีนจากตักแตน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15	ร้อยละ 20
สี	7.70±0.67 ^a	6.50±0.97 ^b	6.00±0.66 ^b
กลิ่น	7.71±0.60 ^a	6.30±0.82 ^b	5.80±0.63 ^b
รสชาติ	8.10±0.73 ^a	7.20±0.78 ^b	6.10±0.87 ^b
เนื้อสัมผัส	7.80±1.54 ^a	6.30±0.82 ^b	5.80±0.42 ^b
ความชอบโดยรวม	7.80±1.03 ^a	5.90±0.56 ^b	6.30±1.05 ^b

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลที่แตกต่างกันในแต่ละแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 2 ขนมทงม้วนเสริมโปรตีนจากตักแต่น

จากการทดสอบการเสริมผงตักแต่นในผลิตภัณฑ์ทงม้วน (ตารางที่ 4) ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 พบว่าคะแนนความชอบร้อยละ 10 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดทุกด้าน มีค่าเฉลี่ยในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม 7.70, 7.71, 8.10, 7.80 และ 7.80 ตามลำดับ

ด้านสี ด้านกลิ่น และด้านรสชาติ พบว่าขนมทงม้วนเสริมผงตักแต่นร้อยละ 10 ได้การยอมรับสูงที่สุด และเมื่อปริมาณผงตักแต่นที่เพิ่มขึ้น คะแนนด้านสี ด้านกลิ่น และด้านรสชาติลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากกลิ่นรสเฉพาะตัวของตักแต่น และสีน้ำตาลที่เข้มข้น ซึ่งสอดคล้องกับพงษ์พิพัฒน์ และคณะ (2563) การเพิ่มปริมาณผงจิ้งหรีดจะส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ โดยเฉพาะคุณลักษณะด้านสี ทั้งนี้พบว่าการเพิ่มปริมาณผงจิ้งหรีดจะแปรผันตรงกับความเข้ม และสอดคล้องกับ A. Osimani et al (2018) ที่ศึกษาถึงการเพิ่มปริมาณจิ้งหรีดผงในขนมปังส่งผลให้การยอมรับในด้านผลิตภัณฑ์ลดลง

ด้านเนื้อสัมผัส และ ด้านความชอบโดยรวม พบว่าขนมทงม้วนเสริมผงตักแต่นร้อยละ 10 ได้การยอมรับสูงที่สุด เมื่อปริมาณผงตักแต่นเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 และร้อยละ 20 ทำให้ค่าคะแนนความชอบลดลง ทั้งนี้เนื่องจากผู้ทดสอบรู้สึกว่ามีรสขมหรือรสฝาดในปริมาณมากจะรู้สึกสากคอ เนื่องจากผงตักแต่นมีอนุภาคใหญ่ การลดขนาดของผงตักแต่นให้เล็กกว่า 80 ไมครอน จะเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดความรู้สึกสากคอระหว่างกลืนผลิตภัณฑ์ได้ พงษ์พิพัฒน์ และคณะ (2563) และ การลดขนาดของอนุภาคให้อยู่ในรูปแบบของผง ทำให้ผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารจากแมลงมากกว่าอยู่ในลักษณะเป็นชิ้นหรือเป็นตัว Gmuer, A. et al (2016) นอกจากนี้การใช้ผงแมลงในปริมาณที่มาก ทำให้มีรสชาติที่ขมเพิ่มขึ้น เนื่องจากไคตินในเปลือกของตักแต่น ไคตินเป็นองค์ประกอบหลักของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและแมลง ซึ่งพบในสัตว์ที่มีกระดูกหรือเปลือก เช่น ปู หอย กุ้ง ปลาหมึก และแมลง ศูนย์เทคโนโลยีหะและวัสดุแห่งชาติ (2556)

สรุปผล

การศึกษาขนมทองม้วนสูตรพื้นฐานโดยทำการศึกษาพื้นฐานจำนวน 3 สูตร พบว่าขนมทองม้วนสูตรที่ 1 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดในทุกด้าน ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 7.90 7.40 7.70 7.70 และ 7.60 ตามลำดับ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบตั้งแต่นอยู่ที่ 10 ชั่วโมง มีค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w เท่ากับ 0.47 ± 0.01 ขนมทองม้วนเสริมโปรตีนจากตักแตน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 พบว่าขนมทองม้วนเสริมโปรตีนจากตักแตนร้อยละ 10 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดในทุกด้าน ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ยคือ 7.70 7.70 8.10 7.80 และ 7.80 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาทำวิจัยในครั้งนี้สมบูรณลงได้ด้วยความรู้ความกรุณาของท่านอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นราธร สัตย์ชื่อ ท่านผู้เชี่ยวชาญและผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สละเวลาอันมีค่าของท่านมาให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามที่สละเวลาและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่วิจัยมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

ขนมลูกทองแดง. 2554. ทองม้วน. ม.ป.ท.

จิตเกษม หล้าสำราญ. 2544. การศึกษาชนิดและคุณค่าทางอาหารของแมลงที่กินได้ทางภาคใต้ตอนบน. วารสารแก่นนคร. 29: 45-49.

ธิดารัตน์ พันโท. 2563. แมลงกินได้ คุณค่าทางโภชนาการและการแปรรูปเพื่อนำไปใช้ประโยชน์. วารสารอาหาร. 50 (1): 5-12

ผู้จัดการสุดสัปดาห์. 2564. ก้าวแรกไทยฮับแมลงโลกส่งจิ้งหรีดรุกตลาด 3 หมื่นล้าน. แหล่งข้อมูล:

<https://mgronline.com/daily/detail/9640000028837>. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2565.

พงษ์พิพัฒน์ สนม และ กมลวรรณ แจ่มชัด. 2563. ผลของจิ้งหรีดผง โปรตีนถั่วเหลืองสกัด และแซนแทนกัมที่มีต่อคุณภาพคุกกี้แป้งข้าวเจ้า. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 14(2): 72-84.

โรบอท. 2562. โปรตีนจิ้งหรีดอาหารแห่งอนาคต. เศรษฐกิจธุรกิจ, กรุงเทพฯ.

ศุภเวช ทิพย์ธารา. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมฟักข้าว. วิทยานิพนธ์ คณะกรรมการศาตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544. ไคติน ไคโตซาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ: กรุงเทพฯ.

- สุทธิดา สุเต็น, นันทย์ยง เฟื่องขจรฟุ้ง, ปัทมา ทิรัญญโณภาส, จิราพร วิญตฺตรานนท์ และ ธิดารัตน์ แสนพรม. ผลของปริมาณผงจิ้งหรีดต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัสคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของบราวนี่ฟลาวมั้นสำเร็จ. PBRU SCIENCE JOURNAL 42 2021. 18(1): 42-51.
- สุภกาญจน์ พรหมจันทร์, สุภัญญา สายธิ และ ชนิษฐา วงศ์บาศก์ 2563. ผลของสภาวะอบแห้งและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดอบกรอบ. แก่นเกษตร. 48(1): 1-12.
- สุภาพ อินธิแสน. 2554. สัมภาษณ์. 11 พฤษภาคม
- สิทธิพล วิบูลย์ธนากุล. 2564. โปรรตีนจากแมลง อาหารแห่งอนาคต โอกาสเศรษฐกิจไทย. ม.ป.ท.
- สุนิษา วิลพัฒน์ และ จิราพร อัครีสุวรรณ. 2554. การใช้กากมะพร้าวเสริมในขนมทองม้วน. โครงการพิเศษวิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร มหาวิทาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ
- ห้างทองเอเอเวาราช. 2562. ทองม้วน ขนมไทยโบราณอายุยาวนานกว่า 300 ปี. แหล่งข้อมูล:
<https://www.aagold-th.com/article/386>. ค้นเมื่อ 4 พฤศจิกายน 2565
- อรวิศ นพพรรค์. 2542. ขนมไทย พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ
- อาทิตยา พัฒนิบูลย์ และ อมรชัย อารณวิธานพ. 2557. เทคโนโลยีการอบแห้ง. แหล่งข้อมูล :
http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/tn234a_p64-67. ค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2565.
- A. Osimani, V. Milanovic, F. Cardinali. A. Roncolini, C. Garofalo, F. Clementi, M. Pasquini, M. Mozzon, R.Foligni, N. Raffaelli, F. Zamporlini, and L. Aquilanti. 2018. Bread enriched with cricket powder (*Acheta domesticus*): A technological microbiological and nutritional evaluation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Vol48, pp”150-168.
- Gmuer, A., Guth, J. N., Hartmann, C and Siegrist, M. 2016 Effects of the Degree of Processing of Insect Ingredients in Snacks on Expected Emotional Experiences and Willingness to Eat. *Food Quality and Preference*. 54: 117-127.
- Taggart, P. 2004. Starch as an Ingredient: Manufacture and application. In: A.C” Eliasson (ed.). *Starch in food: Structure, Function and application* Woodhead Publishing Limited, Cambridge” pp. 382-390.
- Shaviklo, A.R., M. Azaribeh, Y. Moradi and P. Zangeneh. 2015 Formular optimization and storage stability of extruded puffed corn-Shrimp snacks. *JFST*> 63: 307-314.

ผลของสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็นัดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบต่อการมีชีวิตของเซลล์
วัฏจักรเซลล์ อะพอพโทซิส และการแสดงออกของยีนในเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก
Effects of herbal extracts containing *Phellinus linteus* on cell viability,
cell cycle, apoptosis and gene expression in prostate cancer cells

ประกายทิพย์ สมจิตต์¹ และ ปฐมวดี ญาณทัศน์ยจิตต์^{1*}

Prakaithip Somjit¹ and Pattamawadee Yanatatsaneejit^{1*}

¹ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹ Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University

*Corresponding author E-mail: Pattamawadee.y@chula.ac.th

บทคัดย่อ

มะเร็งต่อมลูกหมากเป็นมะเร็งที่มีอัตราการเกิดและเสียชีวิตเป็นอันดับสองในเพศชาย มีบางการศึกษาพบว่าสมุนไพรธรรมชาติบางชนิดมีฤทธิ์ต้านการเกิดมะเร็ง การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาสมุนไพรซึ่งฤทธิ์ต้านมะเร็งคือเห็นัดกระถินพิมานโดยสารสกัดสมุนไพร 2 สูตร คือสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็นัดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบ (สูตรตำรับ) และสารสกัดที่มีเฉพาะเห็นัดกระถินพิมานเปรียบเทียบความสามารถในการออกฤทธิ์ยับยั้งการมีชีวิตของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากชนิด PC-3 ด้วยเทคนิค MTT assay และนำค่าความเข้มข้นของสารสกัดทั้ง 2 สูตรที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการมีชีวิตรอดของเซลล์ได้ 50% (IC₅₀) นำมาวิเคราะห์ฤทธิ์ของสารสกัดต่อวัฏจักรเซลล์และฤทธิ์ของสารสกัดต่อกระบวนการอะพอพโทซิสโดยใช้เทคนิค PI analysis และเทคนิค Annexin V apoptosis assay ตามลำดับ ผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดต่อวัฏจักรเซลล์พบว่าสูตรตำรับมีฤทธิ์ในการชักนำเซลล์ให้สะสมอยู่ในระยะ G₀-G₁ และผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดต่อกระบวนการอะพอพโทซิส พบว่าสูตรตำรับไม่มีฤทธิ์ในการชักนำการตายของเซลล์ผ่านกลไกอะพอพโทซิส และผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดต่อการแสดงออกของยีนพบว่าสูตรตำรับเพิ่มการแสดงออกของยีน *IFNGR1* และลดการแสดงออกของยีน *KRAS* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: มะเร็งต่อมลูกหมาก เห็นัดกระถินพิมาน สูตรตำรับ

Abstract

Prostate cancer is a second leading cause of cancer that has high incidence and mortality rates in males. Some studied had shown that some natural herbs had an anti-cancer activity. This study focused on *Phellinus linteus* (*P. linteus*) which has an anti-cancer activity. The ability of 2 formulas; mixture extract containing *P. linteus* (recipe) and 100% *P. linteus* was compared in the inhibition of prostate cancer cell growth (PC-3 cancer cell line). The effect of these two formulas in cell growth inhibition was performed by MTT assay. 50% inhibitory concentrations (IC₅₀) of two formulas were used to determine the effect on cell cycle and apoptosis. Cell cycle

analysis and apoptosis analysis were performed by PI assay and Annexin V apoptosis assay. The results of cell cycle analysis showed that the recipe had the effect on inducing cell accumulation in G₀-G₁ phase, the result of apoptosis assay showed that the recipe did not induce apoptosis. Expression analysis revealed that the recipe increased the expression of *IFNGR1* gene and decreased the expression of *KRAS* gene statistically significantly.

Keywords : prostate cancer, *Phellinus linteus*, recipe

บทนำ

มะเร็ง เป็นการเจริญเติบโตของเซลล์ที่แบ่งตัวผิดปกติอย่างควบคุมไม่ได้ อีกทั้งเซลล์มะเร็งยังมีความสามารถในการหลบหลีกการทำลายจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำให้เซลล์มะเร็งสามารถลุกลามไปยังอวัยวะข้างเคียงหรือลุกลามไปตามอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายผ่านทางระบบไหลเวียนเลือดและระบบน้ำเหลือง หนึ่งในมะเร็งที่พบมากเป็นอันดับต้น ๆ ของผู้ชาย คือมะเร็งต่อมลูกหมาก (prostate cancer) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีการแบ่งตัวผิดปกติที่เกิดขึ้นบริเวณต่อมลูกหมาก มะเร็งต่อมลูกหมากมักพบในผู้ชายสูงอายุส่วนใหญ่จะพบในผู้ชายอายุ 50 ปีขึ้นไป (Quinn and Babb, 2002) อีกทั้งยังพบว่าปัจจัยทางพันธุกรรมมีผลต่อการเป็นมะเร็งต่อมลูกหมากหากพบว่ามีความผิดปกติในครอบครัวป่วยเป็นมะเร็งต่อมลูกหมากจะมีโอกาสเสี่ยงเป็นมะเร็งต่อมลูกหมากมากกว่าคนทั่วไปรวมถึงเชื้อชาติมีผลต่ออุบัติการณ์เกิดมะเร็งต่อมลูกหมากโดยมักพบในผู้ชายชาวตะวันตกมากกว่าผู้ชายชาวเอเชีย (Crawford, 2003) ในปัจจุบันการรักษามะเร็งสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การผ่าตัด การฉายรังสีรักษา เคมีบำบัด และการรักษาด้วยการแพทย์ทางเลือกโดยการใช้สมุนไพร

เห็ดกระถินพิมานมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Phellinus linteus* จากการศึกษาบทความวิจัยพบว่าพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากสารสกัดของเห็ดกระถินพิมานมีความสามารถในการต้านการอักเสบ การต้านอนุมูลอิสระรักษาความผิดปกติของตับ ต้านมะเร็ง และต้านอาการแพ้ และเนื่องจากพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากสารสกัดที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งปอด มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งตับและมะเร็งปากมดลูก เป็นต้น (Zhu et al. 2008)

เนื่องจากการกล่าวอ้างสรรพคุณของสารสกัดจากเห็ดกระถินพิมานว่าสามารถช่วยรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายยกตัวอย่างเช่น โรคเบาหวาน โรคมะเร็ง โรคอสูริสไฮโปครอสวิต เป็นต้น ดังนั้นจึงสนใจศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันซึ่งจัดเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณ (ไซโตไคน์) ที่ระบบภูมิคุ้มกันสร้างขึ้นคืออินเตอร์เฟอรอนแกมมา รีเซปเตอร์ 1 (*IFNGR1*) ที่จะถูกแปลรหัสได้โปรตีน IFN- γ R1 โดยโปรตีน IFN- γ R1 เป็นตัวรับสัญญาณของไซโตไคน์ที่มีชื่อว่า interferon gamma (IFN- γ) ซึ่งเป็นไซโตไคน์ที่สามารถชักนำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดต่าง ๆ มากำจัดเซลล์มะเร็งได้หากมีการตรวจพบ (Bernabei et al. 2001) นอกจากนั้นอีกหนึ่งยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็งโดยตรงได้แก่ ยีน GTPase KRas (*KRAS*) ที่จะถูกแปลรหัสได้โปรตีน KRAS เป็น

ตัวแปลงสัญญาณ (signal transducer protein) มีหน้าที่ส่งสัญญาณเกี่ยวข้องกับการควบคุมการเพิ่มจำนวนเซลล์ในวัฏจักรเซลล์โดย KRAS จะแปลงสัญญาณผ่านหลายเส้นทาง (Jančík et al. 2010) จึงจัดเป็นยีนที่ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย (proto-oncogene)

ในการศึกษาครั้งนี้สนใจศึกษาสารสกัดสมุนไพรที่มีฤทธิ์กดการเพิ่มจำนวนเป็นองค์ประกอบ (สูตรตำรับ) ซึ่งมีสมุนไพรชนิดอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบร่วมด้วยเช่น เหง้าข้าวเย็นเหนือ เหง้าข้าวเย็นใต้ เป็นต้น โดยจะศึกษาการมีชีวิตของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากชนิด PC-3 หลังจากได้รับสารสกัดจากเห็ดกระถินพิมานสูตรตำรับเปรียบเทียบกับสารสกัดที่มีเฉพาะเห็ดกระถินพิมาน และยาเคมีบำบัด cisplatin ซึ่งเป็นยาสำหรับรักษามะเร็งเป็นชุดการทดลองเปรียบเทียบด้วยเทคนิค MTT assay และนำค่าการมีชีวิตรอดของเซลล์ในแต่ละความเข้มข้นมาคำนวณหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้จำนวนเซลล์มีชีวิตเท่ากับ 50% (50% inhibitory concentration : IC₅₀) เพื่อใช้ในการศึกษาวัฏจักรเซลล์ด้วยเทคนิค cell cycle analysis (PI assay) อะพอพโทซิสด้วยเทคนิค Annexin V apoptosis assay และการแสดงออกของยีน *IFNGR1* และยีน *KRAS* ด้วยเทคนิค real-time PCR

วิธีการดำเนินการวิจัย

การสกัดสารจากตัวอย่าง

เริ่มจากการอบตัวอย่าง 2 สูตรที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่อบแล้วมาสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายโดยสกัดด้วยเครื่อง Soxhlet extractor (Rajha et al. 2012) ใช้เวลาสกัดทั้งสิ้น 6 ชั่วโมงแบ่งเป็น 2 รอบ รอบละ 3 ชั่วโมง จึงได้สารสกัดในรูปของสารละลายสีน้ำตาลและนำสารละลายกรองด้วยฟิลเตอร์กรองขนาด 0.22 µm ต่อมนำสารสกัดหาค่าความเข้มข้นโดยนำสารสกัดมาระเหย้น้ำออก และชั่งน้ำหนักแห้งของตะกอนที่เหลือจากการระเหยน้ำออก หลังจากนั้นเก็บรักษาไว้ที่ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 °C

ทดสอบการมีชีวิตของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากด้วยเทคนิค MTT assay

นำสารสกัดสูตรตำรับโดยมีสารสกัดเห็ดกระถินพิมานและ cisplatin (Sigma-Aldrich, UK) เป็นชุดการทดลองเปรียบเทียบต่อการมีชีวิตของเซลล์ PC-3 เริ่มต้นโดยการนำเซลล์ 3,000 เซลล์ต่อหลุมเลี้ยงใน 96 well plate หลังจากนั้น 24 ชั่วโมง นำสารสกัดสูตรตำรับที่ความเข้มข้นอยู่ในช่วง 100-275 µg/ml ผสมกับอาหารเลี้ยงเซลล์โดยสารสกัดจะถูกผสมลงไปปริมาณ 10% ของปริมาณอาหารเลี้ยงเซลล์ต่อหลุม ในส่วนของสารสกัดเห็ดกระถินพิมานทดสอบในช่วงความเข้มข้น 1,250-3,000 µg/ml เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นทดสอบการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากด้วยเทคนิค MTT assay (Sylvester, 2011) โดยใช้สาร methylthiazolyldiphenyl tetrazolium bromide (MTT) (Sigma-Aldrich, UK) วัดการมีชีวิตของเซลล์ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Microplate reader) (Dyner, USA) และจึงนำค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 570 nm ที่วัดได้มาคำนวณหาร้อยละการมีชีวิตของเซลล์ (% cell viability) เพื่อใช้คำนวณหา IC₅₀ ในสารสกัดสูตรตำรับ สารสกัดเห็ดกระถินพิมาน และ cisplatin ที่ 5 ช่วงความเข้มข้น เพื่อใช้ช่วงความเข้มข้นของ IC₅₀ ที่คำนวณได้ในการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรที่มีฤทธิ์กดการเพิ่มจำนวนเป็นองค์ประกอบต่อวัฏจักรเซลล์ อะพอพโทซิสและการแสดงออกของยีน *IFNGR1* และยีน *KRAS* ในเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก

ทดสอบวัฏจักรเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากด้วยเทคนิค cell cycle analysis (PI assay)

นำสารสกัดสูตรตำรับ โดยมีสารสกัดเห็ดกระถินพิมานและ cisplatin เป็นชุดการทดลองเปรียบเทียบกับต่อวัฏจักรเซลล์ของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก เริ่มต้นโดยการนำเซลล์ 150,000 เซลล์ต่อหลุมเลี้ยงใน 6 well plate หลังจากนั้น 24 ชั่วโมง นำสารสกัดสูตรตำรับ สารสกัดเห็ดกระถินพิมานและ cisplatin ที่มีช่วงความเข้มข้นตามค่า IC_{50} ที่หาได้ หลังจากนั้น 72 ชั่วโมงทำการเก็บเซลล์ ย้อมเซลล์ด้วยสารเรืองแสง propidium iodide (PI) (BD, U.S.) และทำการวิเคราะห์เซลล์ในวัฏจักรเซลล์โดยเครื่องวัดขนาดเซลล์โดยใช้แสงเลเซอร์ (flow cytometer) (Beckman Coulter, U.S.) โดยมีชุดควบคุมที่ไม่มีการผสมสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบลงไป

ทดสอบอะพอพโทซิสของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากด้วยเทคนิค Annexin V apoptosis assay

นำสารสกัดสูตรตำรับ โดยมีสารสกัดเห็ดกระถินพิมานและ cisplatin เป็นชุดการทดลองเปรียบเทียบกับกระบวนการอะพอพโทซิสของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก เริ่มต้นโดยการนำเซลล์ 150,000 เซลล์ต่อหลุมเลี้ยงใน 6 well plate หลังจากนั้น 24 ชั่วโมง นำสารสกัดสูตรตำรับ สารสกัดเห็ดกระถินพิมานและ cisplatin ที่มีช่วงความเข้มข้นตามค่า IC_{50} ที่หาได้ หลังจากนั้น 72 ชั่วโมงทำการเก็บเซลล์ ย้อมเซลล์ด้วย Annexin V (Abcam, UK) และสารเรืองแสง PI (Abcam, UK) และทำการวิเคราะห์การตายของเซลล์ด้วยเครื่องวัดขนาดเซลล์โดยใช้แสงเลเซอร์ โดยมีชุดควบคุมที่ไม่มีการผสมสารสกัดสมุนไพรที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบลงไป

ทดสอบการแสดงออกของยีนด้วยเทคนิค real-time PCR

ออกแบบไพรเมอร์ของยีน *IFNGR1* และยีน *KRAS* โดยใช้ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์จากฐานข้อมูล NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/refseq/rsg/>) และใช้โปรแกรม Primer 3 (<https://www.primer3plus.com/>) และไพรเมอร์ของยีน glyceraldehydes-3-phosphate dehydrogenase (*GAPDH*) ที่ใช้เป็นยีนอ้างอิงซึ่งได้อ้างอิงลำดับนิวคลีโอไทด์ตามงานวิจัยของ Chalertpet et al. (2019) แสดงรายละเอียดของไพรเมอร์ดังตารางที่ 1

เตรียมเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากที่ถูกเลี้ยงในสารสกัดสูตรตำรับ และสารสกัดเห็ดกระถินพิมาน เริ่มต้นโดยการนำเซลล์ 50,000 เซลล์ต่อหลุมเลี้ยงใน 12 well plate หลังจากนั้น 24 ชั่วโมง นำสารสกัดสูตรตำรับ สารสกัดเห็ดกระถินพิมาน ที่มีช่วงความเข้มข้นตามค่า IC_{50} ที่หาได้ และชุดควบคุมที่มีเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากที่ถูกเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ปกติที่ไม่มีการผสมสารสกัดเห็ดกระถินพิมานลงไปเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นทำการสกัดอาร์เอ็นเอ (Vrtačnik et al. 2014) และสกัดเป็น complementary DNA (cDNA) (biotechrabbit GmbH, Germany) เพื่อทำ real-time PCR (biotechrabbit GmbH, Germany) หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบระดับการแสดงออกของยีน *IFNGR1* และยีน *KRAS* ของเซลล์ทั้ง 2 ชุดการทดลองโดยใช้ยีน *GAPDH* เป็นยีนอ้างอิง

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดไพรเมอร์ของยีน *IFNGR1* *KRAS* และ *GAPDH*

ไพรเมอร์	ลำดับเบสจาก 5' ไป 3'	ความยาว (bp)	อ้างอิง
<i>IFNGR1</i> -Forward primer	AATTGGACCACCTAAACTGG	20	-
<i>IFNGR1</i> -Reverse primer	AGTTGTAACACCCCACACAT	20	-
<i>KRAS</i> -Forward primer	GGATATTCTCGACACAGCAGGTC	23	-
<i>KRAS</i> -Reverse primer	GCTAAGTCCTGAGCCTGTTTTGTG	23	-
<i>GAPDH</i> -Forward primer	GTCTCCTCTGACTTCA ACAGCGA	23	Chalertpet et al. (2019)
<i>GAPDH</i> -Reverse primer	CCTGTTTCGTGTAGCC AAATTCGT	23	Chalertpet et al. (2019)

ผลการวิจัย

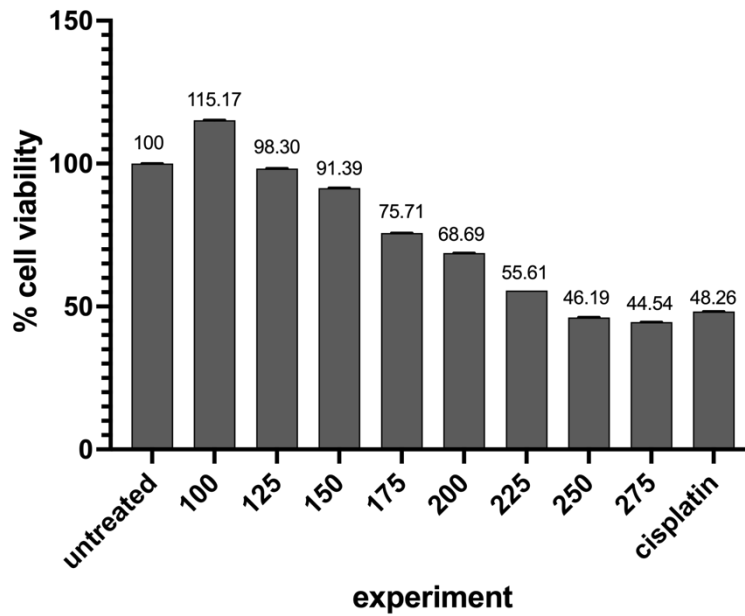
ผลการสกัดสารจากตัวอย่าง

สารสกัดที่ได้เป็นสารละลายใสสีน้ำตาลทั้ง 2 สูตร แต่สารสกัดเห็ดกระถินพิมานมีสีน้ำตาลเข้มกว่าสารสกัดสูตรตำรับ และเมื่อนำสารสกัดทั้ง 2 สูตรวัดความเข้มข้นโดยการชั่งน้ำหนักตะกอนแห้งหลังจากระเหยน้ำออกจนหมดพบว่าสารสกัดสูตรตำรับมีความเข้มข้น 7,766 µg/ml และสารสกัดเห็ดกระถินพิมานมีความเข้มข้น 40,770 µg/ml

ผลการทดสอบการมีชีวิตของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากด้วยเทคนิค MTT assay

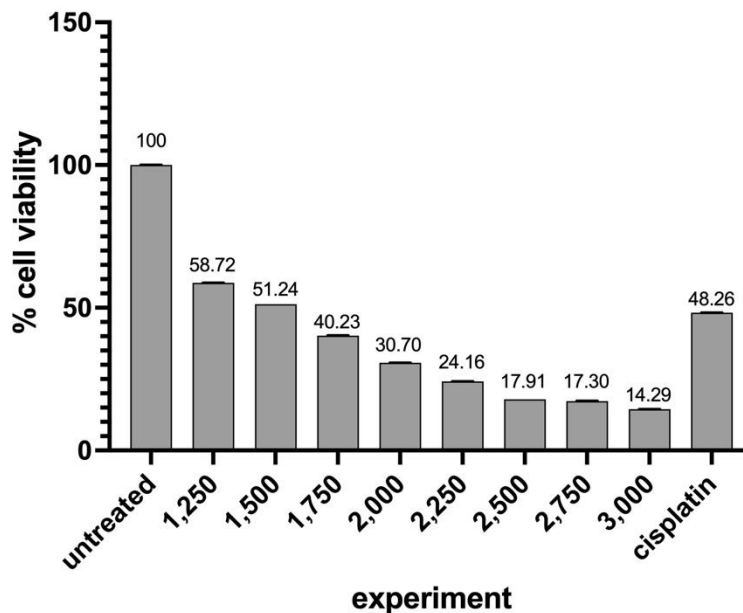
ผลการทดสอบหลังจากคำนวณหาค่าร้อยละการมีชีวิตของเซลล์ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น ค่าร้อยละการมีชีวิตของเซลล์จะลดลง ซึ่งสารสกัดสูตรตำรับเมื่อนำมาทดสอบกับเซลล์ PC-3 พบว่าเมื่อความเข้มข้นเท่ากับ 100 125 150 175 200 225 250 และ 275 µg/ml มีค่าร้อยละการมีชีวิตของเซลล์เท่ากับ 115.17 98.30 91.39 75.71 68.69 55.61 46.19 และ 44.54% ตามลำดับดังภาพที่ 1 และเมื่อนำสารสกัดเห็ดกระถินพิมานความเข้มข้นเท่ากับ 1,250 1,500 1,750 2,000 2,250 2,500 2,750 และ 3,000 µg/ml มีค่าร้อยละการมีชีวิตของเซลล์เท่ากับ 58.72 51.24 40.23 30.70 24.16 17.91 17.30 และ 14.29% ตามลำดับดังภาพที่ 2 และเมื่อนำความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าร้อยละการมีชีวิตของเซลล์กับช่วงความเข้มข้นของสารสกัดทั้ง 2 สูตรมาพลอตกราฟเส้นตรง และสามารถนำสมการเชิงเส้นที่ได้มาคำนวณหาค่า IC_{50} ดังตารางที่ 2

% cell viability of PC-3 (สูตรตำรับ)



ภาพที่ 1 ค่าร้อยละการมีชีวิตของเซลล์ PC-3 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดสูตรตำรับ และ cisplatin ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 2.16 $\mu\text{g/ml}$

% cell viability of PC-3 (PL)



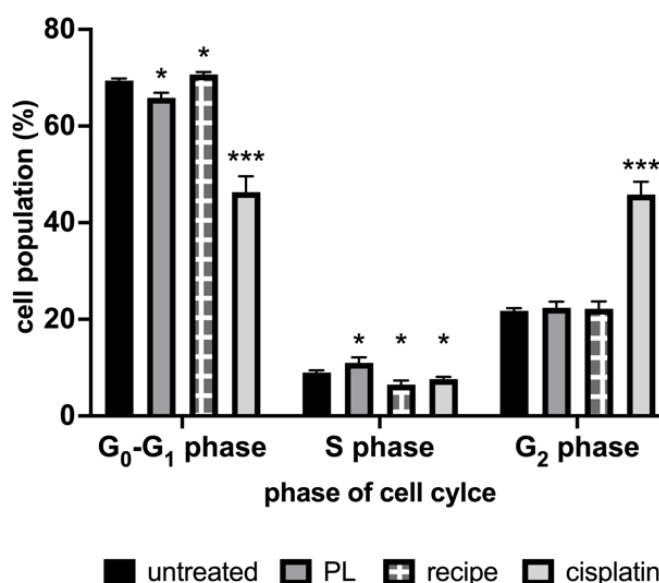
ภาพที่ 2 ค่าร้อยละการมีชีวิตของเซลล์ PC-3 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ สารสกัดเห็ดกระถินพิมาน (PL) และ cisplatin ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 2.16 $\mu\text{g/ml}$

ตารางที่ 2 แสดงสมการเชิงเส้นของค่าร้อยละการมีชีวิตของเซลล์ที่ได้จากการพลอกราฟเส้นตรง และค่า IC₅₀ ของสารสกัดสูตรตำรับ และสารสกัดเห็ดกระถินพิมาน และค่า R-squared ของสมการ

	สมการเชิงเส้นสำหรับคำนวณค่า IC ₅₀	ค่า R-squared	ค่า IC ₅₀ (µg/ml)
สารสกัดสูตรตำรับ	$y = -0.4692x + 162.05$	0.9999	239
สารสกัดเห็ดกระถินพิมาน	$y = -0.0337x + 100.33$	0.9904	1,494

ผลการทดสอบวัฏจักรเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากด้วยเทคนิค cell cycle analysis (PI assay)

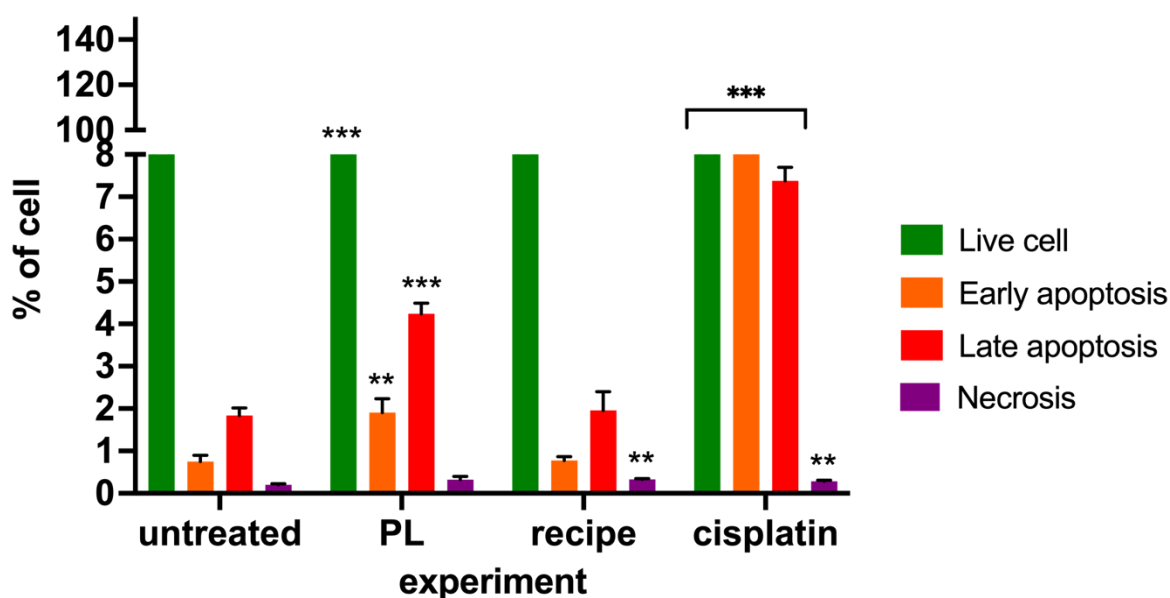
ผลการทดสอบหลังจากนำค่า IC₅₀ ของสารสกัดสูตรตำรับ และสารสกัดเห็ดกระถินพิมานทดสอบกับเซลล์ PC-3 การวิเคราะห์ค่าร้อยละจำนวนประชากรเซลล์หลังจากได้รับสารสกัดทั้ง 2 สูตรในวัฏจักรเซลล์พบว่า สารสกัดสูตรตำรับชักนำเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากให้สะสมอยู่ในระยะ G₀-G₁ เท่ากับ 70.69% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าร้อยละจำนวนประชากรเซลล์ลดลงในระยะ S เท่ากับ 6.5% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าร้อยละจำนวนประชากรเซลล์ในระยะ G₂ เท่ากับ 22.19% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังภาพที่ 3 และสารสกัดเห็ดกระถินพิมานชักนำเซลล์ในระยะ G₀-G₁ เท่ากับ 65.87% ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าร้อยละจำนวนประชากรเซลล์เพิ่มขึ้นในระยะ S เท่ากับ 11% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและ ค่าร้อยละจำนวนประชากรเซลล์ในระยะ G₂ เท่ากับ 22.36% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังภาพที่ 3 โดยมี cisplatin เป็นชุดเปรียบเทียบ



ภาพที่ 3 ค่าร้อยละจำนวนประชากรเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากในวัฏจักรเซลล์ของสารสกัดสูตรตำรับ สารสกัดเห็ดกระถินพิมาน (PL) และ cisplatin ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 2.16 µg/ml

ผลการทดสอบอะพอพโทซิสของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากด้วยเทคนิค Annexin V apoptosis assay

ผลการทดสอบหลังจากนำค่า IC₅₀ ของสารสกัดสูตรตำรับ และสารสกัดเห็ดกระถินพิมานทดสอบกับเซลล์ PC-3 การวิเคราะห์ ค่าร้อยละจำนวนเซลล์ในระยะ Live early apoptosis late apoptosis และ necrosis พบว่าสารสกัดสูตรตำรับชักนำเซลล์ให้อยู่ในระยะ Live มีค่าร้อยละจำนวนเซลล์เท่ากับ 96.94% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระยะ early apoptosis ค่าร้อยละจำนวนเซลล์เท่ากับ 0.77% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระยะ late apoptosis ค่าร้อยละจำนวนเซลล์เท่ากับ 1.96% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ necrosis ค่าร้อยละจำนวนเซลล์เท่ากับ 0.33% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังภาพที่ 4 และสารสกัดเห็ดกระถินพิมานชักนำเซลล์ให้อยู่ในระยะ Live มีค่าร้อยละจำนวนเซลล์เท่ากับ 93.54% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระยะ early apoptosis มีค่าร้อยละจำนวนเซลล์เท่ากับ 1.91% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระยะ late apoptosis มีค่าร้อยละจำนวนเซลล์เท่ากับ 4.24% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ necrosis มีค่าร้อยละจำนวนเซลล์เท่ากับ 0.32% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังภาพที่ 4 โดยมี cisplatin เป็นชุดการทดลองเปรียบเทียบ



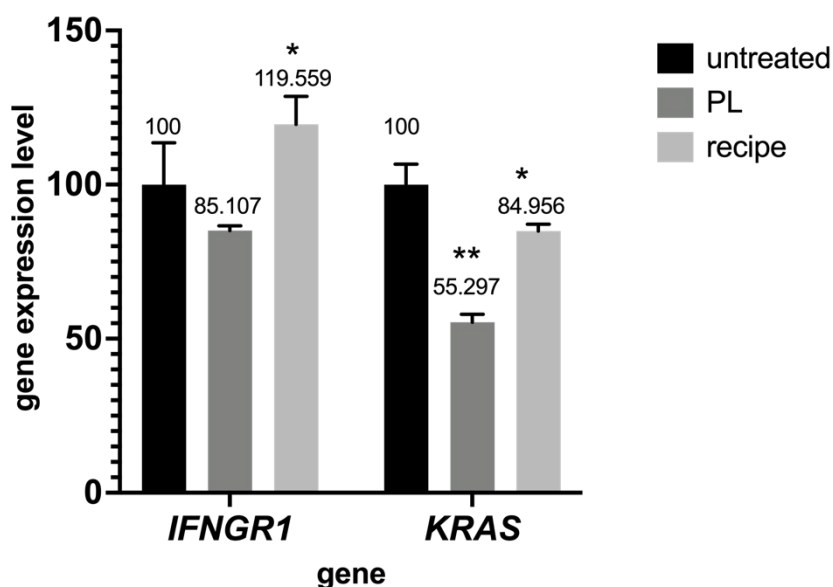
cisplatin ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 2.16 µg/ml ค่าร้อยละของจำนวนประชากรเซลล์ที่แสดงในช่อง early apoptosis แสดงถึงเซลล์อะพอพโทซิส

ผลการทดสอบการแสดงออกของยีนด้วยเทคนิค real-time PCR

จากผลการทดสอบพบว่าเซลล์ PC-3 หลังจากได้รับสารสกัดสูตรตำรับ และสารสกัดเห็ดกระถินพิมานมีค่าร้อยละของการแสดงออกของยีน *IFNGR1* เพิ่มขึ้นโดยมีค่าเท่ากับ 119.56±4.01 และลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 85.107±0.17 ตามลำดับ และค่าร้อยละของการแสดงออกของยีน *KRAS* ลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 84.956±2.18

และ 55.297 ± 2.64 ตามลำดับเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เมื่อนำค่าร้อยละดังกล่าวข้างต้นมาทดสอบทางสถิติพบว่า ค่าร้อยละการแสดงออกของยีน *IFNGR1* เมื่อได้รับสารสกัดสูตรตำรับมีความแตกต่างจากค่าร้อยละการแสดงออกของยีน *IFNGR1* ในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าร้อยละการแสดงออกของยีน *KRAS* เมื่อได้รับสารสกัดสูตรตำรับและสารสกัดเห็ดกระถินพืมานมีความแตกต่างจากค่าร้อยละการแสดงออกของยีน *KRAS* ในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังภาพที่ 5

Gene expression of PC-3 cell



ภาพที่ 5 ค่าร้อยละการแสดงออกของยีน *IFNGR1* และยีน *KRAS* หลังจากได้รับสารสกัดสูตรตำรับ และสารสกัดเห็ดกระถินพืมาน

วิจารณ์ผล

จากผลการสกัดสารสูตรตำรับและสารสกัดเห็ดกระถินพืมานมีความแตกต่างกันในส่วนของความเข้มข้น เนื่องจากผงตัวอย่างของสารเห็ดกระถินพืมานมีความละเอียดมากกว่าผงตัวอย่างสูตรตำรับที่มีลักษณะที่หยาบกว่า เป็นผลทำให้เมื่อนำไปสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิสูงในเวลาเท่ากันสารสกัดเห็ดกระถินพืมานสกัดได้ความเข้มข้นที่สูงกว่า

จากการศึกษาวิจัยของ Sensuke Konno และคณะ (2558) ได้ศึกษามะเร็ง 10 ชนิดพบว่าเซลล์มะเร็ง 10 ชนิดมีการเจริญเติบโตที่ลดลงตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับสารสกัดเห็ดกระถินพืมาน (Konno et al. 2015) จากผลการทดสอบการมีชีวิตของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากพบว่าค่าร้อยละการมีชีวิตของเซลล์ลดลงตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับสารสกัดสูตรตำรับและสารสกัดเห็ดกระถินพืมานเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จึงได้ช่วงความเข้มข้นที่สามารถนำมาคำนวณค่า IC_{50} โดยสารสกัดสูตรตำรับมีค่า IC_{50} เท่ากับ $239 \mu\text{g/ml}$ และสารสกัดเห็ดกระถินพืมานมีค่า IC_{50} เท่ากับ $1,494 \mu\text{g/ml}$ ดังนั้นจากผลการทดสอบสารสกัดสูตรตำรับใช้ความเข้มข้น

ที่ค่าน้อยกว่าสารสกัดเห็ดกระถินพิมานในการทำให้เซลล์มีชีวิตรอด 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด อาจเนื่องมาจากสูตรตำรับมีส่วนประกอบร่วมของของสมุนไพรหลายชนิด เช่น เหง้าข้าวเย็นเหนือ เหง้าข้าวเย็นใต้ จากการศึกษาของ Boonsong Wungsintaweekul และคณะ (2554) ได้ศึกษาสารประกอบฟีนอลิกจากสารสกัด เหง้าข้าวเย็นเหนือพบว่ามียีนประกอบทางเคมีที่สำคัญเช่น resveratrol quercetin และ catechin ที่สามารถ ชักนำการมีชีวิตและวัฏจักรเซลล์ของเซลล์มะเร็งเต้านม

การควบคุมวัฏจักรของเซลล์เป็นหนึ่งในกลไกการควบคุมที่สำคัญของการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งจากการศึกษาวิจัยของ Yi-Chuan Chen และคณะ (2556) ได้ศึกษาฤทธิ์ของเห็ดกระถินพิมานในการชักนำ เซลล์มะเร็งตับให้สะสมในระยะ G_0-G_1 ผลการศึกษาพบว่าเห็ดกระถินพิมานที่ความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นจะยิ่งชักนำ เซลล์มะเร็งตับให้สะสมในระยะ G_0-G_1 เพิ่มมากขึ้น จากงานวิจัยข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่าการลดการควบคุม ของวัฏจักรเซลล์เป็นลักษณะเฉพาะของเซลล์มะเร็งและสารสกัดจากเห็ดกระถินพิมานสามารถลดความสามารถ ของเซลล์มะเร็งได้ จากผลการทดสอบวัฏจักรเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากเมื่อเซลล์ PC-3 ได้รับสารสกัดสูตรตำรับที่ มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบเป็นเวลา 72 ชั่วโมงจำนวนเซลล์ในระยะ G_0-G_1 เพิ่มขึ้นแตกต่างจากชุด ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบอะพอพโทซิสของเซลล์ PC-3 เมื่อเซลล์ได้รับ สารสกัดสูตรตำรับพบว่าค่าร้อยละจำนวนเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากไม่เพิ่มขึ้นในกลไกอะพอพโทซิสแตกต่างจาก ชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บ่งชี้ว่าสารสกัดสูตรตำรับสามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์ PC-3 โดยการกระตุ้นการควบคุมวัฏจักรเซลล์มะเร็งในระยะ G_0-G_1 แต่ไม่ได้ควบคุมกลไกการตายของเซลล์ผ่านกลไกอะพอพโทซิส

จากผลการทดสอบการแสดงออกของยีนพบว่าเมื่อเซลล์ PC-3 ได้รับสารสกัดสูตรตำรับเป็นเวลา 72 ชั่วโมงชักนำการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นของยีน *IFNGR1* แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยโปรตีน *IFN- γ 1* เป็นตัวรับสัญญาณจำเพาะกับ *IFN- γ* โดยมีกลไกกระตุ้นการสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดต่าง ๆ ที่ เพิ่มขึ้นเพื่อมากำจัดเซลล์มะเร็งได้หากมีการตรวจพบ (Bernabei et al. 2001) สอดคล้องกับการศึกษาของ Wenwen Gao และคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากเห็ดกระถินพิมานต่อการเพิ่มหรือลดการแสดงออก ของ *IFN- γ* โดยตรวจระดับของ *IFN- γ* จากซีรัมในหนูที่มีเนื้องอก พบว่าระดับของ *IFN- γ* เพิ่มขึ้นหลังจากที่หนูที่มี เนื้องอกได้รับสารสกัดจากเห็ดกระถินพิมาน เทียบกับหนูที่มีเนื้องอกที่ได้รับน้ำเกลือ จึงอาจกล่าวได้ว่าสารสกัด จากเห็ดกระถินพิมานสามารถช่วยเพิ่มการแสดงออกของ *IFN- γ* ให้ทำงานรวมถึงเพิ่มการแสดงออกของ *IFN- γ 1* ซึ่งเป็นโปรตีนตัวรับที่อยู่บนผิวของเซลล์มะเร็งให้แสดงออก *IFN- γ* จึงจะทำงานได้และเห็นการเพิ่มขึ้นของ *IFN- γ* หลังจากได้รับสารสกัดจากเห็ดกระถินพิมาน (Gao et al. 2017) และผลการแสดงออกยีน *KRAS* ที่ลดลงหลังจาก เซลล์ PC-3 ได้รับสารสกัดสูตรตำรับเป็นเวลา 72 ชั่วโมงแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย โปรตีน *KRAS* มีหน้าที่ส่งสัญญาณเกี่ยวข้องกับการควบคุมการเพิ่มจำนวนเซลล์ในวัฏจักรเซลล์ แต่หากมีการ แสดงออกมากเกินไปจนควบคุมจะสามารถชักนำให้เซลล์พัฒนาไปเป็นเซลล์มะเร็งได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Zhong Shi และคณะ (2558) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากเห็ดกระถินพิมานต่อการแสดงออกของยีน *CaM* *CaMK II* *EGF* *EGFR* และ *KRAS* พบว่ามีการแสดงออกที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากเซลล์มะเร็งตับ

Hep2 ได้รับสารสกัดเห็ดกระถินพิมานเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ดังนั้นการแสดงออกของยีน *KRAS* อาจเกี่ยวข้องกับ การควบคุมวัฏจักรเซลล์ในระยะ G_0-G_1

สรุปผล

การศึกษานี้เผยให้เห็นคุณสมบัติของสารสกัดที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบต่อการควบคุมการมีชีวิตของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก และสามารถการควบคุมวัฏจักรของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากด้วยการเหนี่ยวนำ เซลล์ในระยะ G_0-G_1 สอดคล้องกับการลดการแสดงออกของยีน *KRAS* และเพิ่มการแสดงออกของยีน *IFNGR1* ที่มี กลไกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ PC-3 บ่งชี้ว่าสารสกัดที่มีเห็ดกระถินพิมานเป็นองค์ประกอบเป็น ตัวเลือกที่มีประสิทธิภาพสำหรับการรักษามะเร็งต่อมลูกหมากในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะ ทางด้านอนุพันธุศาสตร์มะเร็งและโรคของมนุษย์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย โดยศ. นพ.ดร.อภิวัฒน์ มุทิรากรู ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษา ในครั้งนี้ และขอขอบคุณบริษัท เนเจอร์ เฮิร์บ อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล โฮลดิ้ง จำกัด และบริษัท เฮิร์บ ฟอรั ยู จำกัด ที่ ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- Bernabei, P. et al. 2001. Interferon-gamma receptor 2 expression as the deciding factor in human T, B, and myeloid cell proliferation or death. *Journal of Leukocyte Biology*. 70(6): 950-960.
- Chalertpet, K., Sangkheereput, T., Somjit, P., Bankeeree, W., and Yanatatsaneejit, P. 2022. *Phellinus linteus*, a main component extract, regulates cell proliferation and colony formation suppression, cell cycle arrest and apoptotic induction in breast cancer cell lines through the downregulation of anti-proliferative genes. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. (submitted)
- Chen, Y.-C. et al. 2013. Hispolon from *Phellinus linteus* induces G_0/G_1 cell cycle arrest and apoptosis in NB4 human leukaemia cells. *The American Journal of Chinese Medicine*, 41(06): 1439-1457.
- Crawford, D.E. 2003. Epidemiology of prostate cancer. *Urology*. 62(6): 3-12.

- Gao, W., Wang, W., Sun, W., Wang, M., Zhang, N., and Yu, S. 2017. Antitumor and immunomodulating activities of six *Phellinus igniarius* polysaccharides of different origins. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 14(5): 4627-4632.
- Jančík, S., Drábek, J., Radzioch, D., and Hajdúch, M. 2010. Clinical relevance of *KRAS* in human cancers. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 2010: 150960.
- Konno, S., Chu, K., Feuer, N., Phillips, J., and Choudhury, M. 2015. Potent anticancer effects of bioactive mushroom extracts (*Phellinus linteus*) on a variety of human cancer cells. *Journal of Clinical Medicine Research*. 7(2): 76.
- Quinn, M., and Babb, P. 2002. Patterns and trends in prostate cancer incidence, survival, prevalence and mortality part I: international comparisons. *British Journal of Urology*. 90(2): 162-173.
- Rajha, H. N., El Darra, N., Louka, N., Maroun, R. G., Ziegler, W., and Böchzelt, H. 2012. Valorization of industrial waste using energy saving procedures. Phenolic compounds purification from grape by-products by Accelerated Solvent Extraction (ASE). 2012 International Conference on Renewable Energies for Developing Countries. 1:5.
- Sylvester, P.W. 2011. Optimization of the tetrazolium dye (MTT) colorimetric assay for cellular growth and viability. *Methods in Molecular Biology*. 716: 57-168.
- Vrtačnik, Peter. et al. 2014. Influence of trypsinization and alternative procedures for cell preparation before RNA extraction on RNA integrity. *Analytical Biochemistry*. 463: 38-44.
- Wungsintaweekul, B., Umehara, K., Miyase, T., and Noguchi, H. 2011. Estrogenic and anti-estrogenic compounds from the Thai medicinal plant, *Smilax corbularia* (Smilacaceae). *Phytochemistry*, 72(6): 495-502.
- Zapora, E., Wolkowycki, M., Bakier, S., and Zjawiony, J. K. 2016. *Phellinus igniarius*: A pharmacologically active polypore mushroom. *Natural Product Communications*, 11(7): 1934578-1601100741.
- Zhong, S., Li, Y., Lin, T., Lyu, Z., and Ji, D. 2015. Effect of polysaccharide P1 from *Phellinus linteus* on cell cycle and calcium/calmodulin-dependent protein signal pathway in HepG2 cells. *Chinese Journal of Pharmacology and Toxicology*, 29(3): 417-423.
- Zhu, T., Kim, S.H., and Chen, C.Y. 2008. A medicinal mushroom: *Phellinus linteus*. *Current Medicinal Chemistry*. 15(13): 1330-1335.

การประยุกต์ใช้แร่ดินเหนียวในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่มีรูพรุน Application of clay mineral to detect latent fingerprints on non-porous surfaces

ณัฐินี ลิ้มเจียมรัมย์¹ สุธินี เกิดเทพ² เกษศิรินทร์ เอกสินีทกุล^{1*}

Nattinee Limjeamrangsri¹ Sutinee Girdthep² and Gedsirin Eksinitkun^{1*}

¹สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม 73140

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม 73000

¹Program in Forensic Science, Chemistry division, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University,
Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom, 73140

²Department of Chemistry, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakhon Pathom, 73000

Corresponding author E-mail: Gedsirin.e@ku.th, nattinee.li@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพการใช้แร่ดินเหนียวในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่มีรูพรุนสีเข้ม โดยเทคนิคการปัดผงฝุ่นนั้นเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วสำหรับการตรวจเก็บวัตถุพยานสำหรับงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการประยุกต์ใช้ผงแร่ดินเหนียวขาว (White clay) ที่หาได้ง่ายและปลอดภัยมาทดสอบหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวสีเข้มที่แตกต่างกัน 3 ชนิด (เซรามิก พลาสติกผิวเรียบ และพลาสติกผิวขรุขระ) โดยทิ้งลายนิ้วมือตัวอย่างก่อนการทดสอบ 1, 3, 7, 10, 14, 30, 45 และ 60 วัน ตามลำดับ ในการทดลองจะทำซ้ำ 3 ครั้ง หลังจากนั้นได้ทำการตรวจนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษด้วยระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (mini-Automated Fingerprint Identification System) พบว่าลายนิ้วมือแฝงมีความชัดเจนและสามารถตรวจพบจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้มากกว่า 30 จุด บนเซรามิก พลาสติกผิวเรียบ และพลาสติกผิวขรุขระ ที่ระยะเวลา 30, 7 และ 1 วัน ตามลำดับ ซึ่งเพียงพอต่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

คำสำคัญ : ลายนิ้วมือแฝง แร่ดินขาว จุดลักษณะสำคัญพิเศษ ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ

Abstract

The objectives of this research were to study the quality and efficiency of using clay mineral to detect latent fingerprints on dark non-porous surfaces. The powder-dusting technique is a quick and easy method for collecting evidence for forensic science. This study reports the adaption of readily available and non-toxic white clay powder for the development of latent fingerprints on three different dark surfaces (ceramics, smooth plastic, and rough-surfaced plastics). With sample fingerprints left for 1, 3, 7, 10, 14, 30, 45 and 60 days before examination.

The experiments were repeated three times, after which using the mini-Automated Fingerprint Identification System (AFIS). The results of the evidence were clear, and detectable minutiae can be used for visualization and identification of latent prints more than 30 points of minutiae at 30, 7 and 1 day, respectively, which are sufficient for identification.

Keywords : Latent fingerprint, White clay mineral, Minutiae, mini-Automated Fingerprint Identification System

บทนำ

ปัจจุบันสภาพเศรษฐกิจ สังคม หรือทางโรคร้ายต่างๆ มีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์มากขึ้น สิ่งเหล่านี้อาจทำให้มีความคิด ทัศนคติ สภาพจิตใจของมนุษย์เอนเอียงไปในทางการก่ออาชญากรรมได้จำนวนมากขึ้นจากอดีต ลักษณะการก่ออาชญากรรมนั้นมีหลายรูปแบบ เช่น การลักทรัพย์ การกระทำผิดทางคอมพิวเตอร์ การทำร้ายร่างกายผู้อื่น หรือการก่อเหตุที่รุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต โดยการก่ออาชญากรรมนั้นสามารถเกิดได้ทุกสถานที่ ทุกสภาพแวดล้อม และทุกเวลา โดยอาชญากรรมที่เกิดขึ้นจะต้องอาศัยความยุติธรรมให้แก่ผู้เสียหาย จึงต้องมีการสืบหาพยานหลักฐานเพื่อนำไปสู่กระบวนการลงโทษต่อผู้กระทำผิด การตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมือนั้นมีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากสามารถพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้ เมื่อมีการสัมผัสสิ่งของสิ่งนั้นย่อมมีการแลกเปลี่ยนวัตถุพยานต่อกัน การเกิดลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุสามารถเกิดได้ในพื้นผิววัตถุพยานหลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นพื้นผิวเรียบ ผิวขรุขระ ผิวมีรูพรุน หรือแม้แต่สีที่แตกต่างของวัตถุพยานก็มีผลต่อการตรวจสอบพยานวัตถุ

งานวิจัยจำนวนมากได้รายงานเกี่ยวกับการตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมือด้วยผงปิดฝุ่นสีดำบนพื้นผิวสีสว่าง แต่สำหรับพื้นผิววัตถุพยานสีเข้มยังคงมีเพียงผงฝุ่นที่มีไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) เป็นองค์ประกอบในการตรวจสอบปัจจุบัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานในระยะยาว ทางผู้วิจัยจึงสนใจนำผงแร่ดินขาว (White Clay) ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีขาวที่เหมาะสมกับการทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัตถุสีเข้ม เพื่อศึกษาคุณภาพของการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง อีกทั้งมีราคาถูก หาได้ง่าย และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้ลายพิมพ์นิ้วมือที่มีคุณภาพ และเป็นประโยชน์สูงสุดต่อการตรวจพิสูจน์หลักฐานเพื่อหาความจริงในงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ และลดอัตราเสี่ยงการรับสารก่อมะเร็งจากผงปิดฝุ่นไททาเนียมไดออกไซด์ ต่อนักนิติวิทยาศาสตร์ในการทำงานพิสูจน์หลักฐาน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับปิดผงฝุ่น ประกอบด้วยผงแร่ดินขาว และแป้งปิดผงฝุ่น สำหรับอุปกรณ์ที่มีพื้นผิวสีเข้ม ประกอบด้วย แจกัน (ผิวเซรามิก), พลาสติกผิวเรียบ และพลาสติกผิวขรุขระ รวมถึงกล่อง

โทรศัพท์มือถืออีรูน iPhone 13 pro และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติขนาดเล็ก (mini AFIS)

2. ศึกษาคุณภาพของผงแร่ดินขาว (White clay) ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่มีรูพรุนสีเข้ม

2.1 จัดหาอาสาสมัครเพื่อประทับลายนิ้วมือลงบนพื้นผิววัตถุ โดยอาสาสมัครผู้หญิง อายุ 29 ปี จะไม่ทำความสะอาดมือก่อนทำการทดสอบเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง โดยสามารถสัมผัสผิวบริเวณใบหน้า และลำคอได้ปกติ

2.2 จากนั้นประทับนิ้วหัวแม่มือลงบนพื้นผิววัตถุทั้งหมด 3 ชนิด (เซรามิก พลาสติกผิวเรียบ และพลาสติกผิวขรุขระ) โดยทิ้งลายนิ้วมือตัวอย่างก่อนการทดสอบปิดผงฝุ่น เป็นระยะเวลา 1, 3, 7, 10, 14, 30, 45 และ 60 วัน ตามลำดับ ในการทดลองจะทำซ้ำ 3 ครั้ง

2.3 ทำการปิดผงแร่ดินขาวลงบนผิววัตถุที่เตรียมไว้ตามข้อ 2.2 จากนั้นทำการถ่ายภาพทั้งหมดที่ทำการทดลอง และนำภาพที่ได้ตรวจหาจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) โดยระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติขนาดเล็ก (mini AFIS) และนำค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษมาแปรผลเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของผงปิดฝุ่นที่ใช้ทดสอบ

3. วิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลองที่ได้ทั้งหมด

การวิเคราะห์และตรวจหารอยลายพิมพ์นิ้วมือ จะอาศัยการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) โดยกำหนดเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ตารางการแบ่งเกณฑ์ระดับคุณภาพของผงปิดฝุ่นลายพิมพ์นิ้วมือ

จำนวน Minutiae	ระดับคุณภาพลายพิมพ์นิ้วมือ
41-53 จุด	A : ระดับคุณภาพดีเยี่ยม
28-40 จุด	B : ระดับคุณภาพดี
14-27 จุด	C : ระดับคุณภาพพอใช้
0-13 จุด	D : ระดับคุณภาพแย่มาก

ซึ่งในการแปรผลแบ่งเกณฑ์หาค่าต่างๆ ได้จาก

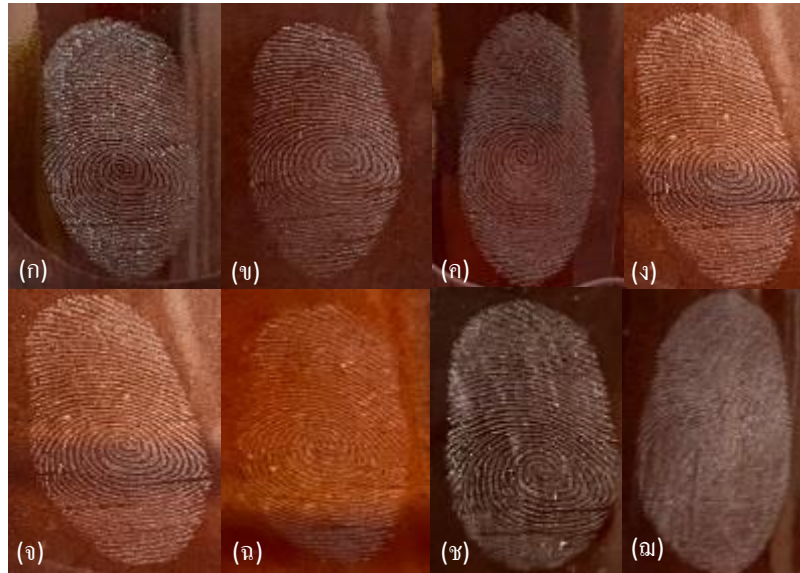
$$\text{ระดับคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวน minutiae ที่ตรวจพบสูงสุด} - \text{จำนวน minutiae ที่ตรวจพบน้อยสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ผงแร่ดินขาวปิดบนพื้นผิวสีเข้ม 3 ชนิด ได้แก่ เซรามิก พลาสติกผิวเรียบ และพลาสติกผิวขรุขระ ที่ระยะเวลาของลายพิมพ์นิ้วมือถูกทิ้งไว้ก่อนการทดสอบ 1, 3,

7, 10, 14, 30, 45 และ 60 วัน ตามลำดับ ในการทดลองจะทำซ้ำ 3 ครั้ง หลังจากการถ่ายภาพรอยลายนิ้วมือ
 แผลงได้ทำการสแกนเข้าระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ ทำการตรวจนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ เพื่อใช้ในการ
 การเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแผลงที่ตรวจเก็บได้มาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. ภาพผลการทดลองปิดผงฝุ่นด้วยแร่ดินเหนียวขาวบนพื้นผิวแจกันเซรามิก



ภาพที่1 รอยลายพิมพ์นิ้วมือแผลงบนพื้นผิวแจกันเซรามิก 1 วัน (ก) 3 วัน (ข) 7 วัน (ค) 10 วัน (ง)
 14 วัน (จ) 30 วัน (ฉ) 45 วัน (ช) 60 วัน (ฌ)

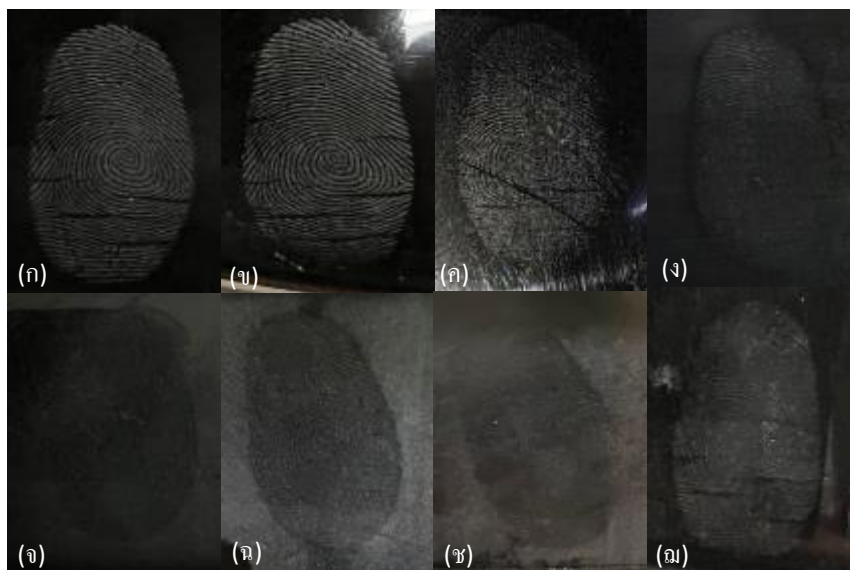
ตารางที่1 แสดงค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายพิมพ์นิ้วมือแผลงบนพื้นผิวแจกันเซรามิก

ค่าจุดลักษณะสำคัญ พิเศษ	ระยะเวลาทดลอง							
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 7	วันที่ 10	วันที่ 14	วันที่ 30	วันที่ 45	วันที่ 60
35	44	34	38	46	35	9	14	
39	33	29	40	36	49	12	13	
55	41	36	38	49	45	12	5	
ค่าเฉลี่ย	43.00	39.34	33.00	38.67	41.67	40.67	11.00	7.30

จากการตรวจหารอยลายนิ้วมือแผลงบนพื้นผิวแจกันเซรามิก หลังจากพิมพ์ลายนิ้วมือทิ้งไว้ 30 วันแล้วทำ
 การปิดผงฝุ่น พบว่าลายนิ้วมือแผลงมีความชัดเจนมากและสามารถตรวจพบจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้มากถึง 28
 จุด ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มคุณภาพระดับดีขึ้นไป (คุณภาพระดับ A และ B) สามารถใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้ ส่วน

หลังจาก 45 และ 60 วัน แล้วทำการปิดผงฝุ่นตรวจพบจุดลักษณะสำคัญพิเศษเฉลี่ยต่ำกว่า 13 จุด ซึ่งจัดอยู่ในระดับคุณภาพแย่มาก (คุณภาพระดับ D) ไม่สามารถใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้ตามกฎหมาย

2. ภาพผลการทดลองปิดผงฝุ่นด้วยแร่ดินเหนียวขาวบนพื้นผิวพลาสติกเรียบ



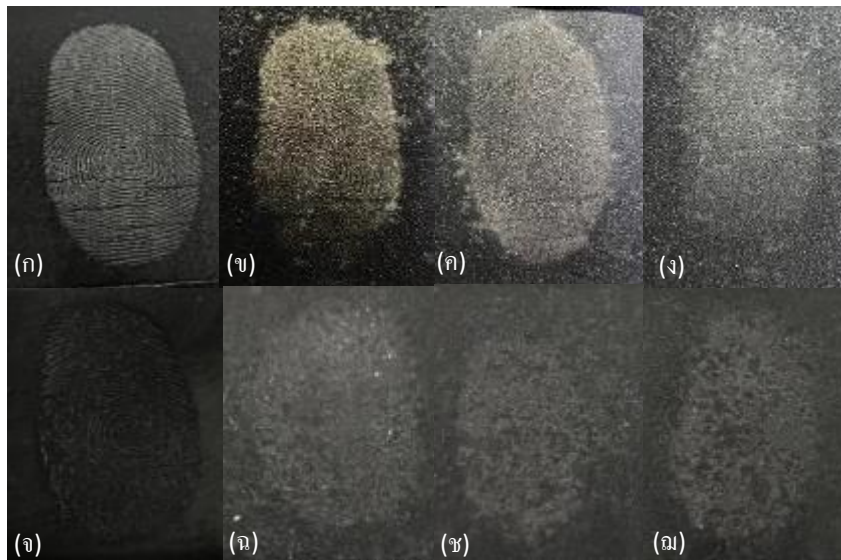
ภาพที่ 2 รอยลายพิมพ์นิ้วมือแฝงบนพื้นผิวพลาสติกเรียบ 1 วัน (ก) 3 วัน (ข) 7 วัน (ค) 10 วัน (ง) 14 วัน (จ) 30 วัน (ฉ) 45 วัน (ช) 60 วัน (ฌ)

ตารางที่ 2 แสดงค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายพิมพ์นิ้วมือแฝงบนพื้นผิวพลาสติกผิวเรียบ

ค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษ	ระยะเวลาทดลอง							
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 7	วันที่ 10	วันที่ 14	วันที่ 30	วันที่ 45	วันที่ 60
45	61	18	32	18	9	26	23	
55	52	39	22	13	15	23	21	
46	58	39	12	22	44	19	12	
ค่าเฉลี่ย	48.60	57.00	32.00	22.00	17.66	22.66	22.66	18.6

จากการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวพลาสติกเรียบ หลังจากพิมพ์ลายนิ้วมือทิ้งไว้ 1 และ 3 วัน แล้วทำการปิดผงฝุ่น พบว่าลายนิ้วมือแฝงมีความชัดเจนมากและสามารถตรวจพบจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ค่าเฉลี่ยมากถึง 48 และ 57 จุด ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มคุณภาพระดับดีเยี่ยม (คุณภาพระดับ A) ในส่วนการทดลองตั้งแต่ 10 วันเป็นต้นไป พบจุดลักษณะสำคัญพิเศษจัดกลุ่มอยู่ในระดับคุณภาพพอใช้ (คุณภาพระดับ C) แต่จุดลักษณะสำคัญพิเศษยังเพียงพอต่อการพิสูจน์เพื่อยืนยันเอกลักษณ์ตัวบุคคลได้

3. ภาพผลการทดลองปิดผงฝุ่นแร่ดินเหนียวขาวบนพื้นผิวพลาสติกขรุขระ



ภาพที่ 3 รอยลายพิมพ์นิ้วมือแฝงบนพื้นผิวพลาสติกขรุขระ 1 วัน (ก) 3 วัน (ข) 7 วัน (ค) 10 วัน (ง)
14 วัน (จ) 30 วัน (ฉ) 45 วัน (ช) 60 วัน (ฉ)

ตารางที่ 3 แสดงค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายพิมพ์นิ้วมือแฝงบนพื้นผิวพลาสติกขรุขระ

ค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษ	ระยะเวลาทดลอง							
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 7	วันที่ 10	วันที่ 14	วันที่ 30	วันที่ 45	วันที่ 60
17	5	0	2	5	4	0	1	
51	9	7	2	8	4	0	3	
61	15	4	2	8	8	2	0	
ค่าเฉลี่ย	43.00	9.66	3.66	2.00	7.00	5.33	0.66	1.33

จากการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวพลาสติกขรุขระ หลังจากพิมพ์ลายนิ้วมือทิ้งไว้ 1 วันแล้วทำการปิดผงฝุ่น พบว่าลายนิ้วมือแฝงมีความชัดเจนมากและสามารถตรวจพบจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ค่าเฉลี่ยมากถึง 43 จุด ซึ่งจัดอยู่ในระดับคุณภาพดีเยี่ยม (ระดับคุณภาพ A) สามารถใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้ แต่ในส่วนวันที่ 3 เป็นต้นไป พบค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษมีค่าน้อยกว่า 10 จุด ไม่สามารถใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้

สรุปผล

ในการวิจัยในครั้งนี้พบว่า การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยแร่ดินเหนียวขาวบนพื้นผิวเซรามิก และพลาสติกผิวเรียบ จะสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือได้แม้ว่าวัตถุพยานถูกทิ้งไว้นานถึง 30 วัน ยังคงให้ค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้มากกว่า 20 จุดขึ้นไป เนื่องจากกลุ่มงานตรวจลายนิ้วมือแฝง สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ

กำหนดจำนวนจุดลักษณะพิเศษของลายเส้นใน 1 รอยลายนิ้วมือ/ฝ่ามือ/ ฝ่าเท้า ที่จะเพียงพอในการตรวจพิสูจน์ เพื่อยืนยันตัวบุคคลที่จำนวน 10 จุดขึ้นไป โดยผลงานวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ. ดร. เกษศิริรินทร์ เอกสินธ์กุลที่คอยให้คำปรึกษา ดูแลและช่วยเหลือในทุกด้านของงานวิจัย และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรที่ได้สนับสนุนงบประมาณแผ่นดินเหนียวขาว จึงทำให้เกิดงานวิจัยครั้งนี้ และสุดท้ายขอขอบคุณทางศูนย์ตรวจพิสูจน์หลักฐาน๑ จังหวัดปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้โปรแกรม mini AFIS จนงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Jones, B. J., Reynolds, A. J., Richardson, M., and Sears, V. G. 2010. Nano-scale composition of commercial white powders for development of latent fingerprints on adhesives. *Sci Justice*, 50(3), 150-155.
- Moreno, S., Brown, G., Klein, M., Wang, Q., Markiewicz, J. T., Alemán, E. A., . . . Quiñones, R. 2021. Chemical composition effect on latent print development using black fingerprint powders. *Forensic Chemistry*, 26.
- Nik Hassan, N. F., Che Hamzah, C. N., Rajan, R., & Zakaria, Y. 2021. Recycling of Nanosilica Powder from Bamboo Leaves and Rice Husks for Forensic Applications. In *Waste Recycling Technologies for Nanomaterials Manufacturing* (pp. 295-323).
- Rajan, R., Zakaria, Y., Shamsuddin, S., & Nik Hassan, N. F. 2020. Robust synthesis of mono-dispersed spherical silica nanoparticle from rice husk for high definition latent fingerprint development. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(11)
- Sari, S. A., Qalbiah, U., and Putri, I. C. 2018. Comparison between Latent Fingerprint Identification using Black Powder and Cyanoacrylate Glue. *Asian Journal of Chemistry*, 30(12), 2615-2620.
- Wei, S., & Cui, X. 2021. Synthesis of gold nanoparticles immobilized on fibrous nano-silica for latent fingerprints detection. *Journal of Porous Materials*, 28(3), 751-762.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน Product Development of Crispy Jelly Supplemented with Mulberry Fruits

อรกช อาลี¹ ณัฐนรี แสงเส้น¹ อัจฉริยะกุล พวงเพ็ชร¹ พรอริยา ฉิรินัง¹ จินตนา สังโสภา^{1*}
Orakoch Alee¹ Natnaree Sangsen¹ Ascharyakul Puangphet¹ Phonariya Chirinang¹
Jintana Sangsopa^{1*}

¹ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพชรบุรี 76000

¹ Department of Applied Food and Nutrition, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University Phetchaburi,
Thailand 76000

*Corresponding author E-mail: jintana.san@mail.pbru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน โดยศึกษาวุ้นกรอบสูตรพื้นฐานทั้งหมด 3 สูตร ทำการวิเคราะห์คุณภาพและประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) คัดเลือกขนมวุ้นกรอบที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุด นำมาศึกษาการเสริมลูกหม่อนบดที่ปริมาณแตกต่างกันที่ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 20, 40, 60 และ 80 กรัม ตามลำดับ พบว่าขนมวุ้นกรอบสูตรพื้นฐานสูตรที่ 1 ประกอบด้วยผงวุ้น 10 กรัม น้ำตาลทราย 500 กรัม และน้ำเปล่า 500 กรัม มีคะแนนความชอบในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด ($p \leq 0.05$) ยกเว้นค่าสีซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันกับสูตรอื่น จึงคัดเลือกสูตรที่ 1 มาทำการพัฒนาขนมวุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนบดในปริมาณแตกต่างกัน พบว่าการเสริมลูกหม่อนที่ปริมาณ 20 กรัม มีคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 6.48, 6.30, 6.34, 6.66 และ 6.86 ตามลำดับ จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนอยู่ที่ร้อยละ 90 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าวุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจและเป็นอีกทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ

คำสำคัญ : วุ้นกรอบ ลูกหม่อน การอบแห้ง ผงวุ้น

Abstract

The objective of this research was to develop a crispy jelly product supplemented with mulberry fruits. Three basic crispy jelly formulas were developed. The quality of crispy jelly and sensory characteristics in terms of color, flavor, taste, texture, and overall liking were evaluated using a 9-point scale score (9 Point Hedonic Scale). The most acceptance score of crispy jelly was selected and carried out to develop a crispy jelly product supplemented with ground

mulberry fruits at different levels including 0 (control), 20, 40, 60, and 80 g, respectively. The results showed that the basic formula No.1 consisting of 10 g of agar-agar powder, 500 g of sugar and 500 g of water had the highest scores of flavor, taste, texture, and overall liking ($p \leq 0.05$). Therefore, the formula 1 was selected to develop a crispy jelly supplemented with mulberry fruits. The results showed that crispy jelly supplemented with 20 g of mulberry fruits had the highest score of color, flavor, taste, texture, and overall liking ($p \leq 0.05$), with scores of 6.48, 6.30, 6.34, 6.66, and 6.86, respectively. A consumer acceptability study found that crispy jelly product supplemented with mulberry fruits was accepted at 90%. This study indicated that crispy jelly supplemented with mulberry fruit is an attractive and alternative product for health-conscious consumers.

Keywords : Crispy Jelly, Mulberry fruit, Drying, Agar-agar powder

บทนำ

วุ้นกรอบเป็นขนมหวานสำหรับทานเล่นหรือนำไปเป็นของฝาก มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปร่างต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับแบบแม่พิมพ์ที่ใช้ ด้านนอกเป็นเกล็ดน้ำตาลเคลือบที่ผิวขนม มีกลิ่นหอมและสีสวยงามเนื่องมาจากการเติมสีและกลิ่นสังเคราะห์ จึงทำให้เป็นที่ดึงดูดความสนใจและสามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย (อินทร์ธิดา, 2557) ในปัจจุบันพบว่ามีการพัฒนาสูตรขนมวุ้นกรอบให้มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น การดัดแปลงส่วนผสมโดยการเสริมใยอาหารจากผลไม้ต่าง ๆ เช่น มะม่วง แก้วมังกร สับปะรด ฝรั่ง แอปเปิ้ล สตอร์เบอร์รี่และลำไย เป็นต้น (ธีรวัต และ พรกนก, 2557; นรินทร์, 2561; อภิขัญญา และคณะ, 2563)

ในปัจจุบันการใช้ชีวิตเต็มไปด้วยความเร่งรีบและมีการแข่งขันกันสูงขึ้น ผู้คนจึงอยู่ในสภาวะเครียดและขาดความใส่ใจในสุขภาพ ทำให้เกิดพฤติกรรมการเลือกรับประทานอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการลดลงและขาดการออกกำลังกาย ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพตามมา เช่น การเกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ ภาวะโรคอ้วน เบาหวาน และมะเร็ง เป็นต้น ถึงแม้ว่าจะมีอาหารมากมายที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค แต่พบว่าองค์ประกอบบางชนิดก็ยังส่งผลในด้านลบต่อสุขภาพโดยเฉพาะอาหารประเภทขนมหวาน ดังนั้นน่าจะเป็นการดีหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหวานให้มีคุณค่าทางโภชนาการและมีคุณประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพมากขึ้น การนำผลไม้เป็นผลผลิตทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์โดยการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ขนมหวานวุ้นกรอบนั้นเป็นที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากผลไม้เป็นแหล่งสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย มีวิตามินและแร่ธาตุ ทั้งเส้นใยอาหารและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ ซึ่งมีบทบาทในการช่วยส่งเสริมสุขภาพได้

หม่อนหรือมัลเบอร์รี่ (Mulberry) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Morus nigra* L. เป็นหนึ่งในพืชตระกูลเบอร์รี่ ผลหม่อนมีลักษณะอวบน้ำ ผลอ่อนมีสีเขียวอ่อน แต่เมื่อแก่เต็มที่จะมีสีแดงเข้มไปจนม่วงเข้มหรือเกือบดำ มีรสหวานอมเปรี้ยว ผลหม่อนอุดมไปด้วยสารอาหารและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น วิตามินซี

สารประกอบฟีนอลิก สารแอนโทไซยานิน และมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี (จักรพันธ์ และคณะ, 2559) นิยมนำไปผลิตเป็นน้ำลูกหม่อนและใช้เป็นส่วนผสมในขนมชนิดต่าง ๆ มากมาย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมวงกรอบเสริมลูกหม่อน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติแปลกใหม่และมีคุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากผลหม่อนสุกจะมีรสหวานอมเปรี้ยว มีสีม่วงเข้ม ดังนั้นจึงเป็นการลดการเติมสีและกลิ่นรสสังเคราะห์ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภคที่ชอบในการรับประทานขนมหวานและใส่ใจในสุขภาพ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างลูกหม่อนบด

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ลูกหม่อน (มัลเบอร์รี่แช่แข็ง ยี่ห้อเอโร่) นำลูกหม่อนมาบดละเอียดด้วยเครื่องบด (ยี่ห้อTEFAL SMALL รุ่น DPA130) จากนั้นนำไปเป็นส่วนผสมตามปริมาณที่กำหนดในสูตร

ขั้นตอนการเตรียมวงกรอบ

เตรียมส่วนผสมในการทำวงกรอบดังแสดงในตารางที่ 1 โดยเทผงวงลงในน้ำ คนให้ละลายเข้ากันแล้วพักให้วงเซตตัว 10 นาที จากนั้นนำไปตั้งไฟคนให้ผงวงละลายให้หมด ใส่น้ำตาลทรายขาวลงไปแล้วคนให้เข้ากัน เติมน้ำที่เตรียมไว้ (เฉพาะสูตรที่มีเท่านั้น) ทำการคนตลอดเวลาโดยใช้ไฟอ่อน ๆ เมื่อละลายหมดแล้วให้เทใส่แม่พิมพ์ที่เตรียมไว้รอจนวงเซตตัว จากนั้นแกะออกจากแม่พิมพ์แล้วนำวงไปอบด้วยหม้ออบร่อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำออกมาพักทิ้งไว้ให้เย็นก่อนบรรจุใส่ภาชนะปิดสนิท

การศึกษาวงกรอบสูตรพื้นฐาน

วงกรอบสูตรพื้นฐานจำนวนทั้งหมด 3 สูตร ประกอบด้วย สูตรที่ 1 คัดแปลงมาจากระยอง (2564) สูตรที่ 2 คัดแปลงมาจากศรีปทุม (2562) สูตรที่ 3 คัดแปลงมาจากยิ่งศักดิ์ (2565) นำขนมวงกรอบสูตรพื้นฐานที่ผลิตได้ไปวิเคราะห์ค่า a_w วัดค่าสี และทำการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีและบุคคลทั่วไปในจังหวัดเพชรบุรี อายุ 18 – 60 ปี จำนวน 50 คน

ตารางที่ 1 แสดงส่วนผสมของวงกรอบสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ผงวง	10	12	12
เกลือ	-	-	2
แป้งท้าวยายม่อม	-	10	-
น้ำตาลทราย	500	325	500
น้ำเปล่า	500	445	525

การศึกษาการเสริมลูกหม่อนในวันกรอบ

วันกรอบสูตรพื้นฐานที่ได้รับการคัดเลือก นำมาศึกษาการเสริมลูกหม่อนบดในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0 (สูตรควบคุม) 20, 40, 60 และ 80 กรัม นำวันกรอบเสริมลูกหม่อนบดทั้ง 5 สูตร ไปวิเคราะห์คุณภาพและประเมินทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับการทดสอบวันกรอบสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณการเสริมลูกหม่อนบดในขนมวันกรอบสูตรที่คัดเลือก

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (กรัม)				
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
ผงวัน	10	10	10	10	10
ลูกหม่อนบด	0	20	40	60	80
น้ำตาลทราย	500	500	500	500	500
น้ำเปล่า	500	500	500	500	500

การศึกษาการยอมรับและการตัดสินใจซื้อที่มีต่อผลิตภัณฑ์วันกรอบเสริมลูกหม่อน

นำผลิตภัณฑ์วันกรอบเสริมลูกหม่อนบดสูตรที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุดเพียงสูตรเดียว มาทำการศึกษารับรองต่อผลิตภัณฑ์และการตัดสินใจซื้อ ใช้ผู้ทดสอบในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีและบุคคลทั่วไปในจังหวัดเพชรบุรี จำนวน 50 คน

การวิเคราะห์ด้านคุณภาพ

วัดค่ากิจกรรมของน้ำอิสระ (water activity; a_w) ด้วยเครื่องวัดค่า a_w (AwTherm: Water Activity Meter, UK) และวัดค่าสี L^* , a^* , b^* ด้วยเครื่องวัดสี Chroma Meter (รุ่น CR400, Japan) โดยค่า L^* มีค่า 0-100 แสดงถึงค่าสีดำไปถึงสีขาว ค่า $+a^*$ และ $-a^*$ แสดงถึงค่าสีแดงและสีเขียว ค่า $+b^*$ และ $-b^*$ แสดงถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าร้อยละ ข้อมูลด้านคุณภาพและคะแนนความชอบนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัย

การคัดเลือกวันกรอบสูตรพื้นฐาน

จากการศึกษาขนมวันกรอบสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร พบว่าค่า a_w มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.73-0.78 การวิเคราะห์ค่าสี พบว่าค่า L^* , a^* และ b^* มีค่าแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลแสดงดังตารางที่ 3 จากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนความชอบในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของขนมวุ้นกรอบทุกสูตรมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นความชอบในด้านสีซึ่งพบว่าไม่แตกต่างกัน โดยวุ้นกรอบสูตรที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดและไม่แตกต่างกับสูตรที่ 3 โดยมีคะแนนในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.10, 7.10, 6.88, 7.36 ตามลำดับ ในขณะที่สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบในทุกด้านน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4 ดังนั้นจึงคัดเลือกขนมวุ้นกรอบสูตรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด นำไปใช้ในศึกษาการเสริมผลหม่อนต่อไป

ตารางที่ 3 คุณภาพของวุ้นกรอบสูตรพื้นฐาน

คุณภาพ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
a_w^{ns}	0.75 ± 0.02	0.73 ± 0.03	0.78 ± 0.03
L^*	57.67 ± 0.40^b	60.07 ± 0.32^a	56.98 ± 0.14^c
a^*	-0.12 ± 0.01^b	-0.31 ± 0.02^c	0.71 ± 0.03^a
b^*	0.14 ± 0.01^c	0.18 ± 0.02^b	2.03 ± 0.02^a

หมายเหตุ : a,b,c.... หมายถึงอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
สี ^{ns}	6.00 ± 1.63	6.26 ± 1.45	6.60 ± 1.67
กลิ่น	7.10 ± 1.52^a	6.08 ± 1.90^b	6.22 ± 2.06^b
รสชาติ	7.10 ± 1.27^a	5.74 ± 1.88^b	6.90 ± 1.83^a
เนื้อสัมผัส	6.88 ± 1.48^a	5.34 ± 2.08^b	7.02 ± 1.89^a
ความชอบโดยรวม	7.36 ± 1.24^a	6.02 ± 1.24^b	7.28 ± 1.67^a

หมายเหตุ : a,b,c.... หมายถึงอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลของการเสริมลูกหม่อนลงในขนมวุ้นกรอบ

จากการเสริมลูกหม่อนบดในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0 (สูตรควบคุม) 20, 40, 60 และ 80 กรัมลงในวุ้นกรอบสูตรพื้นฐานที่ได้รับการคัดเลือก มีลักษณะปรากฏดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่าขนมวุ้นกรอบทั้ง 5 สูตรมีค่า a_w และค่าสี L^* , a^* , b^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า a_w อยู่ในช่วง 0.72-0.82 ส่วนค่าสี พบว่าสูตรควบคุมมีค่า L^* หรือความสว่างมากที่สุดเท่ากับ 56.70 ในขณะที่การเติมลูกหม่อนบดในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าความสว่างของวุ้นกรอบลดลงและสีของวุ้นกรอบนั้นมีลักษณะออกสีแดง ($+a^*$) และน้ำเงิน ($-b^*$) ผลแสดงดังตารางที่ 5 การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าขนมวุ้นกรอบทั้ง 5 สูตร มีคะแนน

ความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนบดในปริมาณ 20 กรัม มีคะแนนความชอบทุกด้านคุณลักษณะสูงสุดและไม่แตกต่างกันกับสูตรที่เสริมลูกหม่อนบดในปริมาณ 40 กรัม โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยของสูตรที่เสริมลูกหม่อนบด 20 กรัม เท่ากับ 6.48, 6.30, 6.34, 6.66 และ 6.86 ตามลำดับ ในขณะที่สูตรที่เสริมลูกหม่อนบด 80 กรัม ได้คะแนนความชอบน้อยที่สุด ผลแสดงดังตารางที่ 6 จึงคัดเลือกวุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนบดที่ปริมาณ 20 กรัม นำไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป



ภาพที่ 1 วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน

ตารางที่ 5 คุณภาพของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน

คุณภาพ	สูตรควบคุม	20 กรัม	40 กรัม	60 กรัม	80 กรัม
a_w	0.72 ± 0.04^b	0.75 ± 0.04^b	0.76 ± 0.02^{ab}	0.78 ± 0.03^a	0.82 ± 0.03^a
L^*	56.70 ± 1.82^a	50.45 ± 0.95^b	50.42 ± 1.36^b	47.79 ± 1.04^c	49.90 ± 1.25^{bc}
a^*	-0.10 ± 0.01^d	1.79 ± 0.12^a	0.97 ± 0.02^b	1.06 ± 0.06^b	0.46 ± 0.03^c
b^*	0.17 ± 0.01^a	-0.30 ± 0.02^b	-0.77 ± 0.03^d	-0.56 ± 0.03^c	-0.79 ± 0.01^d

หมายเหตุ : a, b, c, \dots หมายถึงอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ				
	สูตรควบคุม	20 กรัม	40 กรัม	60 กรัม	80 กรัม
สี	5.84 ± 1.48^b	6.48 ± 1.28^a	6.46 ± 1.16^a	6.54 ± 1.47^a	6.06 ± 1.54^{ab}
กลิ่น	5.38 ± 1.69^b	6.30 ± 1.37^a	5.80 ± 1.40^{ab}	5.88 ± 1.44^{ab}	5.88 ± 1.53^{ab}
รสชาติ	6.12 ± 1.15^{ab}	6.34 ± 1.30^a	5.88 ± 1.65^{ab}	5.64 ± 1.64^b	5.58 ± 1.89^b
เนื้อสัมผัส	6.04 ± 1.51^{ab}	6.66 ± 1.47^a	6.20 ± 1.71^{ab}	5.72 ± 1.71^b	5.68 ± 1.87^b
ความชอบโดยรวม	6.04 ± 1.43^{bc}	6.86 ± 1.13^a	6.26 ± 1.63^{ab}	5.86 ± 1.65^{bc}	5.42 ± 2.00^c

หมายเหตุ : a, b, c, \dots หมายถึงอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การยอมรับและการตัดสินใจซื้อที่มีต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน

การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนชนิดที่ 20 กรัม พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนคิดเป็นร้อยละ 90.0 และผู้บริโภคส่วนใหญ่ตัดสินใจซื้อคิดเป็นร้อยละ 64.0 โดยให้ความคิดเห็นที่ว่าวุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจคิดเป็นร้อยละ 68.0 รองลงมาคือ มีประโยชน์คิดเป็นร้อยละ 18.0 และมีมูลค่าร้อยละ 12 ตามลำดับ ผลแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของวุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน

ข้อมูลสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. การยอมรับผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน		
ยอมรับ	45	90
ไม่ยอมรับ	5	10
2. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน		
ซื้อ	32	64
ไม่แน่ใจ	18	36
ไม่ซื้อ	0	0
3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อน		
น่าสนใจ	34	68
มีประโยชน์	9	18
มีคุณค่า	1	2
มีมูลค่า	6	12

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาวุ้นกรอบสูตรพื้นฐาน พบว่าวุ้นกรอบสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.73-0.78 ส่วนค่าสีและคะแนนความชอบของวุ้นกรอบสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้น อาจเป็นเพราะว่าสูตรแต่ละสูตรนั้นมีการเติมส่วนผสมที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อลักษณะปรากฏและการยอมรับของผู้บริโภคแตกต่างกัน จากการศึกษาการเสริมลูกหม่อนชนิดที่ปริมาณต่างกันลงในวุ้นกรอบสูตรที่คัดเลือก พบว่าค่า a_w อยู่ในช่วง 0.72-0.82 ซึ่งมีค่าสูงกว่า a_w ของวุ้นกรอบจากน้ำตาลสดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.69 (อินทร์ธิดา, 2557) เนื่องมาจากลูกหม่อนมีองค์ประกอบที่เป็นน้ำ การเติมปริมาณลูกหม่อนเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีสัดส่วนน้ำภายในโครงสร้างของวุ้นกรอบเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ ภาสุรี และ กมลวรรณ (2563) พบว่าการเพิ่มปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในขนมกัมมีเยลลี่ส่งผลให้ค่า a_w ในขนมเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากการวิเคราะห์ค่าสี พบว่าการเสริมปริมาณลูกหม่อนสูงส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ของวุ้นกรอบลดลง เนื่องจากหม่อนสุกมีสีม่วงเข้ม ดังนั้นจึงทำให้วุ้นกรอบมีค่าความสว่างลดลงและมีสีออกแดงแกมน้ำเงิน การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

พบว่าคะแนนความชอบสูตรที่เสริมลูกหม่อนบดในปริมาณ 20 กรัม ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดนั้นอาจเป็นเพราะการเสริมลูกหม่อนในปริมาณดังกล่าวเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่ส่งผลต่อคุณลักษณะ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และส่งผลให้ผู้บริโภคชอบมากที่สุด การเสริมลูกหม่อนบดในปริมาณมากเกินไป ได้แก่ 40, 60 และ 80 กรัม พบว่าได้คะแนนความชอบลดลง อาจเป็นเพราะวุ้นกรอบมีสีที่เข้มไปและมีเนื้อสัมผัสที่แข็งมากกว่าปกติอันเนื่องมาจากเส้นใยอาหารในลูกหม่อนส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบ นอกจากนี้การเติมลูกหม่อนในปริมาณสูงอาจส่งผลให้วุ้นกรอบมีกลิ่นของลูกหม่อนมากเกินไปนั่นเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิขัญญา และคณะ (2563) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบสตรอว์เบอร์รีลดพลังงานด้วยหญ้าหวาน พบว่าวุ้นกรอบสตรอว์เบอร์รีที่ใช้น้ำเชื่อมสตรอว์เบอร์รีความเข้มข้นร้อยละ 100 ได้รับคะแนนความชอบน้อยกว่าสูตรอื่น ๆ เนื่องจากน้ำเชื่อมสตรอว์เบอร์รีที่มีความเข้มข้นสูงทำให้วุ้นกรอบมีสีที่แดงเข้มมากเกินไปส่งผลให้คะแนนด้านสีลดลง ซึ่งสีของผลิตภัณฑ์ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค และอาจส่งผลต่อคะแนนความชอบในด้านคุณลักษณะอื่น ๆ ลดลงไปด้วย นอกจากนี้การที่วุ้นกรอบมีสีที่เข้มขึ้นนั้นเกิดจากกระบวนการอบ ซึ่งวุ้นกรอบมีส่วนผสมที่เป็นน้ำตาลและตัวเนื้อลูกหม่อนเองมีทั้งสารที่เป็นน้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบจึงส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดของสารเหล่านี้ (นรินทร์, 2561) ความร้อนจากการอบจะส่งผลให้น้ำในวุ้นกรอบระเหยออกไป เกิดลักษณะเกล็ดน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าวุ้นกรอบและทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งมากขึ้น มีความยืดหยุ่นลดลง (อินทธีมา และ วรลักษณ์, 2558) และยังส่งผลให้เกิดคาราเมลไลเซชัน (Caramelization) ของน้ำตาล ซึ่งทำให้วุ้นกรอบเกิดสีน้ำตาลหรือทำให้มีสีคล้ำขึ้น (ณัฐนิชา และ กัญญารัตน์, 2561)

สรุปผล

วุ้นกรอบสูตรพื้นฐานสูตรที่ 1 ประกอบด้วย ผงวุ้น 10 กรัม น้ำตาลทรายขาว 500 กรัม น้ำเปล่า 500 กรัม ได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมทั้งในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด ยกเว้นด้านสีซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันกับสูตรอื่น การเสริมลูกหม่อนบดในปริมาณ 20 กรัม ลงในวุ้นกรอบได้รับคะแนนความชอบในทุกด้านสูงสุด และผู้บริโภคให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนคิดเป็นร้อยละ 90.0 ผู้บริโภคส่วนใหญ่ตัดสินใจซื้อคิดเป็นร้อยละ 64.0 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมลูกหม่อนเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจและเป็นอีกทางเลือกสำหรับคนที่ชอบรับประทานขนมหวานและใส่ใจในสุขภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคลากรในโรงเรียนการอาหารนานาชาติเพชรบุรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี สำหรับการให้ความอนุเคราะห์ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ครัวป่ามารายห์. วัจนกรอบ. แหล่งข้อมูล: <https://cooking.kapook.com/view209355.html>. ค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2565.
- จักรพันธ์ แก้วบุญส่ง, มาริษา ภูักัญญกุล และพัชรี ตั้งตระกูล. 2559. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์น้ำลูกหม่อนผสมเนื้อลูกหม่อนเข้มข้น. วารสารคหเศรษฐศาสตร์ 59(1): 28-38.
- ณัฐนิชา ทวีแสง และ กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ. 2561. การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ในคุกกี้. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 26(7): 1222-1233.
- ธีรวัต นนทสวัสดิ์ศรี และ พรกนก จันทร์ขำ. 2557. วัจนกรอบเสริมใยอาหารจากผลไม้. แหล่งข้อมูล: <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/service-research-special-abstract.php?num=44&year=2557>. ค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2565.
- นรินทร์ เจริญพันธ์. 2561. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วัจนกรอบจากยาไยตกเกรด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 26(5): 834-845.
- ภาสุรี ฤทธิเลิศ และ กมลวรรณ วารินทร์. 2563. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่. Thai Journal of Science and Technology 9(2): 342-354.
- ยิ่งศักดิ์ จงเลิศเจษฎาวงศ์. 2565. วัจนกรอบสูตรเด็ดทำง่ายสไตล์ "อ.ยิ่งศักดิ์". แหล่งข้อมูล: <https://www.youtube.com/watch?v=bmPNzOuKASc>. ค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2565.
- ระยอง. 2564. วัจนกรอบ 2 สหาย. แหล่งข้อมูล: <https://cookpad.com/th/recipes>. ค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2565.
- อภิขชญา มัยตรีเดช, ปานจิต ป้อมอาสา, วิสันต์ บุญสาร และสิริมา เกกิงวงศ์ตระกูล. 2563. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วัจนกรอบสตอร์วเบอร์รีลดพลังงานด้วยหญ้าหวาน. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 25(1): 141-150.
- อินท์ธิมา หิรัญอุครวงศ์ และ วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์. 2558. การใช้ประโยชน์จากน้ำตาลสดในผลิตภัณฑ์วัจนกรอบ. วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ 3(2): 109-119.
- อินท์ธิมา หิรัญอุครวงศ์. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วัจนกรอบน้ำตาลสด. วิทยานิพนธ์ คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ ฯ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอ็นเออินเตอร์เฟอเรนซ์เพื่อควบคุมแอนแทรกโนสในพริก Application of RNA interference technology for controlling chili anthracnose

วารรัตน์ ศรีประพัฒน์^{1*} จิราภรณ์ จิระคกุล² วรากรณ์ เรือนแก้ว³ ภรณ์ สว่างศรี¹

Wararat Sriprapat^{1*} Jiraporn Jirakakul² Warakorn Ruankaew³ Paranee Sawangsri¹

¹ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ถ.รังสิต-นครนายก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

² สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10150

³ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 อ.สรรพยา จ.ชัยนาท 17150

¹ Biotechnology Research and Development Office, Ransit-Nakhonnayok Rd, Thanyaburi, Pathum Thani, 12110

² Pilot Plant Development and Training Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10150

³ Office of Agricultural Research and Development Region 5, Amphoe Sapphaya, Chai Nat, 12110

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

บทคัดย่อ

แอนแทรกโนสในพริกเป็นโรคที่สำคัญ เนื่องจากก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิตพริกต่อพื้นที่ลดลงและผลผลิตพริกที่เก็บเกี่ยวได้น่าเสียดาย จึงเป็นอุปสรรคสำคัญในการส่งพริกไปจำหน่ายทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ งานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอ็นเออินเตอร์เฟอเรนซ์ (RNAi) เพื่อช่วยควบคุมโรคแอนแทรกโนสในพริก โดยทำการออกแบบและสังเคราะห์อาร์เอ็นเอสายคู่ (dsRNA) ให้มีโครงสร้างเป็นรูปห่วงด้วยเทคนิค *In vitro* transcription จากยีน Ceramide glucosyltransferase ของรา *Colletotrichum gloeosporioides* พบว่า dsRNA มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดโรค โดย dsRNA ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันมีผลทำให้การเจริญของราบนผลพริกต่างกัน โดย dsRNA-Cg 1,000 ng/ μ l สามารถยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้ดีที่สุด ซึ่งมีดัชนีการเกิดโรค (%DI) เท่ากับ 14.44% ในขณะที่เมื่อทดสอบด้วย dsRNA-Cg 500 ng/ μ l และ dsRNA-Cg 300 ng/ μ l พริกจะมีดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 28.89% และ 38.89% ตามลำดับ โดยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีราบริเวณแผลของพริกที่ควบคุมโรคด้วย dsRNA กับพริกชุดควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แสดงถึงประสิทธิภาพของ dsRNA ในการลดระดับความรุนแรงของโรคในพริก

คำสำคัญ : อาร์เอ็นเออินเตอร์เฟอเรนซ์ แอนแทรกโนส พริก อาร์เอ็นเอสายคู่ เชื้อคอลเลทโทตริคัม

Abstract

Chili anthracnose is a significant disease since it harms both the quantity and quality of the crop. The harvest of chilies was rotten, and the yield of chilies per area fell. As a result, it presents a significant barrier to the dissemination of chili peppers in both domestic and international markets. RNA interference (RNAi) technology was used in this study as a method to aid in the management of the anthracnose disease in chili peppers. Double-stranded RNA (dsRNA)

was produced from the Ceramide Glucosyltransferase gene of *Colletotrichum gloeosporioides* using an *in vitro* transcription technique. It was shown that dsRNA was a potent disease preventive. Distinct sample concentrations had different effects on *C. gloeosporioides* growth on chilies. The dsRNA-Cg 1,000 ng/ μ l was the most effective controller of the anthracnose disease, as measured by the disease index (%DI), which was 14.44%. However, chilies treated with dsRNA-Cg at 300 ng/ μ l and 500 ng/ μ l showed disease index around 28.89% and 38.89%, respectively. The diameters of the fungal colonies in the inoculation chili from the dsRNA-treated and control samples differed significantly ($p < 0.05$), which indicates that dsRNA can lessen the severity of the symptoms.

Keywords : RNA interference, Anthracnose, Chili, Double-stranded RNA, *Colletotrichum sp.*

บทนำ

พริก (*Capsicum spp.*) เป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยมีการผลิตและนิยมนำบริโภคมาก จึงทำให้พริกจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปัญหาสำคัญของการปลูกพริกของไทยคือโรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ซึ่งนอกจากจะทำให้ผลผลิตพริกต่อพื้นที่ลดลงยังทำให้ผลผลิตพริกที่เก็บเกี่ยวได้เน่าเสีย ส่งผลให้เกษตรกรขายผลผลิตได้ในราคาต่ำ เป็นอุปสรรคที่สำคัญในการส่งผลผลิตไปจำหน่ายทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ ซึ่งถึงแม้ว่าปัจจุบันนี้จะมีการพัฒนาการเพาะปลูกพริกในระบบโรงเรือนซึ่งจะสามารถช่วยป้องกันแมลงศัตรูพืชไม่ให้เข้ามาทำลาย ช่วยรักษาความชื้นและอุณหภูมิภายในได้ตามต้องการ และยังสามารถปรับปรุงดินและกำจัดวัชพืชได้อย่างสะดวก อย่างไรก็ตามก็ยังมีรายงานถึงการพบการระบาดของโรคจากเชื้อราในพริกที่ทำการเพาะปลูกในระบบโรงเรือน ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในหลายพื้นที่ทั่วโลกและมีการพบเพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี (O'Neill and Mayne, 2015) ตัวอย่างเช่นในช่วงปี ค.ศ. 2010 พบการเน่าของผลพริกจากเชื้อราในพริกที่ปลูกในระบบโรงเรือนเชิงพาณิชย์ในเมืองฮิลซานของประเทศเกาหลี ซึ่งทำให้ผลผลิตพริก 5% จากจำนวน 30 ตันของผลผลิตทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้เกิดความเสียหาย (Choi et al., 2010) นอกจากนี้ยังมีการพบการเน่าของผลพริกจากเชื้อราในระบบโรงเรือนเชิงพาณิชย์ในรัฐบริติชโคลัมเบียของประเทศแคนาดา ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตถึง 10-40% (Utkhede and Mathur, 2003) แอนแทรคโนสเป็นโรคที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพ (Harp, 2008) เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสอยู่ในจีนัสคอลลาทोटริคัม (*Colletotrichum spp.*) ซึ่งสามารถทำให้เกิดความสูญเสียกับพืชเศรษฐกิจได้มากถึง 470 สกุล ได้แก่ หนุ่ย ผักพืชรตระกูลถั่ว ไม้ผล และไม้ประดับต่าง ๆ โดยราชนิดนี้สามารถเข้าทำลายผลพริกสีเขียวตั้งแต่ยังไม่สุกซึ่งจะยังไม่แสดงอาการของโรคและจะแสดงอาการต่อเมื่อผลพริกเริ่มสุกเรียกว่าการเข้าทำลายแบบแฝง

อาร์เอ็นเออินเตอร์เฟอเรนซ์ (RNAi) คือการรบกวนการทำงานของ RNA โดยกระบวนการรบกวน RNA เป้าหมายที่มีอยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตด้วยการส่งผ่าน RNA สังเคราะห์เข้าไปในสิ่งมีชีวิตเป้าหมาย อาจมีทั้ง

การสังเคราะห์ RNA สายคู่ขนาดสั้น (small interfering RNA, siRNA) หรืออาจสังเคราะห์เป็นอาร์เอ็นเอสายคู่ (double stranded RNA, dsRNA) ดังนั้น RNA ที่สังเคราะห์ได้ภายนอกของเป้าหมายโดยวิธีใดก็ตามเมื่อถูกส่งเข้าไปภายในร่างกายของเป้าหมายย่อมมีผลไปรบกวนการทำงานของ RNA ภายในเซลล์ หากเป็น RNA สายคู่มีผลทำลาย mRNA ยับยั้งการถอดรหัสยับยั้งการแปลรหัส การจัดเรียงตัวใหม่ของโครโมโซม จึงส่งผลให้เกิดความผิดปกติขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RNAi เพื่อเป็นเครื่องมือในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช เช่น การประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมโรคใบด่างที่เกิดจากเชื้อไวรัส Tobacco etch virus (TEV) และโรคเหี่ยวที่เกิดจากรา *Verticillium* spp. เป็นต้น (Lindbo et al., 1993; Zhang et al., 2016) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและคัดเลือก dsRNA เพื่อส่งเข้าไปในพืชเพื่อที่จะทำให้เกิดการรบกวนการเจริญของราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสในพริก ซึ่งจะเป็นทางเลือกในการพัฒนาสารควบคุมโรคในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การสังเคราะห์ dsRNA เพื่อการยับยั้งราสาเหตุโรคแอนแทรกโนส

ออกแบบ dsRNA ด้วยโปรแกรม Block-iT RNAi Designer เพื่อออกแบบหา RNAi เป้าหมาย โดยยีนรา *C. gloeosporioides* เป้าหมายคือยีนที่เกี่ยวข้องกับระบบการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์และการสังเคราะห์เส้นใยของรา จากนั้นทำการสังเคราะห์ plasmid ลูกผสม (recombinant plasmid) ที่เชื่อมต่อกับส่วนดีเอ็นเอที่ออกแบบกับเวกเตอร์ pBluescript II SK+ และนำเข้าสู่เซลล์ *E. coli* DH5 α competent cell (GENTAUR, Belgium) ด้วยวิธี heat shock แล้วทำการคัดเลือกเซลล์ลูกผสมโดยการเกลี่ยเชื้อ *E. coli* บนจานอาหาร LB ที่ผสมยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลิน (Ampicillin) ความเข้มข้น 100 μ g/ml บ่มที่อุณหภูมิ 37 $^{\circ}$ C เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง จากนั้นนำโคโลนีที่คัดเลือกได้มาเลี้ยงในอาหารเหลว LB ประกอบด้วยแอมพิซิลลิน 100 μ g/ml โดยเขย่าที่อุณหภูมิ 37 $^{\circ}$ C เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง ทำการสกัดพลาสมิด และเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมด้วยปฏิกิริยา Polymerase chain reaction (PCR) เพื่อนำมาใช้เป็นต้นแบบ (Template) ในการผลิต RNA โดยใช้ Universal Primer T7 (5'-TAATACGACTCACTATAGGG -3') และ T3 (5'-AATTAACCCTCACTAAAGGG -3') จากนั้นทำการสังเคราะห์ dsRNA ที่ออกแบบจากยีน Ceramide glucosyltransferase ด้วยวิธี *In vitro* transcription เพื่อผลิต RNA oligo ของยีนเป้าหมายด้วยชุดสังเคราะห์ TranscriptAid T7 High Yield Transcription Kit (Thermoscientific, Lithuania) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 260 nm เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ dsRNA ที่สังเคราะห์ได้

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ dsRNA ที่มีผลต่อการควบคุมราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสในพริก

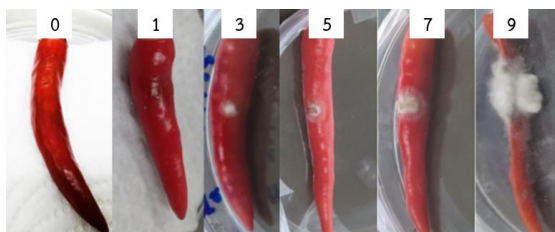
ทดสอบประสิทธิภาพ dsRNA ในการยับยั้งการเจริญของราก่อโรคแอนแทรกโนส *C. gloeosporioides* บนผลพริก โดยการเตรียมรามาสามารถทำได้โดยมาเลี้ยงราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน หรือจนกว่าราจะสร้างสปอร์ จากนั้นเติมน้ำนิ่งฆ่าเชื้อให้ท่วมเส้นใยของเชื้อราและใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมชุดสปอร์ของราสาเหตุโรคพริกให้หลุดเป็นสปอร์แขวนลอยในน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ แล้วนำสปอร์แขวนลอยที่ได้มานับความเข้มข้นด้วย haemocytometer และปรับความเข้มข้นให้ได้ที่ 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (spore/ml) จากนั้นนำผลพริก

สุกสีแดงมาทำความสะอาดด้วยการแช่ในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 5 นาที แล้วนำไปจุ่มในเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 70 นาน 1 นาที ทิ้งให้แห้งในตู้ปลอดเชื้อ จากนั้นทำรอยแผลบนผิวของผลพริกด้วย cork borer ให้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm เพาะเชื้อราโดยใช้ปริมาณสปอร์ราที่ 1×10^6 spore/ml ปริมาตร 10 μ l จากนั้นนำ dsRNA-Cg ที่ระดับความเข้มข้น 300, 500 และ 1,000 ng/ μ l มาหยดลงบนผลพริกที่ทำการปลูกเชื้อแล้ว ปริมาตร 10 μ l โดยใช้น้ำกลั่นหนึ่งช้อนเป็นชุดควบคุม ทำการบ่มพริกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5-7 วัน จากนั้นนำผลพริกมาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (มิลลิเมตร) และศึกษาระดับความรุนแรงของโรคบนผลพริกเพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรค (Disease index, %DI) ตามวิธีการของเพชรรัตน์ และคณะ (2555) ดังนี้

คะแนนการเกิดโรค	ลักษณะอาการของแผล
0	คะแนน ไม่พบรอยแผล ไม่พบการเจริญของเส้นใย
1	คะแนน ขนาดแผล 1-2% เป็นแผลเน่ายุบ หรือแผลฉ่ำน้ำรอบๆ รอยปลูกที่เชื้อ หรือมีเส้นใยขึ้นบริเวณที่ปลูกเชื้อ
3	คะแนน ขนาดแผล > 2-5% เป็นแผลเน่ายุบหรือแผลฉ่ำน้ำ 5%
5	คะแนน ขนาดแผล > 5-15% ปรากฏ acervuli หรือแผลเน่ายุบ หรือมีเส้นใย 25%
7	คะแนน ขนาดแผล > 15-25% ปรากฏแผลเน่ายุบ เส้นใย พร้อม acervuli
9	คะแนน ขนาดแผล > 25% ปรากฏเส้นใยหรือมีกลุ่มของสปอร์เรียงเป็นวงรีรอบแผล

$$\text{เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรค (Disease index, \%DI)} = \frac{\sum (N_i \times V_i)}{N \times V} \times 100$$

เมื่อ N_i = จำนวนผลที่แสดงการเกิดโรคในแต่ละระดับ
 V_i = ระดับการเกิดโรค (1, 3, 5, 7, 9)
 V = ระดับการเกิดโรคสูงสุด
 N = จำนวนผลทั้งหมดที่นำมาทดสอบ



ภาพที่ 1 การประเมินการเกิดโรคบนผลพริกโดยวัดขนาดของแผลบนผลเพื่อแบ่งระดับการเกิดโรคบนผลพริกสุกทั้ง 6 ระดับ (0-9 คะแนน) (ดัดแปลงจากวิธีการของ Montri et al., 2009)

แผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

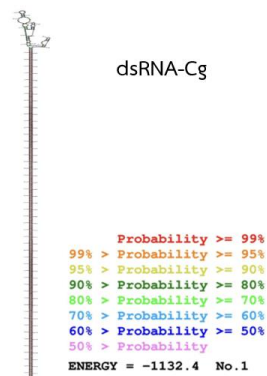
วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) มีทั้งหมด 4 กรรมวิธี โดยใช้ dsRNA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 300, 500 และ 1,000 ng/ μ l โดยใช้น้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อเป็นชุดควบคุม การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวแปรจะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ($p < 0.05$) (SPSS version 20)

ผลการวิจัย

เมื่อสังเคราะห์ dsRNA จากยีน Ceramide glucosyltransferase ของรา *C. gloeosporioides* ด้วยวิธี *In vitro* transcription จะได้ความเข้มข้นและโครงสร้างของ dsRNA ดังตารางที่ 1 และ ภาพที่ 2 จากนั้นนำ dsRNA ที่ได้ไปปรับระดับความเข้มข้นให้ได้เท่ากับ 300, 500 และ 1,000 ng/ μ l แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญรา *C. gloeosporioides* บนผลพริกที่ถูกปลูกเชื้อ (1×10^6 spore/ml) ซึ่งผลการทดลองพบว่า dsRNA ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันมีผลทำให้การเจริญของรา *C. gloeosporioides* แตกต่างกัน โดย dsRNA-Cg ที่ความเข้มข้น 1,000 ng/ μ l สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ดีที่สุด โดยพริกมีระดับการเกิดโรค (%DI) เท่ากับ 14.44% รองลงมาคือ dsRNA-Cg 500 ng/ μ l และ dsRNA-Cg 300 ng/ μ l ซึ่งจะทำให้พริกมีระดับการเกิดโรคเท่ากับ 28.89% และ 38.89 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า dsRNA ที่สังเคราะห์ได้นั้นสามารถลดระดับความรุนแรงของการเกิดโรคบนผลพริก จากการวิเคราะห์เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีราของ *C. gloeosporioides* บริเวณแผลของพริกที่ถูกปลูกเชื้อในกลุ่มตัวอย่างพริกที่ถูกควบคุมโรคด้วย dsRNA กับกลุ่มพริกชุดควบคุมพบว่ามีขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยพริกที่ถูกหยุดแผลด้วย dsRNA ที่ระดับความเข้มข้น 300, 500 และ 1000 ng/ μ l มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีรา *C. gloeosporioides* บนพริกหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 วัน เท่ากับ 6.4 ± 2.17 , 4.8 ± 3.04 และ 1.8 ± 1.61 มิลลิเมตร ในขณะที่พริกที่ถูกหยุดแผลด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีรา *C. gloeosporioides* บนพริกเท่ากับ 13.9 ± 3.60 มิลลิเมตร ซึ่งผลการวิเคราะห์การเกิดโรคบนผลพริกหลังจากบ่มเป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 2-3 และภาพที่ 3

ตารางที่ 1 ปริมาณ dsRNA ที่ผลิตได้จากยีน Ceramide glucosyltransferase ของรา *C. gloeosporioides* ด้วยวิธี *In vitro* transcription

No.	ID	260/230 ratio	RNA concentration (ng/ μ l)
1	No.1-1	2.0269	1397.4038
2	No.1-2	2.0414	711.5385
3	No.1-3	2.0358	1425.4808



ภาพที่ 2 ลักษณะโครงสร้างของ dsRNA ที่สังเคราะห์จากวิธี *In vitro* transcription

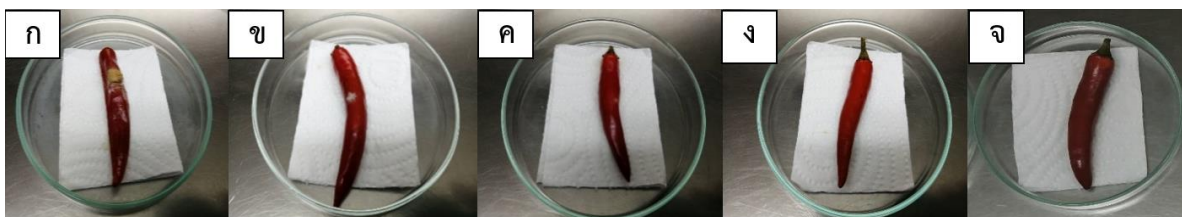
ตารางที่ 2 ระดับการเกิดโรคของพริกจากรา *C. gloeosporioides* หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 วัน

สารที่ใช้ทดสอบ	ระดับความรุนแรงของโรคบนผลพริก						ระดับการเกิดโรค (% DI)
	0	1	3	5	7	9	
น้ำกลั่น (ชุดควบคุม)	0	0	0	1	2	7	88.89
dsRNA-Cg 300 ng/μl	0	0	3	4	2	1	57.78
dsRNA-Cg 500 ng/μl	1	3	2	2	1	1	38.89
dsRNA-Cg 1,000 ng/μl	5	2	2	1	0	0	14.44

ตารางที่ 3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีรา *C. gloeosporioides* บนผลพริกหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 วัน

สารที่ใช้ทดสอบ	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีรา (มิลลิเมตร)*
น้ำกลั่น (ชุดควบคุม)	13.9 ± 3.60 ^a
dsRNA-Cg 300 ng/μl	6.4 ± 2.17 ^b
dsRNA-Cg 500 ng/μl	4.8 ± 3.04 ^b
dsRNA-Cg 1,000 ng/μl	1.8 ± 1.61 ^c

*ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 10 ซ้ำ โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันแต่มีตัวอักษรต่างกันแสดงค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 3 การเจริญของรา *C. gloeosporioides* บนพริกเมื่อควบคุมด้วย (ก) dsRNA-Cg 300 ng/μl (ข) dsRNA-Cg 500 ng/μl (ค) dsRNA-Cg 1,000 ng/μl (ง) น้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ และ (จ) พริกชุดควบคุมที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ

วิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาวิจัยพบว่า dsRNA ที่ออกแบบและสังเคราะห์ได้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสในพริก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McLoughlin และคณะ (2018) และ Koch และคณะ (2016) ที่ได้ทำการพ่น dsRNA และ siRNA ให้กับต้นคาโนลาและข้าวบาร์เลย์ ซึ่ง dsRNA และ siRNA ที่ถูกออกแบบจะมีความจำเพาะกับเชื้อ *Sclerotinia sclerotiorum* และ *Botrytis cinerea* ที่เป็นราสาเหตุโรคต้นเน่าในคาโนลา และเชื้อ *Fusarium graminearum* สาเหตุโรค Fusarium head blight (FHB) ในข้าวบาร์เลย์ โดยผลการวิจัยพบว่าเทคนิคนี้สามารถช่วยลดการเกิดโรคต้นเน่าในคาโนลาและข้าวบาร์เลย์ได้ ซึ่งพืชจะดูดซึมและเคลื่อนย้าย dsRNA และ siRNA ไปในเนื้อเยื่อพืช โดยจะเคลื่อนย้ายผ่านทางระบบท่อลำเลียงของพืช (plant vascular system) จากนั้น siRNA และ dsRNA เหล่านี้จะถูกดูดซึมเข้าไปในเซลล์ของรากก่อโรค ส่งผลให้สามารถลดการเกิดโรคในพืชได้

สรุปผล

การสังเคราะห์ dsRNA ด้วยเทคนิค *In vitro* transcription จากยีน Ceramide glucosyltransferase ของ *C. gloeosporioides* สามารถผลิต dsRNA ที่มีประสิทธิภาพสามารถการยับยั้งการเจริญของราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสบนผลพริกที่ถูกปลูกเชื้อได้ โดยจากการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการพบว่า dsRNA-Cg ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ng/ μ l สามารถยับยั้งความรุนแรงของโรคได้ดีที่สุด รองลงมา คือ dsRNA-Cg 500 ng/ μ l และ 300 ng/ μ l ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย (ทะเบียนวิจัย FF65-14-03-65-00-01-65) ขอขอบคุณ คุณปริญญาภัส นาครักษ์จิระโชติ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยในการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล, อนันต์ หิรัญสาลี และสุชีลา เตชะวงศ์เสถียร .2555 .การคัดเลือกพันธุ์พริกต้านทานโรคแอนแทรกโนสในแนวกว้าง .วารสารแก่นเกษตร41 :(4)40 –.47
- Choi, H.W., S.K. Hong, W.G. Kim, Y.K. Lee. 2010. First Report of Internal Fruit Rot of Sweet Pepper in Korea Caused by *Fusarium lactis*. Plant Disease. 95(11): 1476.
- Harp, T.L., K. Pernezny, M.L. Lewis Ivey, S.A. Miller, P.J. Kuhn, L. Datnoff. 2008. The etiology of recent pepper anthracnose outbreaks in Florida., Crop Protection. 27: 1380–1384.

- Koch, A., D. Beidenkopf, A. Furch, L. Weber, O. Rossbach, and E. Abdellatef. 2016. An RNAi-based control of *Fusarium graminearum* infections through spraying of long dsRNAs involves a plant passage and is controlled by the fungal silencing machinery. *PLOS Pathogens*. 12:e1005901.
- Lindbo, J.A., L. Silva-Rosales, W.M. Proebsting, and W.G. Dougherty. 1993. Induction of a highly specific antiviral state in transgenic plants: implications for regulation of gene expression and virus resistance. *Plant Cell*. 5(12): 1749–1759.
- McLoughlin, A.G., N. Wytinck, P.L. Walker, I.J. Girard, K. Y. Rashid, T. de Kievit, W.G.D. Fernando, S. Whyard, and M.F. Belmonte. 2018. Identification and application of exogenous dsRNA confers plant protection against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Botrytis cinerea*. *Scientific Reports*. 8(1):7320.
- Montri, P., P.J.W .Taylor, and O .Mongkolporn .2009 .Pathotypes of *Colletotrichum capsici*, the causal agent of chili anthracnose, in Thailand .*Plant Disease*. 93 :17–20 .
- O'Neill, T. and S. Mayne. 2015. Sweet pepper: aspects of the biology and control of fusarium fruit rot. *Communications in agricultural and applied biological sciences*. 80(3): 569–73.
- Utkhede, R., and S. Mathur. 2003. Fusarium fruit rot of greenhouse sweet peppers in Canada. *Plant Disease*. 87(1): 100.
- Zhang, T., Y. Jin, J.H. Zhao, F. Gao, B.J. Zhou, Y.Y. Fang, and H.S. Guo. 2016. Host-induced gene silencing of the target gene in fungal cells confers effective resistance to the cotton wilt disease pathogen *Verticillium dahliae*. *Molecular Plant*. 9: 939–942.

สภาวะและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรงของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้
เลี้ยงผึ้งโพรงบ้านควนหมาก ตำบลวังใหญ่ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา
Optimum conditions and packaging for storing honey bee (*Apis cerana*)
at Ban Khuan Mak Community Enterprises, Wang Yai Subdistrict,
Thepha District, Songkhla Province

ศุภญาณี สีมาลัย¹ นาซีฟะห์ เจ๊ะโซ๊ะ¹ อาซือนะ บูเก๊ะเจ๊ะลี² นิรัญญา บุนุติน³ ปวีณา ดิกิจ^{1*}
Suyanee Seemat¹ Nasifah Chesoh¹ Arsuena Bukeacheali² Nirunya Buntin³ Paweena Dikit^{1*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา 90000

¹Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Muang district, Songkhla 90000

²สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา 90000

²Institute of Research and Development, Songkhla Rajabhat University, Muang district, Songkhla 90000

³วิทยาลัยนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อ.ละงู จ.สตูล 91110

³College of Innovation and Management, Songkhla Rajabhat University, La-ngu district, Satun 91110

*Corresponding author E-mail: paweena.di@skru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยารวมทั้งศึกษาสภาวะและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรงของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงบ้านควนหมาก ตำบลวังใหญ่ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา เปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์แบบขวดแก้วและพลาสติก โดยเก็บรักษาน้ำผึ้งที่อุณหภูมิห้อง 30 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิตู้เย็น 4 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลการศึกษาพบว่าน้ำผึ้งโพรงเริ่มต้นที่ศึกษามีค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 18.82 ± 0.21 พีเอชเท่ากับ 3.93 ± 0.00 ความหวาน ($^{\circ}\text{Brix}$) เท่ากับ 73.00 ± 0.00 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.618 ± 0.003 ความแน่นเนื้อ (firmness) เท่ากับ 36.85 ± 0.31 g และค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 42.08 ± 0.06 นอกจากนี้ตรวจไม่พบเชื้อยีสต์รา และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. ตลอดระยะเวลา 4 เดือน ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 211 พ.ศ. 2543 ส่วนผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผึ้ง พบว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ อุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ความแน่นเนื้อ และค่าสี อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าความหวานและค่าปริมาณน้ำอิสระ ($p < 0.05$) ทั้งนี้การเก็บรักษาน้ำผึ้งในบรรจุภัณฑ์แบบขวดแก้วที่อุณหภูมิตู้เย็น 4 ± 2 องศาเซลเซียส 2 เดือนเป็นต้นไป น้ำผึ้งจะเกิดการตกตะกอนที่ก้นขวด ดังนั้นชี้ให้เห็นว่าบรรจุภัณฑ์แบบพลาสติกเหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรงได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์แบบขวดแก้ว

คำสำคัญ : น้ำผึ้งโพรง สภาวะการเก็บรักษา คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

Abstract

This research investigated physicochemical and microbial properties, including optimum conditions and packaging for storing the quality of honey bees (*Apis cerana*) at Ban Khuan Mak Community Enterprises, Wang Yai Subdistrict, Thepha District, Songkhla Province. The honey was contained in plastic and glass bottles and kept at room temperatures 30 ± 2 °C and 4 ± 2 °C for 4 months. Results revealed the percentage of moisture content (18.82 ± 0.21), pH (3.93 ± 0.00), sweetness (73.00 ± 0.00), water activity (0.618 ± 0.003), firmness (36.85 ± 0.31 g) and brightness (L^*) (42.08 ± 0.06). Moreover, the microbial property was also determined. There weren't any yeast and mold and not found *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp. all 4 months of storage. So, the honey was in the acceptable range of standard according to the notification of Public Health Ministry No. 211, (2543). Besides, storing times resulted in a change in the physical properties of the honey. The results indicated that the type of packaging, temperature, and storage times have affected the pH, firmness, and color with a significantly differences ($p>0.05$). Whereas, unaffected on the sweetness and water activity value ($p<0.05$). However, crystallization in a glass bottles was detected at more than 2 months when stored at 4 ± 2 °C. So, the plastic bottle is more suitable for storage honey.

Keywords: honey bee (*Apis cerana*), storing condition, physicochemical property, microbial property

บทนำ

น้ำผึ้ง เป็นของเหลวรสหวานซึ่งผึ้งผลิตขึ้นจากน้ำหวานของดอกไม้หรือจากส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชที่ผึ้งนำมาสะสมไว้ในรวงผึ้ง โดยผ่านขั้นตอนทางธรรมชาติของผึ้งจนได้เป็นน้ำหวานที่มีความหอมหวานลักษณะเหนียวหนืด ช้น มีสีเหลืองอ่อนถึงกับสีน้ำตาลเข้ม (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556) มนุษย์ใช้น้ำผึ้งเป็นอาหารบำรุงสุขภาพและยารักษาโรคมาอย่างยาวนาน ในปัจจุบันน้ำผึ้งมีบทบาทในการเป็นอาหารส่งเสริมสุขภาพ เนื่องจากเกิดกระแสในการรักษาสุขภาพ ทำให้น้ำผึ้งแท้หรือน้ำผึ้งคุณภาพเป็นที่ต้องการมากขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2557) การเลี้ยงผึ้งโพรงเป็นอาชีพหนึ่งที่เติบโตและสร้างรายได้เสริมระดับครัวเรือนให้กับเกษตรกรไทย โดยเฉพาะพื้นที่ภาคใต้ ทั้งนี้ น้ำผึ้งจากผึ้งโพรงมีกระบวนการผลิตตามธรรมชาติโดยผึ้งซึ่งไม่มีการให้อาหารเสริมจากภายนอก จึงทำให้ได้น้ำผึ้งที่บริสุทธิ์จากธรรมชาติ ผึ้งเก็บน้ำหวานจากเกสรดอกไม้มานานานพันธุ์ ทำให้รวบรวม น้ำผึ้งที่มีคุณค่าและคุณประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งการเลี้ยงผึ้งโพรงสิ่งทีควรให้ความสำคัญยิ่ง คือ น้ำผึ้งสะอาดและมีคุณภาพ บ้านควนหมาก ตำบลวังใหญ่ อำเภอกงหรา จังหวัดสงขลา เป็นชุมชนหนึ่งที่ประชากรส่วนใหญ่ประกอบ

อาชีพตัดยางพาราและเกษตรกรรมเป็นหลัก พืชเศรษฐกิจหลัก คือ ยางพาราและไม้ผล และมีการรวมกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อสร้างรายได้เสริมจากการเลี้ยงผึ้งโพรงอีกด้วย

ปัจจุบันมีการพัฒนาคุณภาพของน้ำผึ้งให้ดีขึ้นเพื่อแข่งขันเข้าสู่ตลาด และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งน้ำผึ้งที่ดีจะต้องเป็นน้ำผึ้งที่ผ่านกรรมวิธีเก็บจากรังผึ้งอย่างถูกต้อง โดยจะต้องเป็นน้ำผึ้งที่ได้รับการบ่มจนได้ที่แล้วและผ่านกระบวนการเก็บที่สะอาดปราศจากสิ่งเจือปนต่าง ๆ จากชิ้นส่วนรังผึ้งและจากตัวผึ้ง ซึ่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 211 พ.ศ. 2543 กำหนดคุณภาพน้ำผึ้ง ไว้ดังนี้ คือ มีสี กลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำผึ้ง น้ำตาลรีดิวิซ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก ความชื้นไม่เกินร้อยละ 21 ของน้ำหนัก ไม่ใช้วัตถุเจือปนอาหาร ไม่ใช้สี ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน 10 ต่อ น้ำผึ้ง 1 กรัม เป็นต้น ดังนั้นคุณภาพและการเก็บรักษาที่เหมาะสมของน้ำผึ้งเป็นสิ่งสำคัญที่เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งต้องตระหนักเพื่อให้ได้น้ำผึ้งที่มีคุณภาพและเก็บไว้ได้นาน อิมรอน และคณะ (2563) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาคุณภาพน้ำผึ้งชั้นโรง โดยเปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ขวดพลาสติก (PP) และขวดแก้ว ที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส และ 4 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0-45 วัน พบว่าชนิดของขวด อุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บมีอิทธิพลที่มีผลต่อร้อยละน้ำตาลรีดิวิซ์ ค่าพีเอช ค่าการนำไฟฟ้า ค่าสี ความชื้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ขณะที่ชนิดของขวด อุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บไม่มีผลต่อค่าความหวาน ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าทางเลือกใช้ขวดพลาสติกง่ายต่อการขนส่งและราคาถูกกว่า ทั้งนี้ปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพและการเก็บรักษา น้ำผึ้ง คือ สิ่งแวดล้อมซึ่งสิ่งนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะเป็นตัวเร่งให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสีย ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และแสง นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุก็มีส่วนสำคัญที่จะเป็นตัวปกป้องวัตถุดิบไม่ให้ปนเปื้อนและรับผลโดยตรงจากสภาพแวดล้อม ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาคุณลักษณะด้านคุณภาพทั้งทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยาของน้ำผึ้งโพรงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านควนหมาก ตำบลวังใหญ่ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา และศึกษาสภาวะและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษา น้ำผึ้งโพรง ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยตรงแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงผึ้งโพรงบ้านควนหมาก เพื่อให้ได้มาซึ่งน้ำผึ้งคุณภาพ ปลอดภัย จุลินทรีย์และผ่านมาตรฐานน้ำผึ้งต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1) สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำผึ้งโพรง

เก็บตัวอย่างน้ำผึ้งโพรงจากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงบ้านควนหมาก ตำบลวังใหญ่ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นน้ำผึ้งที่เก็บในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2565 โดยผ่านกรรมวิธีการเก็บที่สะอาดและถูกต้องปราศจากสิ่งเจือปนต่าง ๆ จากชิ้นส่วนรังผึ้งและจากตัวผึ้ง บรรจุในขวดแก้ว

2) การเตรียมตัวอย่างน้ำผึ้งและบรรจุภัณฑ์

เตรียมตัวอย่างน้ำผึ้งโดยการนำน้ำผึ้งโพรงมากรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ครั้ง ก่อนการแบ่งบรรจุ เก็บรักษา น้ำผึ้งในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ขวดแก้วและขวดพลาสติกชนิดโปร่งแสง ซึ่งก่อนการบรรจุ น้ำผึ้งใส่ขวด ฆ่าเชื้อบรรจุ

ภัณฑ์ด้วยการกลั่นน้ำร้อนสำหรับบรรจุภัณฑ์พลาสติก และฆ่าเชื้อด้วยการนึ่งและอบแห้งสำหรับบรรจุภัณฑ์แบบขวดแก้ว จากนั้นนำน้ำผึ้งโพรงที่ผ่านการกรองแล้วแบ่งใส่ขวด ขวดละ 50 มิลลิลิตร สภาวะละ 3 ซ้ำ เก็บรักษา น้ำผึ้งที่อุณหภูมิห้อง 30 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิตู้เย็น 4 ± 2 องศาเซลเซียส โดยมีระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

3) การศึกษาสภาวะและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรงเป็นระยะเวลา 4 เดือน

เก็บรักษาตัวอย่างน้ำผึ้งที่สภาวะและบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะที่ศึกษาในการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรง

ลำดับ	ประเภทบรรจุภัณฑ์		อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (°C)	
	ขวดแก้ว	ขวดพลาสติก	อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C)	ตู้เย็น (4 ± 2 °C)
1	✓		✓	
2	✓			✓
3		✓	✓	
4		✓		✓

ศึกษาคุณภาพของน้ำผึ้งโพรงเริ่มต้น และศึกษาสภาวะและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผึ้งเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยเก็บตัวอย่างน้ำผึ้งมาวิเคราะห์คุณภาพทุก ๆ 1 เดือน ดังต่อไปนี้

3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

- **ความหวาน:** วัดค่าดัชนีหักเห (refractive index; RI) ด้วยเครื่อง Hand refractometer โดยการหยดตัวอย่างน้ำผึ้งลงบนแผ่นปริซึมของ refractometer อ่านค่า RI ที่ได้

- **ความชื้น:** โดยใช้เครื่องวัดความชื้น Moisture Balance ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA150

- **ค่าสี:** โดยใช้เครื่องวัดค่าสี HunterLab รุ่น Colorflex EZ 45-0 (LAV) ใช้ระบบของ Hunter แสดงผลเป็นค่า L*, a*, และ b* โดยค่า L* แสดงความสว่าง มีค่าระหว่าง 0 -100, a* แสดงค่าสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวก และแสดงค่าสีน้ำเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ, b* แสดงค่าสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวก และแสดงค่าสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ

- **ความเป็นกรด-ด่าง:** โดยใช้เครื่อง pH meter Analysis รุ่น Lab 850

- **ความหนืด:** โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) (Model TA-XT plus, Stable Micro Systems, สหรัฐอเมริกา)

- **Water Activity (a_w):** โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ รุ่น LabMaster-aw “NEO” ยี่ห้อ Novasina

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- ปริมาณเชื้อยีสต์และรา: เจือจางตัวอย่างน้ำผึ้งด้วย phosphate buffer pH 7.2 โดยเจือจางตัวอย่างลงตามลำดับครึ่งละ 10 เท่า เพาะเลี้ยงเชื้อด้วยเทคนิค spread plate ลงในบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน นับจำนวนโคโลนี รายงานผลเป็นเลขจำนวนเต็มต่อน้ำผึ้ง 1 กรัม ถ้าไม่พบการเจริญของเชื้อให้รายงานน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อน้ำผึ้ง 1 กรัม

- ปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus*: เจือจางตัวอย่างน้ำผึ้งด้วย 0.1% peptone โดยเจือจางตัวอย่างลงตามลำดับครึ่งละ 10 เท่า เพาะเลี้ยงเชื้อด้วยเทคนิค spread plate ลงในบนอาหาร Baird-Parker Agar (BPA) ที่มี Egg Yolk tellurite ผสมอยู่ บ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนี รายงานผลเป็นเลขจำนวนเต็มต่อน้ำผึ้ง 1 กรัม ถ้าไม่พบการเจริญของเชื้อให้รายงานน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อน้ำผึ้ง 1 กรัม

- ปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp.: ปิเปตตัวอย่างน้ำผึ้ง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน buffer peptone water (BPW) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อจาก BPW ลงใน RVS broth และ MKTTn broth อย่างละ 0.1 มิลลิลิตร นำหลอด RVS broth นำไปบ่มเพาะเชื้อใน Water bath ที่อุณหภูมิ 41.5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วน MKTTn broth นำไปบ่มเพาะเชื้อในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง รายงานผลพบหรือไม่พบ *Salmonella* spp. ต่อน้ำผึ้ง 25 กรัม

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วย One-way ANOVA ใช้โปรแกรมสถิติ SPSS version 10 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้ความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1) คุณภาพของน้ำผึ้งโพรงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านควนหมาก ตำบลวังใหญ่ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำผึ้งโพรงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านควนหมาก ตำบลวังใหญ่ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา โดยตรวจบางรายการตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 211 พ.ศ. 2543 พบว่าน้ำผึ้งโพรงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านควนหมาก มีสีเหลืองอ่อน ใส มีกลิ่นและรสตามลักษณะของน้ำผึ้ง มีคุณภาพทางเคมีกายภาพและสุขลักษณะด้านจุลินทรีย์ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ทั้งนี้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 211 พ.ศ. 2543 ได้กำหนดคุณภาพน้ำผึ้งไว้ว่า น้ำผึ้งเป็นของเหลวข้นเป็นเนื้อเดียวกัน ลักษณะใสไม่ขุ่นทึบ ปราศจากสิ่งแปลกปลอม มีสีตามธรรมชาติ ตั้งแต่สีเหลืองอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม กลิ่น รสเฉพาะตัวตามธรรมชาติไม่มีกลิ่นผิดปกติ เช่น กลิ่นหมักหรือกลิ่นบูด ความชื้นไม่เกินร้อยละ 21 ของน้ำหนัก และ

ได้กำหนดคุณภาพด้านจุลชีววิทยา ดังนี้ คือ จำนวนยีสต์และราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อน้ำผึ้ง 1 มิลลิลิตร นอกจากนี้มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 8003-2556 กำหนดว่าต้อง (1) ไม่พบ *Salmonella* spp. ในน้ำผึ้ง 25 กรัมหรือ มิลลิลิตร (2) ไม่พบ *Staphylococcus aureus* ในน้ำผึ้ง 0.1 กรัมหรือมิลลิลิตร

คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำผึ้งโพรงบ้านควนหมาก แสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งค่าต่าง ๆ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งที่กำหนด ดังนี้ ค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 18.82 ± 0.21 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.618 ± 0.003 ทั้งนี้ปริมาณน้ำอิสระจะแปรผันตามปริมาณความชื้น พบว่าถ้ามีปริมาณความชื้นมาก ปริมาณน้ำอิสระจะมีค่ามากตามไปด้วย ซึ่งมาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งกำหนดให้ความชื้นไม่เกินร้อยละ 21 ของน้ำหนัก โดยน้ำผึ้งจะถูกแบ่งเกรดที่แตกต่างกันโดยใช้ปริมาณความชื้นเป็นเกณฑ์ น้ำผึ้งที่มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 21 เป็นน้ำผึ้งเกรดเอ อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นในน้ำผึ้งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ฤดูกาลของการเก็บเกี่ยว ชนิดของดอกไม้ที่ให้ความหวาน เป็นต้น ทั้งนี้ถ้าปริมาณความชื้นสูงคุณภาพของน้ำผึ้งจะยิ่งลดลง เนื่องจากจะส่งผลให้จุลินทรีย์ที่ชอบความหวานโดยเฉพาะกลุ่มยีสต์เจริญเติบโตซึ่งจะส่งผลให้น้ำผึ้งเกิดการหมักไม่เป็นที่ต้องการ (Wanjai et al., 2012) ค่าพีเอชเท่ากับ 3.93 ± 0.00 ซึ่งจากการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและคุณภาพของน้ำผึ้งจากหลายแหล่งของ Sohaimy et al. (2015) พบว่าน้ำผึ้งมีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) อยู่ระหว่าง 3.40-6.10 ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าสี พบว่าค่า L^* หรือค่าความสว่าง (brightness) มีค่าเท่ากับ 42.08 ± 0.06 ค่า a^* เข้าใกล้สีแดงมีค่าเท่ากับ 3.45 ± 0.02 และค่า b^* มีค่าเข้าใกล้สีเหลืองเท่ากับ 35.52 ± 0.03 ส่งผลให้น้ำผึ้งมีสีเหลืองอ่อน ซึ่งโดยปกติน้ำผึ้งธรรมชาติจะมีระดับความเข้มข้นที่หลากหลายตั้งแต่สีเหลืองอ่อนไปจนถึงสีน้ำตาลเข้มหรือเกือบดำ นอกจากนี้ผลวิเคราะห์ค่าความหวาน (Brix) เท่ากับ 73.00 ± 0.00 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาวิจัยน้ำผึ้งโพรงของจังหวัดชุมพร (ชนัญพร หิรัญเรือง และคณะ, 2562) ส่วนค่าเนื้อสัมผัสของน้ำผึ้งจะรายงานเป็นค่าความแน่นเนื้อ (firmness; g) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงเนื้อสัมผัสที่แน่นหรือแข็งสามารถวัดได้ด้วยแรงที่ชกค้ำน้ำผึ้งในระยะความลึกที่กำหนด และค่าแรงยึดเกาะ (Cohesiveness; g) ซึ่งเป็นค่าแรงดึงกลับของหัววัดหลังจากค้ำน้ำผึ้งถึงระยะทางที่กำหนด ดังนั้นแรงยึดเกาะจึงมีค่าติดลบ เมื่อมีความหนืดเหนียวมากแรงยึดเกาะจะติดลบมาก ทั้งนี้ตัวอย่างน้ำผึ้งที่ทดสอบมีค่าความแน่นเนื้อ (firmness) และ ค่าแรงยึดเกาะ (Cohesiveness) เท่ากับ 36.76 ± 0.20 g และ -118.14 ± 1.53 g ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าตัวอย่างน้ำผึ้งที่ทดสอบไม่พบยีสต์รา ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. แสดงดังตารางที่ 2 ทั้งนี้ยีสต์และราจัดเป็นเชื้อจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 211 พ.ศ. 2543 กำหนดให้พบได้ไม่เกิน 10 โคโลนีต่อน้ำผึ้ง 1 กรัม ซึ่งยีสต์และราเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้น้ำผึ้งเกิดการเน่าเสียได้ง่าย ส่วนเชื้อ *S. aureus* เป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขลักษณะที่ดีในการผลิต เชื้อนี้อาจมาจากจมูก มือ บาดแผล สิวและผิวหนังของมนุษย์ปนเปื้อนลงไปในน้ำผึ้ง สำหรับเชื้อ *Salmonella* spp. เป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าในกระบวนการผลิตมีการปนเปื้อนของอุจจาระที่มีเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ บางครั้งพบว่ามีมาจากไก่ ไก่ นก

และเนื้อสัตว์อื่น ๆ (พัชริดา พิชัย และ ไพรินทร์ บุตรกระจ่าง, 2565) อย่างไรก็ตามคุณภาพของน้ำผึ้งแต่ละชนิด จะมีความแตกต่างกันตามชนิดของดอกไม้ที่ให้น้ำหวาน ฤดูกาลที่ทำการเก็บน้ำผึ้ง และสภาพแวดล้อมของบริเวณ ที่เลี้ยง

ตารางที่ 2 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำผึ้งโพรง

คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา		
ปริมาณ Yeast & mold	ปริมาณ <i>Staphylococcus aureus</i>	ปริมาณ <i>Salmonella</i> spp.
<10 โคโลนี	<10 โคโลนี	ไม่พบ

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำผึ้งโพรง

พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้
ความชื้น (ร้อยละ)	18.82 ± 0.21
ความเป็นกรด-ด่าง	3.93 ± 0.00
ความหวาน (°Brix)	73.00 ± 0.00
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.618 ± 0.003
เนื้อสัมผัส (texture)	
Firmness (g)	36.85 ± 0.31
Cohesiveness (g)	-118.14 ± 1.53
ค่าสี	
L*	42.08 ± 0.06
a*	3.45 ± 0.02
b*	35.52 ± 0.03

2) สภาพและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรง

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและเปรียบเทียบการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรงในบรรจุภัณฑ์ชนิดขวดพลาสติกและ ขวดแก้ว เป็นระยะเวลา 4 เดือน ที่อุณหภูมิตู้เย็น 4±2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าชนิดบรรจุภัณฑ์ อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บ รักษา มีอิทธิพลร่วมที่มีผลต่อค่าพีเอช ค่าสีและค่าเนื้อสัมผัส ที่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ ทั้งนี้ไม่มีผลต่อค่าความหวานและค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยค่าพีเอชของน้ำผึ้งส่วนใหญ่จะมีสภาพเป็นกรด ซึ่ง

อยู่ในช่วงพีเอช 3.5-5.5 ซึ่งค่าความเป็นกรดของน้ำผึ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อและแรงยึดเกาะ) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงเนื้อสัมผัสที่แน่นหรือแข็งขึ้น และสามารถวัดได้ด้วยแรงที่ใช้กดน้ำผึ้งในระยะความลึกที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นความแน่นเนื้อจะเพิ่มสูงขึ้นทุกสภาวะที่เก็บรักษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อที่รวดเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง ซึ่งจะสังเกตได้จากการเกิดผลึกของน้ำผึ้งในบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือนขึ้นไป ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของชนิษฐา สีนวล (2550) พบว่าสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นการเร่งให้เกิดผลึกในน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ดังนั้นการตกผลึกในน้ำผึ้งจึงส่งผลให้ความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสี ค่าความสว่าง (L^*) จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นการเก็บรักษาจนกระทั่งครบ 4 เดือน ส่วนค่า a^* และ b^* มีค่าสูงขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ทั้งนี้จะพบว่าการเก็บรักษาน้ำผึ้งในสภาวะอุณหภูมิ 30 ± 2 องศาเซลเซียส ค่า a^* และ b^* จะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเร็วกว่าน้ำผึ้งที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส ทั้งบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วและขวดพลาสติกตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน ส่งผลให้สีของน้ำผึ้งเข้มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำผึ้งที่เก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าตัวอย่างน้ำผึ้งที่ทดสอบไม่พบยีสต์รา ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. ตลอดระยะเวลา 4 เดือนที่ศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบผลการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรงในบรรจุภัณฑ์แบบขวดและพลาสติก พบว่าขวดทั้ง 2 ประเภทสามารถรักษาคุณภาพของน้ำผึ้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้งนี้การเก็บรักษาน้ำผึ้งในบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วที่อุณหภูมิต่ำ 4 ± 2 องศาเซลเซียส ตัวอย่างน้ำผึ้งจะเริ่มตกผลึกขาว ๆ ที่ก้นขวดตั้งแต่การเก็บรักษาเดือนที่ 2 เป็นต้นไป ดังนั้นพบว่าบรรจุภัณฑ์แบบพลาสติกมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาน้ำผึ้งโพรงได้ดีกว่าขวดแก้วและนอกจากนี้ยังพบว่าราคาขวดพลาสติกถูกกว่าขวดแก้วและยังง่ายต่อการขนส่งอีกด้วย สอดคล้องกับการวิจัยของ อิมรอน และคณะ (2563) ซึ่งได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาคุณภาพน้ำผึ้งชันโรง พบว่าการเก็บรักษาน้ำผึ้งชันโรงสามารถเก็บได้ทั้งในบรรจุภัณฑ์ชนิดขวดพลาสติกและขวดแก้ว แต่ทั้งนี้การเก็บรักษาน้ำผึ้งชันโรงในขวดแก้วมีต้นทุนสูงกว่า มีโอกาสเสียหายจากการแตกระหว่างการขนส่ง

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ตารางที่ 4: คุณสมบัติทางเคมีกายของน้ำผึ้งโพรงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ความหวาน (°Brix)	ความชื้น (ร้อยละ)	a _w	pH	ความแน่นเนื้อ (g)	ค่าสี		
						L*	a*	b*
ขวดแก้ว								
เริ่มต้น	73.00±0.00 ^b	18.82±0.21 ^a	0.619±0.003 ^c	3.93±0.00 ^a	36.76±0.20 ^b	42.08±0.06 ^d	3.45±0.02 ^b	35.52±0.03 ^{bc}
1 เดือน	75.00±0.00 ^a	18.83±0.63 ^a	0.624±0.001 ^b	3.89±0.03 ^b	35.41±0.48 ^c	44.19±0.52 ^c	2.79±0.01 ^d	34.74±0.09 ^c
2 เดือน	75.00±0.00 ^a	19.78±1.09 ^a	0.628±0.002 ^a	3.66±0.01 ^d	33.80±0.74 ^d	39.12±1.12 ^e	3.95±0.08 ^a	26.76±1.05 ^d
3 เดือน	74.67±0.58 ^a	18.60±0.46 ^a	0.621±0.001 ^c	3.69±0.01 ^c	36.78±0.67 ^b	46.61±1.06 ^b	2.71±0.14 ^d	36.65±0.23 ^a
4 เดือน	75.00±0.00 ^a	19.20±0.68 ^a	0.626±0.001 ^{ab}	3.66±0.01 ^d	41.07±0.39 ^a	47.65±0.30 ^a	3.13±0.14 ^c	36.29±0.73 ^{ab}
ขวดพลาสติก								
เริ่มต้น	73.00±0.00 ^b	18.82±0.21 ^a	0.619±0.003 ^b	3.93±0.00 ^a	36.76±0.20 ^b	42.08±0.06 ^d	3.47±0.02 ^b	35.52±0.03 ^c
1 เดือน	75.00±1.00 ^a	18.15±1.46 ^a	0.625±0.003 ^a	3.88±0.03 ^a	34.16±0.18 ^c	45.86±0.13 ^c	2.75±0.04 ^e	35.69±0.01 ^{bc}
2 เดือน	75.00±1.00 ^a	18.15±1.46 ^b	0.618±0.002 ^b	3.68±0.04 ^b	36.30±0.32 ^b	41.55±0.02 ^e	3.68±0.01 ^a	32.79±0.21 ^d
3 เดือน	75.00±0.00 ^a	16.85±0.07 ^b	0.619±0.003 ^{ab}	3.64±0.03 ^b	44.88±1.69 ^a	46.79±0.02 ^b	2.80±0.01 ^d	35.84±0.06 ^b
4 เดือน	75.00±0.00 ^a	16.62±0.43 ^b	0.620±0.003 ^{ab}	3.68±0.04 ^b	45.37±0.26 ^a	49.96±0.02 ^a	3.00±0.01 ^c	39.08±0.00 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05)

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางเคมีกายของน้ำผึ้งโพรงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ความหวาน (°brix)	ความชื้น	a _w	pH	ความแน่นเนื้อ (g)	ค่าสี		
						L*	a*	b*
ขวดแก้ว								
เริ่มต้น	73.00±0.00 ^b	18.82±0.21 ^{ab}	0.618±0.003 ^{bc}	3.93±0.00 ^a	36.76±0.20 ^c	42.08±0.06 ^d	3.45±0.02 ^d	35.52±0.03 ^d
1 เดือน	75.33±0.58 ^a	19.45±0.67 ^a	0.623±0.003 ^{ab}	3.87±0.04 ^a	36.78±0.24 ^c	44.84±0.04 ^b	2.77±0.02 ^e	35.53±0.13 ^{cd}
2 เดือน	75.00±0.00 ^a	18.04±0.57 ^b	0.625±0.004 ^a	3.66±0.02 ^b	33.92±0.70 ^d	43.04±0.19 ^c	4.26±0.01 ^c	38.23±0.07 ^c
3 เดือน	75.00±0.00 ^a	17.74±1.14 ^b	0.618±0.001 ^c	3.66±0.03 ^b	38.19±0.07 ^b	44.94±0.05 ^b	5.34±0.05 ^a	45.74±0.03 ^b
4 เดือน	75.00±0.00 ^a	16.36±0.49 ^c	0.622±0.001 ^{abc}	3.69±0.04 ^b	42.93±0.24 ^a	49.73±0.20 ^a	4.67±0.05 ^b	45.92±0.16 ^a
ขวดพลาสติก								
เริ่มต้น	73.00±0.00 ^c	18.82±0.21 ^b	0.619±0.003 ^b	3.93±0.00 ^a	36.76±0.20 ^c	42.08±0.06 ^d	3.45±0.02 ^c	35.52±0.03 ^e
1 เดือน	74.67±0.58 ^a	19.78±0.29 ^a	0.624±0.004 ^a	3.87±0.05 ^b	35.45±0.12 ^d	45.79±0.03 ^a	3.34±0.02 ^c	38.61±0.03 ^d
2 เดือน	75.00±0.00 ^a	19.77±0.13 ^a	0.626±0.002 ^a	3.67±0.01 ^c	36.99±0.55 ^c	42.22±0.09 ^d	5.16±0.06 ^b	41.51±0.07 ^c
3 เดือน	74.00±0.00 ^b	18.36±0.18 ^b	0.625±0.003 ^a	3.71±0.03 ^c	38.91±0.43 ^b	44.15±0.06 ^c	6.03±0.01 ^b	45.54±0.02 ^b
4 เดือน	75.00±0.00 ^a	19.20±1.00 ^{ab}	0.619±0.002 ^b	3.67±0.01 ^c	43.32±0.25 ^a	44.83±0.58 ^b	7.07±0.08 ^a	46.83±0.66 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05)

สรุปผล

คุณภาพและการเก็บรักษาที่เหมาะสมของน้ำผึ้งเป็นสิ่งสำคัญที่เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งต้องตระหนักเพื่อให้ได้ น้ำผึ้งที่มีคุณภาพและเก็บไว้ได้นาน ทั้งนี้ปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพและการเก็บรักษา น้ำผึ้ง คือ สิ่งแวดล้อม ซึ่ง สิ่งที่เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะเป็นตัวเร่งให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสีย ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และแสง นอกจากนี้บรรจุ ภัณฑ์ที่ใช้บรรจุก็มีส่วนสำคัญที่จะเป็นตัวปกป้องวัตถุดิบไม่ให้ปนเปื้อนและรับผลโดยตรงจากสภาพแวดล้อม จาก ผลการทดลองสรุปได้ว่าน้ำผึ้งโพรงของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งบ้านควนหมาก มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 211 พ.ศ. 2543 และมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 8003-2556 ทั้งทาง กายภาพเคมีรวมถึงคุณภาพทางจุลชีววิทยา โดยการเก็บรักษา น้ำผึ้งโพรงสามารถเก็บได้ทั้งในบรรจุภัณฑ์ชนิดขวด พลาสติกและขวดแก้ว แต่อย่างไรก็ตามการเก็บรักษา น้ำผึ้งโพรงในบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศา เซลเซียส ทำให้เกิดการตกผลึกของน้ำผึ้งโพรงหลังจากการเก็บรักษานาน 2 เดือน นอกจากนี้การเก็บรักษาในขวด แก้วมีโอกาสเสียหายจากการแตกระหว่างการขนส่ง ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกจึงเหมาะสมในการเก็บรักษา น้ำผึ้งโพรงมากกว่าขวดแก้ว ทั้งนี้ผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์แก่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งบ้าน ควนหมาก ในการปรับปรุงคุณภาพการเก็บรักษา น้ำผึ้ง เพื่อให้ได้มาซึ่งน้ำผึ้งคุณภาพ ปลอดภัยจลินทรีย์และผ่าน มาตรฐานน้ำผึ้งต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากหลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งบ้านควนหมาก ตำบลวังใหญ่ อำเภอ เทพา จังหวัดสงขลา ที่อนุเคราะห์ตัวอย่างน้ำผึ้งตลอดการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2557. การผลิตน้ำผึ้งคุณภาพ. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรง พิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 1.
- ชนิษฐา ศรีนวล. 2550. ปัจจัยที่มีผลต่อการตกผลึกและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพ ของน้ำผึ้งไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชนัญพร หิรัญเรือง, สุนันทา กำเหนิดโทน, กิรติ อูสาทกวงษ์, สันติ แก่อินทร์ และ จิตพิสุทธิ์ ศิริพร. 2562. การศึกษากระบวนการเก็บรักษา น้ำผึ้งโพรงไทย (*Apis cerana*) ต่อการตกผลึก จากกลุ่มแปลงใหญ่แมลง เศรษฐกิจในพื้นที่ภาคใต้. รายงานการวิจัย. ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านแมลงเศรษฐกิจ จังหวัด ชุมพร.

- พัชรिता พิชัย และ ไพรินทร์ บุตรกระจ่าง. 2565. คุณภาพน้ำผึ้งที่ผลิตในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และเชียงราย ระหว่างปี พ.ศ 2562- 2564. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 64(3): 181-196.
- มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 2556. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ICS 67.180.10 ISBN เรื่อง น้ำผึ้ง.
- อิมรอน มีชัย, อิสมะแก เจ๊ะหลง และ รอมลี เจะดอเลาะ. 2563. สภาวะที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาคุณภาพน้ำผึ้งชั้นโรงเพื่อจำหน่าย. รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- Sohaimy, E.S.A. Masry, S.H.D. and Shehata, M.G. 2015. Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Science*. 60(2): 279-287.
- Wanjai, C., Sringram, K., Santasup, C., Pak-Uthai, S. and Chantawannakul, P. 2012. Physicochemical and microbiological properties of longan, bitter bush, sunflower and litchi honeys produced by *Apis mellifera* in Northern Thailand. *Journal of Apicultural Research* 51(1): 36-44.

ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อในวนอุทยานพุ่มวง จังหวัดสุพรรณบุรี Diversity of Caterpillars in Phu Muang Forest Park Suphan Buri Province

ณัฐวดี ภูพันธ์ศรี¹ ภราดร ดอกจันทร์² สรวุฑ คลอวุฒิมันตร์^{1*}

Natawat Pupunsri¹ Paradon Dokjan² Sravut Klorvuttimontara^{1*}

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 73140

¹ Department of Science Faculty of Liberal Arts and Science Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus 73140

² คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 73140

² Faculty of Agriculture Kamphaeng Saen Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus 73140

*Corresponding author E-mail: sravut.k@ku.th

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อในประเทศไทยยังมีข้อมูลน้อยและไม่เพียงพอสำหรับการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ จุดมุ่งหมายของการศึกษาหนอนผีเสื้อในวนอุทยานพุ่มวงเพื่อทราบข้อมูลความหลากหลายและความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ ข้อมูลหนอนผีเสื้อบันทึกจากแปลงสำรวจ 9 แปลงตามระดับความสูงเป็นรายเดือนพร้อมปัจจัยกายภาพ ผลการสำรวจตลอดปีพบหนอนผีเสื้อ 47 ชนิด มีดัชนีความหลากหลายของแซนนอน และความเท่าเทียมของแซนนอนเท่ากับ 2.55 และ 0.65 ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนชนิดและความชุมของหนอนผีเสื้ออย่างมีนัยสำคัญ ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อแสดงความสำคัญของวนอุทยานพุ่มวงทั้งในการอนุรักษ์ความหลากหลายและการศึกษา

คำสำคัญ : ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อ วนอุทยานพุ่มวง พื้นที่อนุรักษ์

Abstract

Caterpillar diversity in Thailand is lack of information and insufficient for resource management effectively. Purposes of studying caterpillar in Phu Mueng Forest Park is for caterpillar diversity information and the relationship with physical factors. Caterpillar data and physical data were recorded from 9 sampling points across altitudinal gradient. The results from one-year survey found 47 caterpillar species. Shannon diversity index and Shannon evenness measure were 2.55 and 0.65 respectively. Relative humidity had shown significantly affect to species richness and abundance. Caterpillar diversity has suggested that Phu Mueng Forest Park has play important roles both biodiversity conservation and education.

Keywords : caterpillar diversity, Phu Muang forest park, protected area

บทนำ

หนอนผีเสื้อ (caterpillar) เป็นตัวอ่อนของทั้งผีเสื้อกลางวันและผีเสื้อกลางคืน หนอนผีเสื้อมีความสำคัญทั้งในทางนิเวศวิทยาและเศรษฐกิจ ในทางนิเวศวิทยาหนอนผีเสื้อเป็นตัวส่งผ่านพลังงานให้แก่ลำดับอาหารที่สูงขึ้น เพิ่มอัตราการหมุนเวียนสารอาหารในระบบนิเวศ และลดการแข่งขันของพืชชนิดต่าง ๆ ในระบบนิเวศ (Anttonen et al. 2022; Salcido et al., 2020) มิติทางเศรษฐกิจหนอนผีเสื้อหลายชนิดเป็นศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด และมีการรายงานการระบาดของหนอนผีเสื้อศัตรูพืชใหม่หลายชนิด เช่น หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (*Spodoptera frugiperda*) ที่ระบาดในประเทศไทยครั้งแรกช่วงปลายปี 2561 จนถึงปัจจุบัน (दनัย และคณะ, 2565) ซึ่งการระบาดดังกล่าวอาจได้รับอิทธิพลจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง

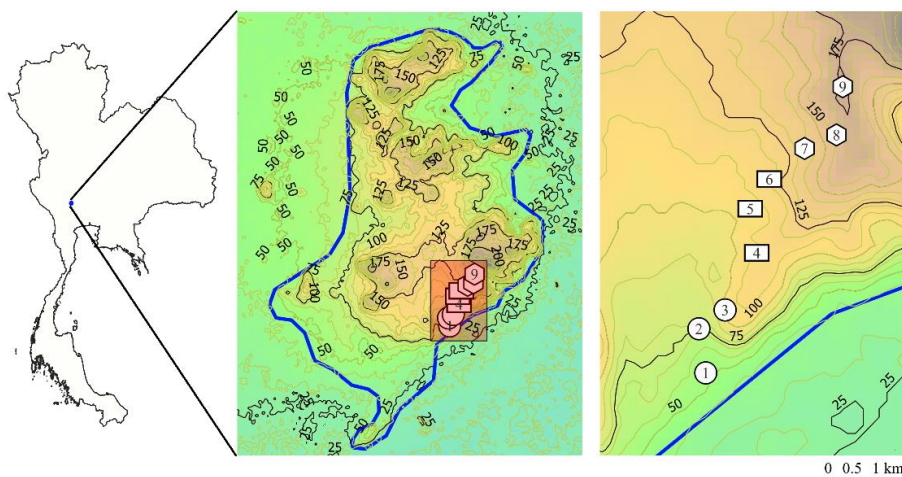
ข้อมูลเกี่ยวกับหนอนผีเสื้อของประเทศไทยยังคงมีจำกัด อุ่น (2544) รายงานหนอนผีเสื้อของประเทศไทย 210 ชนิดเมื่อเทียบกับผีเสื้อกลางวันและกลางคืนที่มีมากกว่า 3,800 ชนิด (Ek-Amnuay, 2006; Hutachareern et al., 2007) รายงานอื่น ๆ มักสำรวจในพื้นที่อนุรักษ์หรือพื้นที่ที่มีการดูแล เช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาพบหนอนผีเสื้อ 74 ชนิด (โกวิท, 2551) เขตสงวนชีวมณฑลห้วยทาก สำรวจพบหนอนผีเสื้อกลางวัน 80 ชนิด (สันติ และคณะ, 2557) โครงการพัฒนาป่าชุมชนบ้านอ่างเอ็ด (มูลนิธิชัยพัฒนา) จังหวัดจันทบุรี พบหนอนผีเสื้อ 98 ชนิด (ภราดร และคณะ, 2556) และสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด พบหนอนผีเสื้อ 35 ชนิด (อัฐฐพล และคณะ, 2558) การศึกษาก่อนหน้าจึงแสดงถึงช่องว่างของข้อมูลสำหรับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

วนอุทยานพุ่มม่วงเป็นพื้นที่อนุรักษ์ขนาดเล็ก (1,725 ไร่) ตั้งอยู่ในตำบลจรเข้สามพัน อำเภออุทุมพรพิสัย จังหวัดสุพรรณบุรี วนอุทยานพุ่มม่วงมีความหลากหลายทางพื้นที่ ได้แก่ เขาหินปูน ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง จึงเป็นพื้นที่รองรับความหลากหลายทางชีวภาพได้มาก นอกเหนือจากการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพวนอุทยานพุ่มม่วงยังทำหน้าที่สำคัญในการสื่อความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพสู่ชุมชนโดยรอบ ข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่อนุรักษ์ขนาดเล็กของประเทศไทยยังคงมีจำกัด และมีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพในระดับมหภาคต่อไป

การศึกษานี้เน้นศึกษาความหลากหลายของหนอนผีเสื้อในวนอุทยานพุ่มม่วง จังหวัดสุพรรณบุรี และอิทธิพลของปัจจัยกายภาพต่อความหลากหลายของหนอนผีเสื้อ เพื่อเป็นฐานข้อมูลและเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การสำรวจภาคสนามในวนอุทยานพุ่มม่วง ทำเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2561 ถึงเดือนเมษายน 2562 พื้นที่สำรวจมีทั้งสิ้น 9 แปลง โดยกำหนดไล่ตามความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ภาพที่ 1) แต่ละแปลงมีขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตร สำรวจนับจำนวนหนอนผีเสื้อที่พบที่ระดับพื้นดินจนถึงระดับ 2 เมตรจากพื้นดิน การจำแนกชนิดหนอนผีเสื้ออ้างอิงจาก ภราดร และคณะ (2556) สันติ และคณะ (2557) อุ่น (2544) และ อัฐฐพล และคณะ (2558) ข้อมูลทางกายภาพที่บันทึกคืออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาในวนอุทยานพุ่มม่วง ภาพกลางแสดงขอบเขตของวนอุทยาน ภาพขวาแสดงจุดสำรวจ

การประเมินจำนวนชนิดหนอนผีเสื้อที่คาดว่าจะมีทั้งหมดในพื้นที่ประเมินด้วยดัชนีเชา 1 (Chao1 index) การประเมินความหลากหลายของหนอนผีเสื้อใช้ดัชนีความหลากหลายของแซนนอน (Shannon index; H') และดัชนีความเท่าเทียมของแซนนอน (Shannon evenness measure; J') เพื่อประเมินค่าเป็นรายเดือน และรายปี โดยใช้ข้อมูลรวมจากทุกจุดสำรวจ การวิเคราะห์ความหลากหลายระหว่างเดือนใช้ดัชนีความคล้ายคลึงของซอเรนเซน (Sørensen index; C_s) การวิเคราะห์ความหลากหลายใช้ R เวอร์ชัน 4.1.0 และ Vegan package เวอร์ชัน 2.6-4

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกายภาพ (อุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์) กับความหลากหลายของหนอนผีเสื้อ (ดัชนีความหลากหลายของแซนนอน จำนวนชนิด และความชุม) ตัดสินโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient; r) ปัจจัยกายภาพและหนอนผีเสื้อที่สัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญจะวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อไป

ผลการวิจัย

ข้อมูลกายภาพที่บันทึกตลอดทั้งปีพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 34.2°C ($\pm 1.7^{\circ}\text{C}$) อยู่ในช่วง 30.2°C (กรกฎาคม) ถึง 39.7°C (มีนาคม) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ $60.6\%RH$ ($\pm 5.7\%RH$) อยู่ในช่วง $36.7\%RH$ (มีนาคม) ถึง $76.2\%RH$ (กรกฎาคม)

หนอนผีเสื้อที่พบตลอดการสำรวจมีทั้งสิ้น 378 ตัว ตัวอย่างหนอนผีเสื้อที่สามารถจำแนกถึงระดับชนิดได้มี 27 ชนิด ตัวอย่างหนอนผีเสื้อที่ไม่สามารถจำแนกถึงระดับชนิดได้มี 20 ชนิด ตัวอย่างทั้งหมดสามารถจำแนกได้ในระดับวงศ์มีทั้งสิ้น 16 วงศ์ ดังตารางที่ 1 วงศ์ที่พบชนิดหนอนผีเสื้อมากที่สุดคือวงศ์ไพราริดี (Pyralidae) พบทั้งสิ้น 10 ชนิด แต่วงศ์ที่พบจำนวนตัวมากที่สุดคือวงศ์นกทูอิดี (Noctuidae) พบ 116 ตัว

ตารางที่ 1 บัญชีรายชื่อหนอนผีเสื้อที่สำรวจพบตลอดการสำรวจใน วนอุทยานพุ่มม่วง จ.สุพรรณบุรี ตัวเลขในวงเล็บแสดงจำนวนตัวที่พบ

วงศ์	ชนิด
Psychidae	<i>Cremastopsyche pendula</i> (3)
Limacodidae	<i>Thosea siamica</i> (50), <i>Scopelodes</i> sp.1 (8)
Tortricidae	Tortricid sp.1 (1), Tortricid sp.2 (1)
Pyralidae	<i>Crocidolomia</i> sp. (2), <i>Hedylepta indicata</i> (4), <i>Omphisa fuscidentalis</i> (3), Pyralid sp.1 (1), Pyralid sp.2 (4), Pyralid sp.3 (1), Pyralid sp.4 (8), Pyralid sp.5 (1), Pyralid sp.6 (1) , Pyralid sp.7 (1)
Eupterotidae	<i>Eupterote tetacea</i> (5)
Sphingidae	<i>Daphnis nerii</i> (1), <i>Macroglossum heliophila</i> (2), Sphingid sp.1 (1)
Hesperiidae	<i>Caprona agama</i> (10), <i>Badamia excalmationis</i> (1)
Papilionidae	<i>Graphium agamemnon</i> (2), <i>Graphium doson</i> (3), <i>Papilio demoleus</i> (1)
Pieridae	<i>Appias libaythea</i> (6)
Lycaenidae	<i>Amblypodia anita</i> (85), <i>Castalius rosimon</i> (1), <i>Catochrysops strabo</i> (3), <i>Chilades pandeva</i> (3)
Nymphalidae	<i>Euploea core</i> (3), <i>Lethe confuse</i> (1), <i>Phalanta phalanta</i> (1)
Geometridae	Geometrid sp.1 (1), Geometrid sp.2 (1), <i>Hyposiara</i> sp.1 (1), <i>Hyposiara</i> sp.2 (1)
Notodontidae	<i>Phalera grotei</i> (17)
Noctuidae	<i>Achaea janata</i> (6), <i>Spodoptera litura</i> (2), Noctuid sp.1 (108)
Lymantriidae	<i>Orgyia postica</i> (1), <i>Orgyia turbata</i> (3), Lymantriid sp.1 (2), Lymantriid sp.2 (2), Lymantriid sp.3 (2), Lymantriid sp.4 (2) , <i>Olene mendosa</i> (1)
Thyrididae	<i>Thyridia</i> sp.1 (1)

จำนวนชนิดหนอนผีเสื้อที่คาดหมายของพื้นที่จากการประเมินด้วยดัชนีเขา 1 ตลอดทั้งปีคาดว่ามีความจำนวนชนิด 72.3 (SE = 13.63) สูงกว่าจำนวนชนิดจากการสำรวจประมาณ 13 ชนิด เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนจำนวนชนิดหนอนผีเสื้อที่คาดหมายส่วนใหญ่สูงกว่าจำนวนที่พบจริง (ตารางที่ 2) ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อรวมตลอดการศึกษามีค่าดัชนีความหลากหลายของแซนนอนและค่าดัชนีความเท่าเทียมของแซนนอนเท่ากับ 2.55 และ 0.65 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อมูลเป็นรายเดือนดัชนีทั้งสองมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนค่าดัชนีความหลากหลายของแซนนอนสูงที่สุดในเดือนธันวาคม ($H' = 2.11$) และต่ำสุดในเดือนมีนาคมและเมษายน ($H' = 0$) เนื่องจากพบเพียงชนิดเดียว ค่าดัชนีความเท่าเทียมของแซนนอนมีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม ($J' = 0.96$) และต่ำสุดในเดือนมีนาคมและเมษายนเนื่องจากพบเพียงชนิดเดียว

ตารางที่ 2 ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อในสวนอุทยานพุ่มง่ามที่พบจริง ประมาณโดยดัชนีเชา 1 ดัชนีความหลากหลายของแชนนอน และดัชนีความเท่าเทียมของแชนนอน

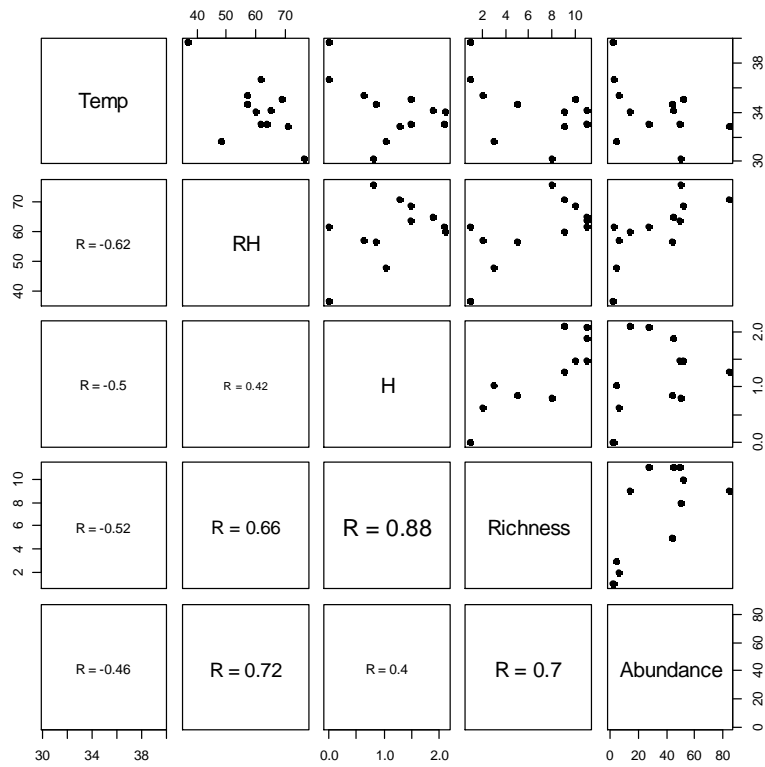
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62
ชนิดที่พบ	11	11	8	5	10	9	11	9	3	2	1	1
ดัชนีเชา 1	13	18.5	11.3	6	12	12	25	11.5	3.5	2	1	1
S.E.	2.86	8.09	4.09	2.20	2.86	4.12	13.12	3.14	1.23	0	0	0
H'	1.88	2.09	0.81	0.85	1.49	1.29	1.49	2.11	1.04	0.67	0	0
J'	0.78	0.87	0.39	0.53	0.65	0.59	0.62	0.96	0.95	0.92	-	-

ความคล้ายคลึงกันของชุมชนหนอนผีเสื้อมีความเหมือนกันมากที่สุด ($C_s = 1.0$) คือเดือนกันยายน-ตุลาคม และ เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม (ตารางที่ 3) และในช่วงเดือนทั้ง 4 นี้ยังมีค่าความคล้ายคลึงสูงเป็นอันดับสอง ($C_s = 0.67$) เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ๆ

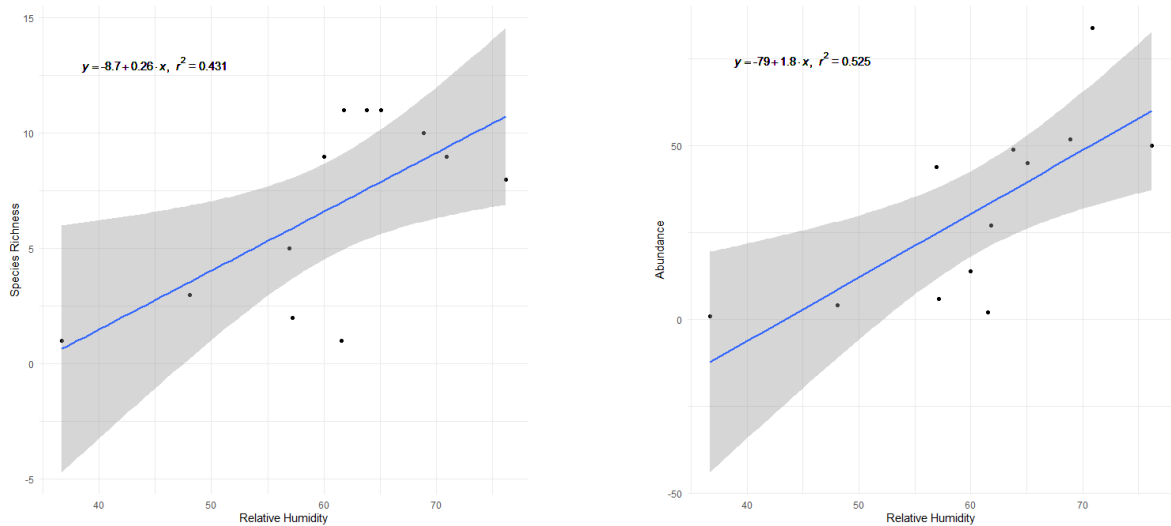
ปัจจัยกายภาพที่มีความสัมพันธ์กับหนอนผีเสื้ออย่างมีนัยสำคัญมีเพียงความชื้นสัมพัทธ์ที่สัมพันธ์กับจำนวนชนิดและความชุม (ภาพที่ 2) ความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มที่เพิ่มจำนวนชนิดและความชุมของหนอนผีเสื้ออย่างมีนัยสำคัญ โดยความสัมพันธ์เชิงเส้นของความชื้นสัมพัทธ์กับจำนวนชนิด คือ $y = -8.72 + 0.25X$ ($R^2 = 0.431$, $F = 7.581$, $p\text{-value} = 0.02036$) และความสัมพันธ์เชิงเส้นของความชื้นสัมพัทธ์กับความชุม คือ $y = -79.5 + 1.83X$ ($R^2 = 0.5253$, $F = 11.07$, $p\text{-value} = 0.007663$)

ตารางที่ 3 ความคล้ายคลึงกันของชุมชนหนอนผีเสื้อรายเดือนในสวนอุทยานพุ่มง่าม ค่าในตารางคือค่าดัชนีความคล้ายคลึงกันของซอเรนเซน

เดือน	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
มิ.ย.	0.08	-									
ก.ค.	0.37	0.31	-								
ส.ค.	0.04	0	0.17	-							
ก.ย.	0.04	0	0	0	-						
ต.ค.	0.04	0	0	0	1.0	-					
พ.ย.	0.08	0.5	0.15	0	0.67	0.67	-				
ธ.ค.	0.08	0.5	0.15	0	0.67	0.67	1.0	-			
ม.ค.	0.31	0.18	0.2	0	0.2	0.2	0.36	0.36	-		
ก.พ.	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0.17	-	
มี.ค.	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
เม.ย.	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกายภาพ (อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์) และหนอนผีเสื้อ (ดัชนีความหลากหลายของแซนนอน จำนวนชนิด และความชุม) ค่า R คือ ค่าความสัมพันธ์ของเพียร์สัน



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับจำนวนชนิด (ซ้าย) และ ความชุม (ขวา) ของหนอนผีเสื้อ

วิจารณ์ผล

วนอุทยานพุ่มม่วงเป็นพื้นที่อนุรักษ์ขนาดเล็กที่มีความหลากหลายทางภูมิศาสตร์ทั้งป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าเขาหินปูน ภูมิอากาศแตกต่างกันชัดเจนระหว่างฤดูกาล โดยอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนต่างกันสูงสุด 7.3°C และ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนต่างกันสูงสุด $29.1\% \text{RH}$

จำนวนชนิดหนอนผีเสื้อที่พบในวนอุทยานพุ่มม่วงมีอย่างน้อย 47 ชนิด (รวมตัวอย่างที่จำแนกไม่ได้) ทุกชนิดที่พบไม่มีแนวโน้มที่เป็นแมลงศัตรูพืชทางเศรษฐกิจ ชนิดหนอนผีเสื้อทั้งหมดมีสถานะเป็นแมลงง่ายหรือค่อนข้างง่าย โดยทั่วไปสัตว์ที่มีสถานะเช่นนี้มักมีจำนวนค่อนข้างมากและมีบทบาทสำคัญของการทำงานในระบบนิเวศและสร้างนิเวศบริการ (ecosystem services) (Winfree et al., 2015)

จำนวนชนิดหนอนผีเสื้อในวนอุทยานพุ่มม่วงแม้จะพบมากกว่าพื้นที่วนเกษตรของสถานีวิจัยและอบรมวนเกษตรตราด (พบ 35 ชนิด) แต่มีดัชนีความหลากหลายต่ำกว่าเนื่องจากมีหนอนผีเสื้อบางชนิด เช่น *Noctuid sp.1*, *Amblypodia anita* และ *Thosea siamica* ที่มีจำนวนสูงกว่าชนิดอื่นมาก วนอุทยานพุ่มม่วงมีจำนวนชนิดหนอนผีเสื้อน้อยกว่ามากเมื่อเทียบกับพื้นที่อนุรักษ์อื่น เช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา เขตสงวนชีวมณฑลห้วยทาก ซึ่งอาจเป็นเกี่ยวกับหลายปัจจัย เช่น ภูมิอากาศ ขนาดพื้นที่ กิจกรรมที่อยู่ใกล้เคียง หรือแม้แต่โครงการพัฒนาป่าชุมชนบ้านอ่างเอ็ด (มูลนิธิชัยพัฒนา) ที่มีจำนวนสูงกว่าเกือบเท่าตัวซึ่งอาจเป็นเพราะลักษณะพื้นที่ที่เป็นป่าที่เป็นผืนต่อเนื่องกันจึงเอื้อต่อหนอนผีเสื้อหลากหลายชนิดมากกว่า (Savilaakso, 2009)

ความสัมพันธ์กับปัจจัยกายภาพที่พิจารณามีเพียงความชื้นสัมพัทธ์ที่สัมพันธ์กับจำนวนชนิดและความชุกอย่างมีนัยสำคัญ ความชื้นสัมพัทธ์ส่งเสริมให้มีจำนวนชนิดมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แม้ความสัมพันธ์ไม่สูงมากนัก ($r = 0.66$) แต่ส่งเสริมความชุกของหนอนผีเสื้อค่อนข้างเด่นชัด ($r = 0.78$) ผลของความชื้นที่ส่งเสริมการดำรงอยู่ของหนอนผีเสื้อคล้ายคลึงกับผลการศึกษาของ ภราดร และคณะ (2556) เนื่องจากน้ำในระบบนิเวศเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อชุมชนชีพของผีเสื้อ (Robinson et al., 2014) ความชื้นสัมพัทธ์ในวนอุทยานอาจน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นและมีช่วงแล้งที่ร้อนจัด การเพิ่มแหล่งน้ำในวนอุทยานเป็นหนึ่งทางเลือกที่สามารถใช้ส่งเสริมความหลากหลายชีวภาพของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในพื้นที่

วนอุทยานพุ่มม่วงเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ความหลากหลายแม้เป็นพื้นที่ขนาดเล็ก พื้นที่ธรรมชาติขนาดเล็กมีศักยภาพในการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพและมีบทบาทในการอนุรักษ์ในพื้นที่ชุมชนรวมถึงชุมชนเมือง (Viteri and Hadly, 2022) เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมักมีจำนวนชนิดมากกว่าพื้นที่ที่ไม่มีการปกป้อง (Gray et al., 2015) พื้นที่อนุรักษ์ขนาดเล็กยังปกป้องระบบนิเวศในระดับท้องถิ่น และเพิ่มคุณภาพถิ่นที่อยู่ในระดับภูมิทัศน์ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถอพยพไปแหล่งธรรมชาติอื่น ๆ ได้ (Baldwin and Fouch, 2018) คุณค่าของวนอุทยานพุ่มม่วงยังเป็นแหล่งที่เหมาะสมในการอนุรักษ์หนอนผีเสื้อและเป็นสื่อกลางสำหรับการศึกษาด้านนิเวศวิทยาสำหรับเยาวชน

สรุปผล

หนอนผีเสื้อที่พบตลอดการสำรวจมีทั้งสิ้น 47 ชนิดรวมตัวอย่างที่ระบุชนิดไม่ได้ ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อในสวนอุทยานพุ่มวงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี ดัชนีความหลากหลายของแซนnonมีช่วงตั้งแต่ 0.00 – 2.11 และมีช่วงที่มีความคล้ายคลึงเกาะกลุ่มอยู่ช่วงเดือนกันยายน-ธันวาคม ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อหนอนผีเสื้อคือความชุ่มชื้นสัมพัทธ์ที่ส่งผลเชิงบวกต่อความชุ่มชื้นและจำนวนชนิด ข้อมูลหนอนผีเสื้อแสดงความสำคัญของสวนอุทยานพุ่มวงในการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพและการทำงานของระบบนิเวศ การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับหนอนผีเสื้อเช่น การระบุชนิด ซีพัลกซ์ และชนิดพืชอาหาร เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการจัดการทรัพยากรในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ และฝ่ายกิจการนิสิต คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และ คุณชัชวาล เอี่ยมตาก หัวหน้าสวนอุทยานพุ่มวง และ เจ้าหน้าที่สวนอุทยานพุ่มวงทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการสำรวจ

เอกสารอ้างอิง

- โกวิทย์ หวังทวีทรัพย์. 2551. ความหลากหลายชนิดพืชอาหารของผีเสื้อกลางวันในป่าฮาลา-บาลา (จังหวัด ยะลา-นราธิวาส). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- ภราดร ดอกจันทร์, นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว และ สราวุธ คลอวุฒิมันตร์. 2556. ความหลากหลายของหนอนผีเสื้อ (Order Lepidoptera) ในพื้นที่โครงการพัฒนาป่าชุมชนบ้านอ่างเอ็ด (มูลนิธิชัยพัฒนา) อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี. วารสารวนศาสตร์. 32 (ฉบับพิเศษ): 31 -41.
- दनัย ชัยเรือนแก้ว, ชลธิชา รักไคร้, สุนัดดา เชาวลิต, อาทิตย์ รักกลสิกร, ธิดาวรรณ ชมเดช, พรรณิภา เป็ชัยศรี และ อนุสรณ์ พงษ์มี. 2565. การสำรวจการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) และทดสอบพืชอาหารในประเทศไทย. วารสารวิชาการเกษตร. 40:1
- สันติ กิตติบรรพชา, วรวิมล วรรคตตานนท์, สุทัศน์ วิทยานันท์ และ พิมพร การินทร์. 2557. คู่มือดูผีเสื้อกลางวันในเขตสงวนชีวมณฑลห้วยทาก. ส่วนพัฒนาและเผยแพร่องค์ความรู้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- องุ่น ลีวาวณิช. 2544. ผีเสื้อและหนอน. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- อัญฐพล เสมอ, นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว, สราวุธ คลอวุฒิมันตร์ และ ภราดร ดอกจันทร์. 2258. การเปรียบเทียบความหลากหลายของหนอนผีเสื้อในพื้นที่วนเกษตร และพื้นที่ป่าธรรมชาติในสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตร ตราด. น. 1255-1232. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53: สาขาวิทยาศาสตร์, สาขาพันธุวิศวกรรม, สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์, สาขาอุตสาหกรรม

เกษตร, สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 3-6 ก.พ. 2558. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- Anttonen P, Y. Li, D. Chesters, A. Davrinche, S. Haider, H. Bruelheide, J-T. Chen, M-Q. Wang, K-P. Ma, C-D. Zhu and A. Schuldt. 2022. Leaf nutritional content, tree richness, and season shape the caterpillar functional trait composition hosted by trees. *Insects*. 13(12):1100.
- Baldwin, R.F. and N.T. Fouch. 2018. Understanding the Biodiversity Contributions of Small Protected Areas Presents Many Challenges. *Land*. 7, 123.
- Ek-Amnuay, P. 2006. Butterflies of Thailand. Amarin Book Center Co., Ltd., Bangkok.
- Gray, C.L., S.L.L. Hill, T. Newbold, L.N. Hudson, L. Borger, S. Contu, A.J. Hoskins, S. Ferrier, A. Purvis, and J.P.W. Scharlemann. 2015. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. *Nature Communications*. 7:12306.
- Hutacharearn, C., N. Tubtim and C. Dokmai. 2007. Checklist of Insect and Termite in Thailand. Department of National Park Wildlife and Plant Conservation, Bangkok.
- Robinson, N., T. Kadlec, M.D. Bowers and R.P. Guralnick. 2014. Integrating species traits and habitat characteristics into models of butterfly diversity in a fragmented ecosystem. *Ecological Modelling*. 281, 15-25.
- Salcido, D.M., M.L. Forister, H. Garcia Lopez and L.A. Dyer. 2020. Loss of dominant caterpillar genera in a protected tropical forest. *Scientific Reports*. 10, 422.
- Savilaakso, S., J. Koivisto, T.O. Veteli and H. Roininen. 2009. Microclimate and tree community linked to differences in lepidopteran larval communities between forest fragments and continuous forest. *Diversity and Distributions*. 15: 356-365.
- Viteri, M.C. and E.A. Hadly. 2022. Spatiotemporal impacts of the Anthropocene on small mammal communities, and the role of small biological preserves in maintaining biodiversity. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 10: 916239.
- Winfree R., J.W. Fox, N.M. Williams, J.R. Reilly and D.P. Cariveau. 2015. Abundance of common species, not species richness, drives delivery of a real-world ecosystem service. *Ecology Letters*. 18: 626– 635.

ปริมาณสารพฤกษเคมี และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
ในส่วนต่าง ๆ ของกัญชงสายพันธุ์เชอร์รี่ไวน์
Phytochemical Contents and Antioxidant Assay in
Different Parts of Cherry Wine Hemp Strains

รัชดาภรณ์ เชื้อบุญมี¹ กอแก้ว วชิรมน² เสาวภา ชูมณี^{1*}

Ratchadaporn Chuaboonmee¹ Kokaew Vachiramon² Saowapa Chumanee^{1*}

¹ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

² สถาบันเศรษฐกิจพอเพียงเครือข่ายเกษตรอินทรีย์วิถีไทย 111 หมู่ 2 ตำบลห้วยใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

¹ Division of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University,
Mueang, Phetchabun 67000

² Institute of Sufficiency Economy, Thai Ways of Organic Agriculture Network, 111 Moo 2 Huay Yai, Mueang,
Phetchabun 67000

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารละลายสกัดในส่วนต่าง ๆ ของกัญชงสายพันธุ์เชอร์รี่ไวน์ (Cherry Wine) ได้แก่ ช่อดอก ยอด ใบ กิ่งก้าน ลำต้น และราก วิเคราะห์หาสารพฤกษเคมีจากปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (วิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-ciocalteu's) และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (วิเคราะห์ด้วยวิธี Aluminium chloride) ผลการทดลองพบว่า สารละลายสกัดจากส่วนของช่อดอกกัญชง มีปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.04 ± 0.08 mgGAE/gDW และ 15.26 ± 0.20 mgCEE/gDW และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์ด้วยวิธีดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ABTS และ FRAP ด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate Reader) ผลการทดลองพบว่า สารละลายสกัดจากส่วนของช่อดอกกัญชง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดในวิธี DPPH และ ABTS มีค่า IC_{50} เท่ากับ 313.97 ± 8.40 μ g/mL และ 33.17 ± 0.40 μ g/mL ตามลำดับ ส่วนวิธี FRAP มีค่าการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 742.40 ± 22.62 μ gTE/gDW

คำสำคัญ : กัญชง สารพฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The aim of this research study the phytochemical contents and antioxidant assay in different parts of cherry wine hemp strains extracted solution, i.e. inflorescence, shoot, leaves, branches, stems and roots. The phytochemical properties were analyzed by Folin-ciocalteu's and total flavonoid content was analyzed by Aluminum chloride method. The results found that the extracted solution from the part of the hemp inflorescence was the highest content of phenolic

and total flavonoids was 3.04 ± 0.08 mgGAE/gDW and 15.26 ± 0.20 mgCEE/gDW. The study of antioxidant activity was analyzed by DPPH ABTS and FRAP free radical trapping method by using the Microplate Reader. The results found that the extracted solution from the part of the hemp inflorescence was the best antioxidant assay by DPPH and ABTS methods with IC_{50} values of 313.97 ± 8.40 $\mu\text{g/mL}$ and 33.17 ± 0.40 $\mu\text{g/mL}$, respectively. While the FRAP method had 742.40 ± 22.62 $\mu\text{gTE/gDW}$ of the antioxidant values.

Keywords : Hemp, Phytochemicals, Antioxidant assay

บทนำ

กัญชง (Hemp) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. subsp. *sativa* เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าสูง มีสารสำคัญประกอบด้วยสารประกอบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพจำนวนมากที่เรียกว่า Cannabinoids โดยมี Cannabidiol (CBD), Cannabichromene (CBC), Cannabigerol (CBG) และสารเสพติด Tetrahydrocannabinol (THC) น้อยกว่า 0.3% โดยน้ำหนักแห้ง (Yang et al., 2020; da Silva Benevenuto et al., 2021; ชีระ ชัยพิริยะศักดิ์, 2560) กัญชงมีหลายสายพันธุ์ การปลูกกัญชงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสารสกัด CBD ใช้เป็นยา ผลิตเมล็ดใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ และผลิตเส้นใยใช้ในการทอผ้าทำเครื่องนุ่งห่ม สำหรับสายพันธุ์เชอร์รี่ไวน์ (Cherry wine) เป็นสายพันธุ์ที่นิยมปลูกเนื่องจากมีดอกใหญ่ให้ผลผลิตสูง และให้ปริมาณสาร CBD สูงถึง 25% มากกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ และมีปริมาณ THC ต่ำกว่า 0.3% สำหรับสาร CBD และ THC ที่ได้ก็ขึ้นกับสภาพอากาศในพื้นที่ที่ปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2564) เนื่องจากกัญชงมีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ จึงจัดเป็นพืชสมุนไพร เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ สารต้านอนุมูลอิสระมีความสำคัญต่อกระบวนการออกซิเดชันอนุมูลอิสระ หรือมีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระ การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณวิธีที่นิยม ได้แก่ การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH วิธีการฟอกสีอนุมูลอิสระ ABTS และการวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านอนุมูลอิสระ (FRAP assay) (บุหรัน พันธุ์สุวรรณ, 2556; กิตติพัฒน์ โสภิตธรรมคุณ และ ปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลชาญ, 2560)

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้รับตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของกัญชงสายพันธุ์ Cherry wine ดังนี้คือ ช่อดอก ยอด ใบ กิ่งก้าน ลำต้น และราก จากสถาบันเศรษฐกิจพอเพียงเครือข่ายเกษตรอินทรีย์วิถีไทย จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความประสงค์ให้ผู้วิจัยศึกษาเปรียบเทียบ ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (ปริมาณฟีนอลิกรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม) และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH ABTS และ FRAP ในส่วนต่าง ๆ ของกัญชงดังกล่าวนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปพัฒนาต่อยอดการนำไปใช้ประโยชน์ ความคุ้มค่าสำหรับการนำไปทำผลิตภัณฑ์ให้กับชุมชน ซึ่งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มในอนาคตต่อไปได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับกัญชงสายพันธุ์ Cherry wine

พบว่ายังไม่มีงานวิจัยใดที่เปรียบเทียบทุกส่วนของกัญชงนี้ เพื่อหาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

วิธีการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือและสารเคมี

เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate Reader) รุ่น EZ2000 ของบริษัท Biochrome ประเทศสหรัฐอเมริกา เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (Ultrasonic Homogenizer) ยี่ห้อ DW-IID ของบริษัท DRAWELL artist of science ประเทศจีน เครื่องชั่งวิเคราะห์ความชื้น รุ่น PMB-53 ยี่ห้อ ADAM ประเทศอังกฤษ เครื่องอบแห้งแช่แข็งสุญญากาศ (Vacuum freeze dryer) รุ่น CoolSafe Freeze dryers ของบริษัท LaboGene ประเทศเดนมาร์ก เครื่องบดย่อยสมุนไพร (Granulation Herbal Machine) ของบริษัท จรัสชัยแมชชีนเนอร์ ประเทศไทย เครื่องดูดสารไมโครปิเปต (Micro pipette) 10-100 ไมโครลิตร และ 100-1000 ไมโครลิตร ของบริษัท Thermo Fisher Scientific ตู้อบลมร้อน (hot air oven) เครื่องชั่งดิจิทัลทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance)

สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) 2,4,6,-tris (2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) จากบริษัทผู้ผลิต Sigma-Aldrich ประเทศสหรัฐอเมริกา Gallic acid, Catechin, Trolox, Ascorbic จากบริษัทผู้ผลิต Acros Organics ประเทศเบลเยียม Folin-Ciocalteu's reagent, Sodium carbonate (Na_2CO_3), Sodium hydroxide (NaOH), Sodium Acetate (CH_3COONa), Ferric chloride (FeCl_3), Sodium nitrite (NaNO_2) Aluminium chloride (AlCl_3) จากบริษัทผู้ผลิต Loba Chemie ประเทศอินเดีย Potassium persulfate ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), Methanol, Ethanol, Acetic acid, Hydrochloric acid (HCl) ล้วนเป็นเกรดเคมีวิเคราะห์ จากบริษัทผู้ผลิต Quality Reagent Chemical และใช้น้ำปราศจากไอออน (DI) ที่ผลิตด้วยกระบวนการผลิต น้ำบริสุทธิ์ปราศจากไอออนจากเครื่อง Sartorius รุ่น arium@pro (18.2M Ω cm)

ตัวอย่าง และการเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของกัญชงสายพันธุ์ Cherry wine ประกอบด้วย ช่อดอก ยอด ใบ กิ่งก้าน ลำต้น และราก ได้มาจาก คุณกอแก้ว วชิรมน ตัวแทนวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสถาบันเศรษฐกิจพอเพียง เครือข่ายเกษตรอินทรีย์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ตัวอย่างแต่ละส่วนที่ได้มานำมาอบฆ่าด้วยโรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์ แบบเรือนกระจก ยกเว้นช่อดอก ดังภาพที่ 1 จะนำไปอบด้วยเครื่องฟรีซดราย (Freeze dryer) เพื่อให้แต่ละส่วนมีความชื้นน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จึงนำแต่ละส่วนไปบดด้วยเครื่องบดย่อยสมุนไพร และกำหนดรหัสตัวอย่างแต่ละส่วน ดังนี้

S1 = ช่อดอก S2 = ยอด S3 = ใบ
S4 = กิ่งก้าน S5 = ลำต้น S6 = ราก



ภาพที่ 1 ตัวอย่างของช่อดอกกัญชงสายพันธุ์ Cherry wine (a) ช่อดอกกัญชง (b) ช่อดอกกัญชง (c) ช่อดอกกัญชงบดละเอียด

การสกัดตัวอย่าง

การสกัดตัวอย่าง ใช้วิธีการสกัดโดยคลื่นเสียงความถี่สูงร่วมด้วยในการสกัด (Ultrasound-assisted Extraction, UAE) (ดวงกมล เรือนงาม, 2557) ในงานวิจัยนี้การสกัดตัวอย่างได้ดัดแปลงมาจากวิธีของ Tzimas et al. (2021) และ Agarwal et al. (2018) โดยใช้น้ำหนักตัวอย่างดังตารางที่ 1 ใส่หลอดปั่นเหวี่ยงเติมเอทานอล 20 มิลลิลิตร ทำการสกัดด้วยเครื่อง ultrasonic probe ตั้งค่า power 54% (135W) ใช้น้ำเย็นหล่อ ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัด 30 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอน ใช้ความเร็วรอบ 7000 รอบต่อนาที (rpm) เป็นเวลา 15 นาที จะได้สารละลายสกัดที่มีความเข้มข้นดังตารางที่ 1 สารละลายสกัดที่ได้นำไปทดสอบหาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ตารางที่ 1 น้ำหนักตัวอย่างและสารละลายสกัดเข้มข้น

ตัวอย่าง	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	ความเข้มข้นของสารละลายสกัด (mg/mL)
S1 ช่อดอก	0.1101	5.51
S2 ยอด	0.2006	10.03
S3 ใบ	0.2007	10.04
S4 กิ่งก้าน	0.5011	25.06
S5 ลำต้น	0.5013	25.07
S6 ราก	0.5006	25.03

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกรวม

การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total phenolic content) โดยวิธี Folin-ciocalteu's ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Zhang et al. (2006) , Herald et al. (2012) และ Hu et al. (2021) โดยใช้กรดแกลลิก (Gallic acid: GA) เป็นสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 30 50 100 200 300 ppm และวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใส่สารสกัด 25 μL ลงใน 96 well plate จากนั้นเติมสารละลาย Folin-ciocalteu's reagent ปริมาตร 25 μL และน้ำ DI ปริมาตร 200 μL ทิ้งไว้ในความมืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที เติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 25 μL (ปริมาตรรวมทั้งหมด 275 μL ทำซ้ำ 3 ครั้ง) ทิ้งไว้ในความมืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตรโดยใช้เครื่อง Microplate reader นำค่าการดูดกลืนที่ได้มาคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเทียบจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง (Miligram gallic acid equivalent/gram of dried sample weight, mgGAE/gDW)

การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ (Total flavonoid content) โดยวิธี Aluminium chloride ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Fattahi et al. (2014) โดยใช้แคทีชิน (Catechin) เป็นสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง 30 50 100 500 700 900 ppm และวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใส่สารสกัด 80 μL ลงใน 96 well plate จากนั้นเติมสารละลาย NaNO_2 ปริมาตร 120 μL และเติม AlCl_3 ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ 80 μL (ปริมาตรรวมทั้งหมด 280 μL ทำซ้ำ 3 ครั้ง) ทิ้งไว้ในความมืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 50 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตรโดยใช้เครื่อง Microplate reader คำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมจากกราฟมาตรฐานแคทีชิน ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของแคทีชินต่อกรัมของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง mgCEE/gDW

การวิเคราะห์หาปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์หาปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Bobo-García et al. (2015) ทำการทดลองโดยเจือจางสารละลายมาตรฐานแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) โทรล็อกซ์ (Trolox) และสารสกัดให้ได้ความเข้มข้นความเข้มข้นที่เหมาะสม จากนั้นดูดสารสกัด 100 μL ใส่ลงใน 96 well plate แล้วเติมสารละลายดีพีพีเอช ความเข้มข้น 300 ไมโครโมลาร์ ปริมาตร 150 μL ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที (ปริมาตรรวมทั้งหมด 250 μL ทำซ้ำ 3 ครั้ง) จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรโดยใช้เครื่อง Microplate reader นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ (A) สร้างกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ต้านอนุมูลอิสระและความเข้มข้นของสารละลายสกัดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายสกัดที่ทำให้ความเข้มข้น DPPH ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (% Radical scavenging activity) ดังสมการที่ 1 (ชานนท์ นัยจิตร และ อนุรักษ์ เชื้อมั่ง, 2559)

การวิเคราะห์หาปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS

การวิเคราะห์หาปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Xiao et al. (2020) ทำการทดลองโดยเจือจางสารละลายมาตรฐานแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) โทรล็อกซ์ (Trolox) และสารสกัดให้ได้ความเข้มข้นความเข้มข้นที่เหมาะสม จากนั้นดูดสารสกัด 20 μL ใส่ลงใน 96 well plate จากนั้นเติมสารละลายเอบีทีเอส 180 μL ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 6 นาที (ปริมาตรรวมทั้งหมด 200 μL ทำซ้ำ 3 ครั้ง) นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตรโดยใช้เครื่อง Microplate reader นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ (A) สร้างกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ต้านอนุมูลอิสระและความเข้มข้นของสารละลายสกัดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายสกัดที่ทำให้ความเข้มข้นลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (% Radical scavenging activity) ดังสมการที่ 1 (ชานนท์ นัยจิตร และ อนุรักษ์ เข็มมั่ง, 2559)

$$\% \text{ radical scavenging activity} = \left[\frac{A_{\text{control}} - (A_{\text{sample}} - A_{\text{blank}})}{A_{\text{control}}} \right] \times 100 \quad (1)$$

A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสกัด และ reagent

A_{blank} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสกัด และเมทานอล

จากนั้นคำนวณหา IC_{50} ในหน่วยไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การกำจัดอนุมูลอิสระกับความเข้มข้นของสารละลายสกัด ผลการทดลองที่ได้แสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการทดลองอย่างน้อย 3 ครั้งที่เป็นอิสระต่อกัน แต่แต่ละครั้งทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับการศึกษปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอชและเอบีทีเอส (ขมัยพร รอดกลิ่น และคณะ 2560)

การวิเคราะห์หาปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ FRAP

การวิเคราะห์หาปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ FRAP ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Puangpronpitag et al. (2021) ทำการทดลองโดยเจือจางสารละลายมาตรฐานโทรล็อกซ์ (Trolox) และสารสกัดให้ได้ความเข้มข้นความเข้มข้นที่เหมาะสม วิเคราะห์ตัวอย่างโดยดูดสารสกัด 20 μL ใส่ลงใน 96 well plate แล้วเติมสารละลาย FRAP ปริมาตร 280 μL (ปริมาตรรวมทั้งหมด 300 μL ทำซ้ำ 3 ครั้ง) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตรโดยใช้เครื่อง Microplate reader นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ คำนวณหาความสามารถในการรีดิวซ์ FRAP จากกราฟมาตรฐานโทรล็อกซ์ในหน่วยไมโครกรัมโทรล็อกซ์ต่อกรัมของน้ำหนัตัวอย่างแห้ง ($\mu\text{gTE/gDW}$)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD) ประเมินความแตกต่างของข้อมูลแต่ละชนิดด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's new multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Gallic acid พบว่า สารละลายสกัดที่มีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุด คือ S1 S3 และ S2 ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 3.04 ± 0.08 0.88 ± 0.35 และ 0.72 ± 0.02 mgGAE/gDW ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Catechin พบว่า สารละลายสกัดที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์มากที่สุด คือ S1 S3 และ S2 ซึ่งมีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 15.26 ± 0.20 6.21 ± 0.26 และ 5.68 ± 0.31 mgCEE/gDW ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ของกัญชง

ตัวอย่าง	ปริมาณฟีนอลิกรวม (mgGA/gDW)	ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (mgCE/gDW)
S1 ช่อดอก	3.04 ± 0.08^d	15.26 ± 0.20^d
S2 ยอด	0.72 ± 0.02^b	5.68 ± 0.31^b
S3 ใบ	0.88 ± 0.35^c	6.21 ± 0.26^c
S4 กิ่งก้าน	0.23 ± 0.003^a	0.99 ± 0.03^a
S5 ลำต้น	0.16 ± 0.002^a	0.62 ± 0.03^a
S6 ราก	0.175 ± 0.004^a	0.81 ± 0.04^a

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's new multiple range test: DMRT (P<0.05)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์หาปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารละลายสกัดในส่วนต่าง ๆ ของกัญชง ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน คือ DPPH ABTS และ FRAP ที่ให้ค่าการทดสอบที่แตกต่างกันดังตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาข้อมูลจากตาราง พบว่า การทดสอบด้วยวิธี DPPH ในสารละลายสกัดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระซึ่งรายงานอยู่ในรูปของ IC₅₀ มีค่าอยู่ในช่วง 313.97±8.40 - 7041.06±172.06 µg/mL โดย S1 (ช่อดอก) มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุด มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 313.97±8.40 µg/mL

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ซึ่งรายงานอยู่ในรูปของ IC₅₀ เช่นเดียวกับการทดสอบด้วย DPPH พบว่า สารละลายสกัดมีค่า IC₅₀ อยู่ใน ช่วง 33.17±0.40 - 4265.85±208.80 µg/mL โดย S1 (ช่อดอก) มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุด มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 33.17±0.40 µg/mL

ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี FRAP รายงานค่าโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Trolox (Trolox) โดยกราฟเส้นตรงที่ได้ คือ $y = 0.0407x + 0.5678$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.996 พบว่าสารละลายสกัดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 184.34±7.00 - 742.40±22.62 µgTE/gDW โดย S1 (ช่อดอก) มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุดเท่ากับ 742.40±22.62 µgTE/gDW

ตารางที่ 3 ปริมาณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่าง ๆ ของกัญชง

ตัวอย่าง	DPPH	ABTS	FRAP
	IC ₅₀ µg/mL	IC ₅₀ µg/mL	µgTE/gdW
S1 ช่อดอก	313.97±8.40 ^b	33.17±0.40 ^a	742.40±22.62 ^e
S2 ยอด	742.42±26.66 ^c	197.48±4.81 ^b	512.63±7.84 ^c
S3 ใบ	809.91±23.95 ^c	202.57±1.36 ^b	557.77±21.04 ^d
S4 กิ่งก้าน	3917.92±99.68 ^d	1762.28±106.87 ^c	228.62±8.32 ^{bc}
S5 ลำต้น	7041.06±172.06 ^f	4265.85±208.80 ^e	207.30±18.68 ^{ab}
S6 ราก	6030.71±103.51 ^e	2572.33±70.58 ^d	184.34±7.00 ^a
Ascorbic	10.66±0.10 ^a	10.90±0.23 ^a	-
Trolox	9.19±0.13 ^a	9.52±0.08 ^a	-

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's new multiple range test: DMRT (P<0.05)

วิจารณ์ผล

เป็นที่ทราบกันดีว่า กัญชง และกัญชา มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่คล้ายกัน แต่มีความแตกต่างกันของปริมาณสารสำคัญมากกว่า 545 ชนิด ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพและสามารถใช้เป็นยา (ศรายุทธ ระดาพงษ์ และคณะ, 2564) งานวิจัยนี้เป็นงานแรกที่ได้ศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่าง ๆ ของกัญชงสายพันธุ์ Cherry wine ได้แก่ ช่อดอก ยอด ใบ กิ่งก้าน ลำต้น และราก พบว่า ช่อดอกเป็นส่วนที่มีปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมมากที่สุด รองลงมาคือส่วนของใบ และส่วนของยอด สำหรับกิ่งก้าน ลำต้น และราก มีปริมาณน้อยที่สุดที่มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ส่วนของฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเป็นในทิศทางเดียวกันกับสารพฤกษเคมี นั่นก็คือมีปริมาณสารพฤกษเคมีมากที่สุดและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี ซึ่งได้จากผลการทดสอบทั้ง 3 วิธี คือ DPPH ABTS และ FRAP ให้ผลการทดสอบที่สอดคล้องกัน จากผลการทดสอบนี้ทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้น เพื่อให้ผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสถาบันเศรษฐกิจพอเพียงเครือข่ายเกษตรอินทรีย์วิถีไทย จังหวัดเพชรบูรณ์ นำไปพัฒนาต่อยอดการนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพื่อเพิ่มมูลค่าการทำผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม ส่วนของรากจะมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด แต่มีงานวิจัยของ อติศักดิ์ คงแก้วและคณะ, (2565) ได้ใช้รากกัญชง (ไม่ระบุสายพันธุ์) เป็นใยอาหารฟังก์ชัน เพื่อลดความเครียดในสุกรระยะขุนได้เช่นกัน

สรุปผล

จากผลการศึกษาวิจัยสารละลายสกัดส่วนต่าง ๆ ของกัญชงสายพันธุ์ Cherry wine ประกอบด้วย ช่อดอก ยอด ใบ กิ่งก้าน ลำต้น และราก สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ สารละลายสกัดจากช่อดอกพบปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดในทุกวิธีที่ใช้ในการทดสอบ DPPH ABTS และ FRAP ซึ่งเป็นแหล่งที่มีศักยภาพของสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปพัฒนาต่อยอดการนำไปใช้ประโยชน์ นำไปทำผลิตภัณฑ์และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มในอนาคตต่อไปได้ให้กับชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 (รหัสโครงการ 182069) จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

กิตติพัฒน์ โสภิตธรรมคุณ และปานทิพย์ รัตนศิลป์ กัลลชาญ. 2560. การสกัดและวิธีวัดความสามารถการต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพร. สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 3.

- ชัยพร รอดกลิ่น, เอกรัฐ ศรีสุข, และกล่าวขวัญ ศรีสุข. 2560. ผลของสภาวะการสกัดต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของส่วนต่าง ๆ ของส้มซ่า. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 22:211-225.
- ชานนท์ นัยจิตร และอนุรักษ์ เชื้อมั่ง. 2559. การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบรวมฟีนอล และนิโคตินของสมุนไพรไทย 15 ชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 351-361.
- ดวงกมล เรือนงาม. 2557. การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. 23:120-139.
- ทรงเมท สังข์น้อย และบุญณิศา ช้างคมณี. 2564. กัญชง-กัญชา ปลูกอย่างไรในพื้นที่ภาคใต้. ใต้เกษตร. 9:13-18.
- ธีระ ชัยพิริยะศักดิ์. 2560. การศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์รับรองเฮมพ์ เพื่อให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2552. กองควบคุมวัตถุเสพติด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.
- บุหรัน พันธุ์สุวรรณค์. 2556. อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพะเยา. 21:275-286.
- ศรายุทธ ระดาพงษ์, พรราว ศุภจริยาวัตร และเมธิน ผดุงกิจ. 2564. ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและพิษวิทยาของกัญชา. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 63(1): 219-232.
- อดิศักดิ์ คงแก้ว, รุ่งทิวา ใจมาศรี, ณัฐวุฒิ พุดสลัด, ปนิตาภรณ์ หมอกมิต, และวันดี ทาตระกูล. 2565. การประยุกต์ใช้รากกัญชงเป็นใยอาหารฟังก์ชัน เพื่อลดความเครียดในสุกรระยะขุน. วารสารแก่นเกษตร (Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.). 1:243-258.
- Agarwal, C., K. Máthé, T. Hofmann, and L Csóka. 2018. ultrasound-Assisted Extraction of Cannabinoids from Cannabis Sativa L. Optimized by Response Surface Methodology. Journal of Food Science. 83: 700-710.
- Bobo-García, G., G. Davidov-Pardo, C. Arroqui, P. Vírveda, M.R. Marín-Arroyo, and M. Navarro. 2015. Intra-laboratory validation of microplate methods for total phenolic content and antioxidant activity on polyphenolic extracts, and comparison with conventional spectrophotometric methods: Comparison of microplate and conventional methods for Folin-Ciocalteu and DPPH. J Sci Food Agric. 95: 204-209.
- Fattahi, S., E. Zabih, Z. Abedian, R. Pourbagher, A.M. Ardekani, A. Mostafazadeh, and H. Akhavan-Niaki. 2014. Total Phenolic and Flavonoid Contents of Aqueous Extract of Stinging Nettle and In Vitro Antiproliferative Effect on Hela and BT-474 Cell Lines. 3: 102-107.
- Herald, T.J., P. Gadgil, and M. Tilley. 2012. High-throughput micro plate assays for screening flavonoid content and DPPH-scavenging activity in sorghum bran and flour: High-throughput microplate assays for screening sorghum. J Sci Food Agric. 92: 2326-2331.

- Hu, T., V. Subbiah, H. Wu, A. Bk, A. Rauf, F.A. Alhumaydhi, and H.A.R. Suleri. 2021. Determination and Characterization of Phenolic Compounds from Australia-Grown Sweet Cherries (*Prunus avium* L.) and Their Potential Antioxidant Properties. *ACS Omega*. 6: 34687–34699.
- Puangpronpitag, D., P. Tankitjanon, A. Sumalee, and A. Konsue. 2021. Phytochemical Screening and Antioxidant Activities of the Seedling Extracts from Inca Peanut *Plukenetia volubilis*. *Pharmacognosy Journal*. 13: 52–58.
- Silva Benevenute, S. da, J. Freeman, and R. Yang. 2021. How do pinching and plant density affect industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) produced for cannabinoids in open field conditions? *Agronomy Journal*. 114.
- Tzimas, P.S., E.A. Petrakis, M. Halabalaki, and L.A. Skaltsounis. 2021. Effective determination of the principal non-psychoactive cannabinoids in fiber-type *Cannabis sativa* L. by UPLC-PDA following a comprehensive design and optimization of extraction methodology. *Analytica Chimica Acta*. 1150: 338200.
- Xiao, F., T. Xu, B. Lu, and R. Liu. 2020. Guidelines for antioxidant assays for food components. *Food Frontiers*. 1: 60–69.
- Yang, R., E.C. Berthold, C.R. McCurdy, S. da Silva Benevenute, Z.T. Brym, and J.H. Freeman. 2020. Development of Cannabinoids in Flowers of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.): A Pilot Study. *J Agric Food Chem*. 68: 6058–6064.
- Zhang, Q., J. Zhang, J. Shen, A. Silva, D.A. Dennis, and Barrow, C.J. 2006. A Simple 96-Well Microplate Method for Estimation of Total Polyphenol Content in Seaweeds. *J Appl Phycol*. 18: 445–450.

การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ของ
มันสำปะหลัง ด้วยโมเลกุลเครื่องหมายชนิด EST-SSRs

Study of genotypes related to bacterial blight resistance of cassava
with EST-SSRs type molecular markers

บุญเรือนรัตน์ เพียรงาน^{1*} ภาณุวัฒน์ มุลจันตะ² สุภาวดี จ้อเหรียญ¹ วิภาวี จันทรโรจน์¹

Boonruanrat Piangan^{1*} Panuwat mulchanta² Supavadee ngorien¹ Vipavee chanrod¹

¹ กลุ่มวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

² ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

¹ Biotechnology Research and Development office, Department of Agriculture

² Rayong Field Crop Research Center, Field Crop Research Institute, Department of Agriculture

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

บทคัดย่อ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Cranz.) เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ การแพทย์ และพลังงานทดแทน จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อให้ได้มันสำปะหลังพันธุ์ดีที่มีคุณภาพและให้ผลผลิตสูง ดังนั้นการวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการจำแนกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อ การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้ต้านทานต่อโรคแบคทีเรียลไบลท์ โดยการใช้เครื่องหมายโมเลกุล ดำเนินการวิจัยที่สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังให้มีลักษณะความต้านทานต่อโรคแบคทีเรียลไบลท์ พบว่าลักษณะต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis* (XAM) สามารถคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลชนิด EST-SSRs จำนวน 4 เครื่องหมาย นำไปตรวจสอบหาความต้านทานโรคกับมันสำปะหลัง จำนวน 200 พันธุ์/สายพันธุ์ พบมีพันธุ์มันสำปะหลัง จำนวน 200 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่สามารถเพิ่มปริมาณยืนต้านทานโรคได้ นำมาทดสอบลักษณะทางฟีโนไทป์ด้านการตอบสนองต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรค พบมีพันธุ์มันสำปะหลัง จำนวน 37 สายพันธุ์/พันธุ์ ที่มีแนวโน้มให้ความต้านทานต่อโรคแบคทีเรียลไบลท์ ทั้งนี้เครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาได้นี้สามารถนำไปใช้ในการจำแนก ตรวจสอบ และคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

คำสำคัญ : โรคแบคทีเรียลไบลท์ โรคใบไหม้ มันสำปะหลัง เครื่องหมายโมเลกุล

Abstract

Cassava (*Manihot esculenta* Cranz.) is an important food crop in Thailand. It can be utilized in the food, animal feed, medical and renewable energy industries. Therefore, cassava breeding is necessary in order to obtain good quality and high productivity cassava varieties.

Therefore, research on biotechnology for identification and breeding of cassava intended for selection and breeding of cassava for resistance to bacterial blight disease using molecular markers Conducting research at the Biotechnology Research and Development Bureau Development of molecular markers for selection of cassava varieties for resistance to bacterial blight disease . It was found that the disease resistance characteristics bacterial blight disease caused by the bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis* (XAM). Four EST-SSRs molecular markers could be selected were examined for disease resistance to 200 cultivars/species of cassava. Found that there are 200 cassava varieties/species. that can increase the amount of disease resistance genes were used to test the phenotypic characteristics of the response to the pathogenic bacteria. It was found that there were 37 cultivars of cassava that tends to give resistance to bacterial blight disease. The developed molecular markers can be used for identification, examination and selection of cassava varieties for further breeding.

Keywords : bacterial blight disease, cassava, molecular markers, *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis* (XAM)

บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) จัดเป็นพืชอาหารที่สำคัญของโลกและเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในประเทศไทย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ตั้งแต่ส่วนยอดจนถึงรากสะสมอาหาร แป้งมันสำปะหลังสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและทางการแพทย์ นอกจากนี้ยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์และพลังงานทดแทน ปัจจุบันมันสำปะหลังกำลังประสบปัญหาจากโรคและแมลงส่งผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังโดยตรง ได้แก่ โรคใบด่างมันสำปะหลัง (CMD) เกิดจากเชื้อไวรัส Cassava mosaic virus (CMV) มีแมลงหริ่งขาวเป็นพาหะนำโรค พบปัญหาการแพร่ระบาดในเขตพื้นที่ประเทศกัมพูชา ซึ่งมีชายแดนติดกับประเทศไทย โดยมันสำปะหลังที่เป็นโรคนี้อาจผลิตจะลดลงมากกว่า 80% กรมวิชาการเกษตรจึงกำหนดแนวทางป้องกันและเฝ้าระวังโรค CMD อย่างใกล้ชิด ซึ่งหากมีการแพร่ระบาดเข้ามาในประเทศจะสร้างความเสียหายให้แก่เกษตรกรและส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศอีกด้วย สำหรับโรคแบคทีเรียไลโบลท์ หากพบการระบาดของโรค จะทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า 50% นับเป็นโรคที่สร้างปัญหาให้กับมันสำปะหลังในเรื่องของผลผลิตเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ กรมวิชาการเกษตร ยังไม่พบว่ามีพันธุ์มันสำปะหลังที่มีลักษณะการต้านทานต่อโรคดังกล่าว ปัจจุบันเทคนิคด้านเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์พืชมากขึ้น โดยการใช้เครื่องหมายโมเลกุลเข้ามาช่วยในกระบวนการคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชที่เหมาะสมจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีความแม่นยำในการคัดเลือกและสามารถแยกความแตกต่างของลักษณะที่แสดงออกได้อย่างถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ กรมวิชาการเกษตรเป็นแหล่งรวบรวมพันธุ์มันสำปะหลังที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมจำนวนมาก ดังนั้นการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบและคัดเลือกพันธุ์

มันสำปะหลังให้มีลักษณะทางการเกษตรที่ต้องการ สามารถช่วยร่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังลงได้ 3 – 4 ปี จึงเป็นตัวช่วยสำคัญในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ให้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับพันธุ์มันสำปะหลังของไทยได้ นอกจากนี้ การใช้เครื่องหมายโมเลกุลเข้ามาช่วยในการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของมันสำปะหลังสำหรับนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ในงานด้านการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีลักษณะที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการทรัพยากรเชื้อพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์ต่อไป

EST-SSRs R (Expressed Sequence Tags) หมายถึง เป็นเครื่องหมายที่ได้จากการคัดเลือกและพัฒนาเครื่องหมาย microsatellite จากฐานข้อมูลสาธารณะ express sequence tags (ESTs) ของยีนที่มีการแสดงออก หรือจากการสร้าง cDNA library เป็นลำดับดีเอ็นเอส่วนที่เป็น complementary DNA (cDNA) ของ mRNA ทำหน้าที่คัดลอกรหัสดีเอ็นเอบางส่วนของจีโนม ซึ่งลำดับดีเอ็นเอที่พบใน EST มีขนาด 500 - 800 นิวคลีโอไทด์ เป็นส่วนของบริเวณ coding region และนำมาออกแบบไพรเมอร์ในตำแหน่งเฉพาะของยีนนั้นๆ ให้ต่างกัน วิธีการพัฒนาเครื่องหมาย ESTs นี้ เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายในการพัฒนา การใช้ลำดับ EST จะสามารถระบุยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ และถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการสร้างแผนที่ยีนและประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิตได้

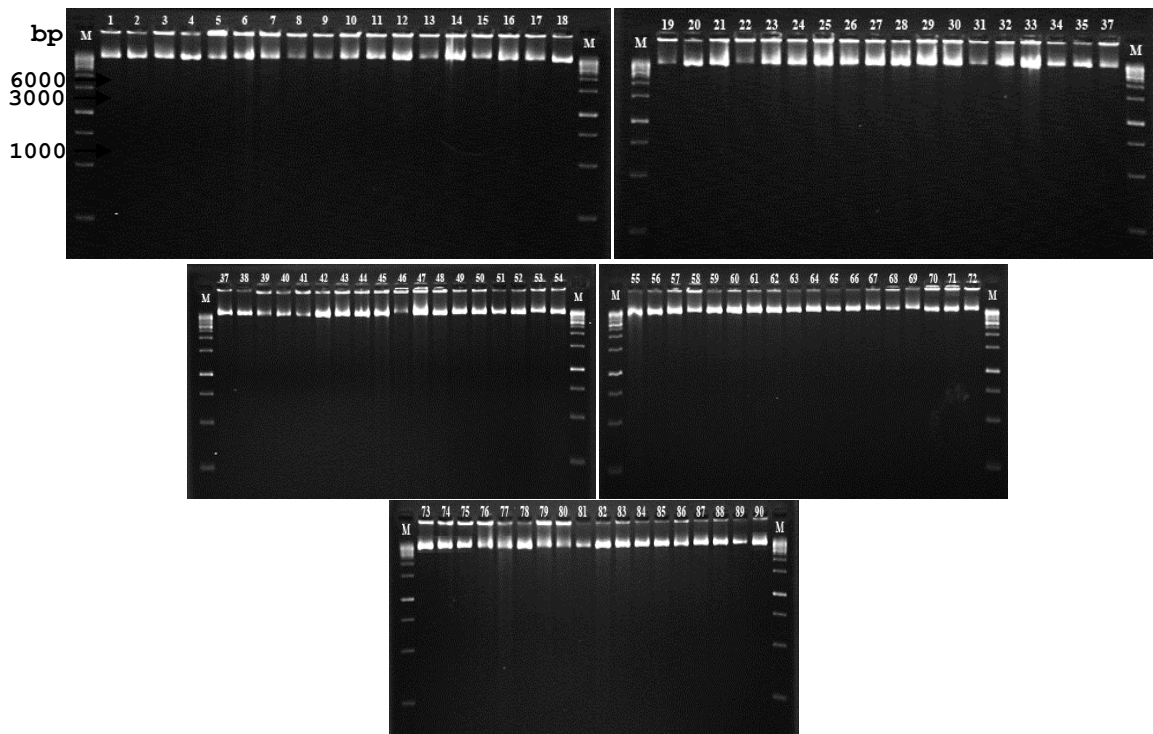
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การค้นหาเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะความต้านทานโรคแบคทีเรียลไบโบลท์ในมันสำปะหลัง
 - 1.1 คัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ในแปลงอนุรักษ์พันธุ์ไทยและ CIAT จำนวน 200 สายพันธุ์นำมาสกัดดีเอ็นเอด้วยชุดสกัดดีเอ็นเอ/วิธี CTAB ตรวจสอบคุณภาพของดีเอ็นเอที่ได้ นำมาเจือจางให้มีความเข้มข้นเหมาะสมสำหรับทำพีซีอาร์ต่อไป
 - 1.2 คัดเลือกโมเลกุลเครื่องหมายสำหรับตรวจสอบยีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบโบลท์ และสังเคราะห์ไพรเมอร์
 - 1.3 ทดสอบไพรเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจากยีนและชิ้นส่วนดีเอ็นเอต่างๆ
2. ศึกษาความสัมพันธ์และทดสอบเครื่องหมายโมเลกุลที่คัดเลือกได้ทั้งหมดกับมันสำปะหลัง 200 สายพันธุ์ของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง
 - 2.1 ตรวจสอบความสัมพันธ์ของเครื่องหมายโมเลกุล โดยนำโมเลกุลเครื่องหมายที่ผ่านการทดสอบแล้วมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอกับต้นมันสำปะหลัง จำนวน 200 สายพันธุ์ เพื่อตรวจสอบแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏ เปรียบเทียบกับความสามารถในการต้านทานโรค ด้วยการปลูกเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis* (XAM) เพื่อดูลักษณะของฟิโนไทป์เทียบกับลักษณะจีโนไทป์
 - 2.2 สรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ของเครื่องหมายโมเลกุล
 - 2.3 คัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีคุณสมบัติที่ต้องการไว้ใช้ในการขยายพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

ผลการวิจัย

การสกัดดีเอ็นเอตัวอย่างมันสำปะหลัง

เก็บตัวอย่างใบมันสำปะหลังจากศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวน 200 ตัวอย่างพันธุ์ ประกอบด้วย ประชากรกลุ่มพ่อแม่พันธุ์ และกลุ่มที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี นำมาสกัดดีเอ็นเอ โดยวิธี CTAB ดัดแปลงจาก Dellaporta และคณะ (1983) ตัดใบมันสำปะหลัง 5 กรัม บดในโกร่งพร้อมกับไนโตรเจนเหลวจนเป็นผงแป้ง ย้าย ตัวอย่างลงในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติม extraction buffer [2X CTAB; 2% (W/V) CTAB (cetyltrimethylammonium bromide), 100 mM Tris – HCl pH 8.0, 20 mM sodium EDTA, 1.4 M NaCl] เติม 0.2% β -mercaptoethanol (ก่อนใช้บ่มที่อุณหภูมิ 60°C) 5 มิลลิลิตร เขย่าให้ส่วนผสมเข้ากัน นำไปบ่มไว้ที่ อุณหภูมิ 60°C นาน 1 ชั่วโมง เขย่าทุกๆ 20 นาที เติม Chloroform-isoamyl alcohol (24:1) 5 มิลลิลิตร ผสม ให้เข้ากันโดยการเอียงหลอดไปมาเบาๆ หรือใช้เครื่อง shaker เบาๆ นาน 10 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ดูดน้ำใสส่วนบน 750 ไมโครลิตร ใส่หลอด microcentrifuge ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติม Chloroform-isoamyl alcohol (24:1) 750 ไมโครลิตร ผสมให้เข้า กันโดยการเอียงหลอดไปมาเบาๆ นาน 5 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ดูด น้ำใสส่วนบนใส่หลอด microcentrifuge ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ตกตะกอนดีเอ็นเอด้วย Isopropanol 0.6 เท่าของ สารละลาย DNA และ 3M NaOAc 0.1 เท่าของสารละลาย DNA ผสมโดยการเอียงหลอดคว่ำลงข้างๆ (inverted) นำไปแช่ในตู้เย็น -20°C นาน 30 นาที ภายนี้ จะเห็นตะกอน DNA เป็นเส้นใยสีขาวใส นำไปปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4°C ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ เทน้ำใสทิ้ง ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วย 70% ethanol 750 ไมโครลิตร (2 ครั้ง) โดยเขย่าเบาๆ 2 - 3 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4°C ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เทน้ำใสทิ้ง รอให้ดีเอ็นเอแห้งแล้วละลายด้วย TE 100 ไมโครลิตร และเติม RNaseA (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) 4 ไมโครลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60°C นาน 10 นาที หรือ 37°C นาน 30 นาที ตรวจสอบคุณภาพของดีเอ็นเอที่ได้ โดยวัดค่าความเข้มข้น (O.D.) ของดีเอ็นเอด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงคลื่น 260 – 280 นาโนเมตร ทำการแบ่งเก็บสารละลายดีเอ็นเอ (original) ที่สกัดได้ เป็น 2 ชุด โดยชุดแรกเก็บไว้ในธนาคารดีเอ็นเอ (DNA bank) ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส และอีก 1 ชุด นำไป เป็นดีเอ็นเอต้นแบบในการศึกษาวิจัยต่อไป และนำสารละลายดีเอ็นเอมาเจือจางด้วย TE (Tris-EDTA) buffer หรือน้ำ ให้ได้ความเข้มข้น 60 นาโนกรัม/ไมโครลิตร เพื่อนำไปทำ PCR ต่อไป ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอที่สกัดได้จากมันสำปะหลัง ด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหมายโมเลกุลกับพันธุ์มันสำปะหลังกลุ่มพันธุ์อนุรักษ์พันธุ์ไทยและ CIAT

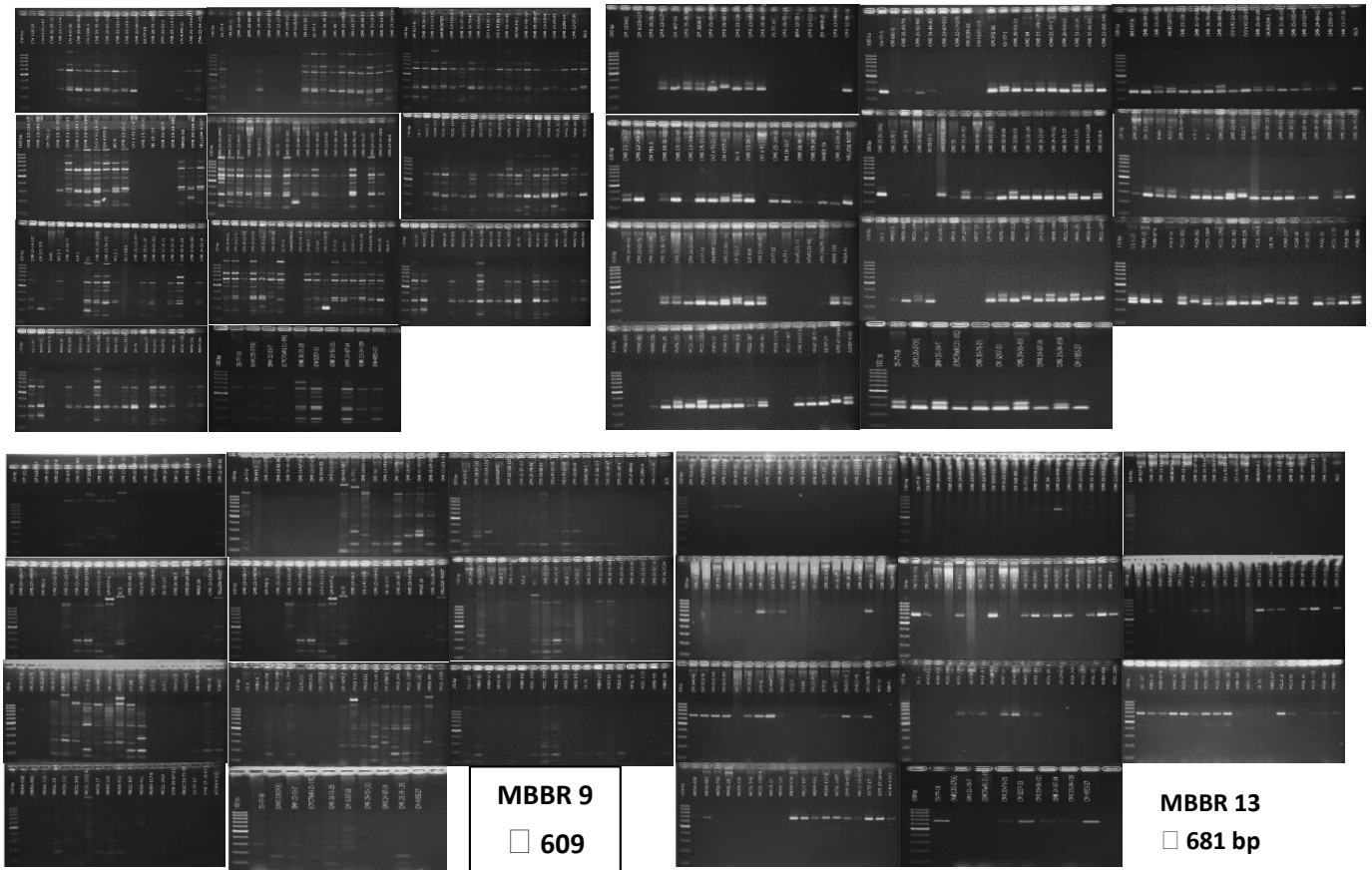
เก็บรวบรวมใบมันสำปะหลัง กลุ่มพันธุ์อนุรักษ์พันธุ์ไทยและ CIAT จากแปลงศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ทั้งหมด 200 สายพันธุ์ (ตารางที่ 1) เพิ่มปริมาณยีนต้านทานโรคแบคทีเรียลายใบด้วยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) กับไพรเมอร์ จำนวน 31 คู่ไพรเมอร์ ในปริมาตร 20 μ l ประกอบด้วย ดีเอ็นเอต้นแบบ 1 μ l, DreamTaq Green Master Mix 10 μ l, 50 M Primer ด้าน forward และด้าน reverse อย่างละ 1 μ l และน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 7 μ l ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำเข้าเครื่อง PCR โปรแกรมที่ใช้ทำ PCR ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ pre-denaturation ที่ 94°C (1 นาที) 1 รอบ denaturation ที่ 94°C (30 วินาที) annealing 50°C (20 วินาที) และ extension ที่ 72°C (50 วินาที) เป็นจำนวน 35 รอบ และ final extension ที่ 72°C (5 นาที) 1 รอบ จากนั้นตรวจสอบผลด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส

ตารางที่ 1 แสดงรายชื่อไพรเมอร์ชนิด EST-SSRs จากการออกแบบไพรเมอร์ยืนด้านทานโรคแบคทีเรียลไบโพลท์
ในมันสำปะหลัง และไพรเมอร์ SSR ที่ใช้ในการทดสอบ จำนวน 31 คู่ไพรเมอร์

ลำดับ	Primer	Forward primer	Revers primer	Size	ACCESSION
1	MEXPX	CGTCTCCACTTTCATGACTGC	GAAACCTACCGTGTGTGCACC	1561	AF078691
2	MTAI8	GTGGAGGGATGTGAGAGCATTAGA	AGATTGTGTGCACCTGAGAGAACC	1211	EF645823
3	MBBR1	GAAAGATTGAGCCTATATGAT	AAGCTTCTCCGTGTTCTCTA	697	FP051588
4	MBBR2	TTGAATTATATTCATGTACAA	CCGTTGGGAGAAAGACCAACT	682	FP059867
5	MBBR3	CACGAGGGTTGAATTTCAAAG	AGATCAAAAATATCTCAAATGT	676	DR998076
6	MBBR4	CGAATTCGGTTGCTGTGCGAG	TTCAATCACCACCTCCCCGATGAT	667	DT042200
7	MBBR5	CTTAAAGCATCTATATGTTGAC	TGCATGATGTATTCAGAATCTCTT	664	DY640542
8	MBBR6	ATCATTGAAAGGTTAGGCTCCC	GATTTGAACCACCTCATCGTGAA	623	DY654068
9	MBBR7	ATCGAATTCGGTTGCTGTGCGCC	ATCATGTGACCCATCATTAGCCC	693	GO500242
10	MBBR8	ATCGAATTCGGTTGCTGTGCGA	TCTTATTATCTTTCGAAAGGGGC	623	GO525890
11	MBBR9	GCCAGCATTTTTTTTTTTTTT	TCCGTTGCTGTGCGGTATCG	609	GO565744
12	MBBR10	TAATCTACAAACATTGTCAACATT	GTAGTTTAGATATAGAGTACGGAGAG	868	FP030363
13	MBBR11	TCTGTTTTAAGTGATGAGATCATAT	GAGTCGCAATCTCACCTTAAA	472	FP045391
14	MBBR12	TTTCTGGCAAAACAATATCT	CTCATCTGTAAGGCCTCTGTAT	703	FP059358
15	MBBR13	TTTAAGGGCAAAACAATATCT	TCCTCAATCCCATCTAACTTC	681	FP071698
16	MBBR14	ACTTTTTTTCATCCACAAAACA	GTAGTTAAAGATGCCATCAGATTC	630	FP066389
17	MBBR15	TCAAGCTCTCTTGACGTTTCCT	CCAATACCTAGTATTGGGAGA	669	FP052291
18	MBBR16	TTCTTCTTCTTGGAAATGTTGGA	TTGCTATCAAAGGGAGAGAAC	862	FP028768
19	MBBR17	ACCAAAGCTTTGTCCTACCAT	ATTACCAACGAGTCTGCTAC	627	FP032507
20	MBBR18	TTTAAGGGCTAAACAATATCTTG	CCTTCTAATAACTTCTCATCA	108	FP073410
21	MBBR19	GGTCAATCTTAGGCATTTAGA	CATCTGAAATGTATCAAAGTG	581	FP043053
22	SSRY1	GCAGCTGCCGCTAATAGTTT	CCAAGAGATTGCACTAGCGA	197	
23	SSRY2	TGAAAGCCTGCATTCAAAACA	TGATGCAGGTAGCAAGGATG	215	
24	SSRY3	CCATCCACTAGAACTTTAAAAGCA	CAACTCAGCGGAGCTTTTTC	220	
25	SSRY4	CCGTTAACTCCTTGCTGTC	CAAGTGGATGAGCTACGCAA	271	
26	SSRY5	CATCGCCAAATCGTCAAGTA	TGATGCCATGCATTTCACTT	299	
27	SSRY6	ATCTCAGCTTCCAACCTTTTCAGT	CGAAATGCTTGGAGACAGGTATAG	261	
28	SSRY7	AGTTTGACCACCTTTTTTCC	TGTCAAGTGATGAGCTGCTG	261	
29	SSRY8	GCTGCAGAAATTTGAAAGATGG	CAGCTGGAGGACCAAAAATG	287	
30	SSRY9	CGATCTCAGTCGATACCCAAG	CACTCCGTTGCAGGCATTA	239	
31	SSRY10	CGCTATTAGAATTGCCAGCAC	CGCTTGTGTGATCCATTGGC	249	

พบว่า ได้ไพรเมอร์ชนิด EST และ SSr จำนวน 4 ไพรเมอร์ ดังนี้ MBBR 9, MBBR 13, MBBR 17 และ SSRY5 จึงนำไพรเมอร์ดังกล่าวมาทดสอบการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอกับตัวอย่างมันสำปะหลังจากแปลงพันธุ์อนุรักษ์พันธุ์ไทย จำนวน 200 พันธุ์ นำดีเอ็นเอของมันสำปะหลังพันธุ์อนุรักษ์พันธุ์ไทยที่สกัดได้มาเพิ่มปริมาณยืนด้านทานโรคแบคทีเรียลไบโพลท์ด้วยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) กับไพรเมอร์จำนวน 4 คู่ ตรวจสอบผลด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส (ภาพที่ 2) ผลการทดสอบการเพิ่มปริมาณยืนด้านทานโรคแบคทีเรียลไบโพลท์ด้วยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) จากดีเอ็นเอของมันสำปะหลังพันธุ์อนุรักษ์พันธุ์ไทย MBBR 13 ปรากฏแถบดีเอ็นเอ \approx 681 bp ทั้งหมด 74 ตัวอย่าง, MBBR 17 ปรากฏแถบดีเอ็นเอ \approx 627 bp ทั้งหมด 142 ตัวอย่าง และ SSRY5 ปรากฏแถบดีเอ็นเอ \approx 299 bp ทั้งหมด 99 ตัวอย่าง (ตารางที่ 2)

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 2 แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหมายโมเลกุลกับพันธุ์มันสำปะหลังกลุ่มอนุรักษ์พันธุ์ไทย จำนวน 200 พันธุ์ กับเครื่องหมายโมเลกุล MBBR 9 \approx 609 bp , MBBR 17 \approx 681 bp, MBBR 17 \approx 627 bp และ SSRY 5 \approx 299 bp

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบไพรเมอร์กับดีเอ็นเอมันสำปะหลังพันธุ์อนุรักษ์พันธุ์ไทย จำนวน 200 ตัวอย่าง และผลการปลูกทดสอบการเกิดโรคแบคทีเรียลไบลท์กับเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis*

ลำดับ	ชื่อพันธุ์	MBBR13	MBBR17	SSRY5	ลำดับ	ชื่อพันธุ์	MBBR13	MBBR17	SSRY5	ลำดับ	ชื่อพันธุ์	MBBR13	MBBR17	SSRY5	ลำดับ	ชื่อพันธุ์	MBBR13	MBBR17	SSRY5
1	CM 125-22				4	51	CMR 31-06-103		✓	✓	4								
2	CM 6125-117				4	52	CMR 25-105-47		✓	✓	4								
3	CMR 30-05-12				4	53	CMR 23-107-4		✓	✓	4								
4	CMR 23-117-4		✓	✓	4	54	CMR 24-89-65		✓	✓	4								
5	CM 407-30		✓	✓	4	55	CMR 2399-14		✓	✓	3								
6	CMR 35-26-369		✓	✓	3	56	CMK 23-27-30		✓	✓	3								
7	CM 3306-3		✓	✓	3	57	56/5		✓	✓	3								
8	CMR 25-32-429Q		✓	✓	4	58	CMR 23-126-17			✓	3								
9	CMR 26-65-192		✓		4	59	CMR 23-149-59			✓	3								
10	CMR 23-126-161		✓	✓	3	60	CM 781-2				3								
11	CMR 23-149-118		✓	✓	3	61	CMR 25-32-502Q		✓	✓	3								
12	CMR 25-38-157Q		✓	✓	3	62	CMR 23-102-65		✓	✓	3								
13	29-77-19				4	63	CMR 23-149-128		✓		4								
14	CMR 28-72-131				4	64	CMR 25-33-134Q	✓	✓	✓	5								
15	SMH 22-03-1				4	65	(V3 x R) 21-16	✓	✓	✓	5								
16	CMR 23-113-14				4	66	CM 4777-2	✓	✓	✓	5								
17	CM 4049 UJ				4	67	SC 8		✓	✓	4								
18	CMR 23-149-67		✓		4	68	CMR 23-26-2		✓	✓	5								
19	CMH 22-04-1Q		✓	✓	4	69	(V1 x R) 21-8				4								
20	29-77-5		✓	✓	3	70	CMR 25-104-42			✓	5								
21	CM 681-2				3	71	SR 18-127			✓	5								
22	CMR 26-69-79				3	72	CMR 26-38-7			✓	3								
23	CMR 25-82-88				4	73	CMR 25-24-384			✓	3								
24	CMR 34-44-40		✓		4	74	MMEX 59	✓	✓	✓	5								
25	CMK 23-67-313				4	75	CMR 30-238-34			✓	✓	3							
26	CMR 23-17-276				4	76	YELLOW ROOT			✓	✓	3							
27	CM 3299-22				4	77	CMR 25-30-194Q	✓	✓	✓	5								
28	CM 6125-125				4	78	CMK 23-70-3	✓	✓		4								
29	CM 342-55		✓	✓	4	79	CMR 23-84-8		✓		4								
30	01-77-1		✓	✓	3	80	CMR 23-51-10		✓		4								
31	CMR 28-05-13		✓	✓	3	81	SV 25-21-1	✓	✓		5								
32	CMC 84		✓	✓	3	82	VARIEGATED GREEN		✓	✓	4								
33	CMR 23-149-117	✓	✓	✓	5	83	CMC 72				3								
34	CMH 22-77-1		✓	✓	4	84	CMR 35-26-303	✓	✓		3								
35	CMR 26-65-13		✓	✓	4	85	CMR 32-94-121		✓		3								
36	CMR 31-19-14		✓	✓	4	86	CMR 35-21-199		✓		4								
37	CMR 32-24-20		✓	✓	3	87	CMR 33-35-69	✓	✓		4								
38	CMR 23-281-141		✓	✓	4	88	CMR 3318-101	✓	✓		5								
39	SM 937-8		✓	✓	4	89	CMR 31-06-104	✓	✓		4								
40	CMR 25-34-112		✓	✓	4	90	CMR 36-25-67	✓	✓		4								
41	CMR 23-20-23Q		✓	✓	3	91	CMR 34-79-152	✓	✓		3								
42	VARIEGATED		✓	✓	4	92	CMR 36-71-27				4								
43	CMR 23-126-122		✓	✓	4	93	CMR 23-17-51	✓	✓		3								
44	CMR 31-37-105		✓	✓	4	94	CMR 24-14-1308	✓	✓		3								
45	CMR 34-79-48		✓	✓	3	95	CMR 23-08-8	✓			3								
46	CMR 26-08-61		✓	✓	4	96	CMR 24-14-317		✓	✓	3								
47	(V3 x R) 20-15		✓	✓	4	97	CM 323-375	✓			4								
48	(V3 x R) 20-10		✓	✓	4	98	มันตัน				4								
49	CMR 25-55-28		✓	✓	3	99	WILD 2		✓		4								
50	SRIRACHA 1		✓	✓	4	100	CMR 31-09-71				3								

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบไพรเมอร์กับดีเอ็นเอมันสำปะหลังพันธุ์อนุรักษ์พันธุ์ไทย จำนวน 200 ตัวอย่าง และผลการปลูกทดสอบการเกิดโรคแบคทีเรียไลบไลท์กับเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis*

ลำดับ	ชื่อพันธุ์	MBBR13	MBBR17	SSRY5		ลำดับ	ชื่อพันธุ์	MBBR13	MBBR17	SSry5	
101	H.P. 2	✓			3	151	MBRA 894		✓		4
102	V.1	✓	✓		3	152	MCOL 2245		✓	✓	4
103	CMR 25-105-128Q		✓		3	153	CG 1-37	✓	✓	✓	5
104	CMR 25-34-159		✓	✓	4	154	MBRA 12	✓	✓	✓	5
105	WILD 1		✓	✓	4	155	MVEN 67 B	✓	✓	✓	5
106	SV 7-20-3				3	156	MMEX 54	✓			
107	CMR 35-123-147	✓			3	157	MCOL 802	✓	✓	✓	5
108	CMR 35-21-36	✓	✓		4	158	MVEN 183				3
109	CMR 36-31-381	✓	✓		4	159	MCOL 1684	✓		✓	3
110	CMR 33-35-13				4	160	MCOL 1795	✓	✓	✓	5
111	CMR 34-35-36	✓	✓		4	161	MECU 183	✓		✓	
112	CMR 35-91-63	✓	✓		4	162	MPER 229			✓	
113	CMR 33-53-181				4	163	MECU 141 A		✓	✓	
114	CMR 34-35-54	✓	✓		4	164	CR 79		✓		
115	CMR 34-40-43	✓	✓		3	165	MBRA 217			✓	
116	CMR 35-23-76	✓	✓		3	166	MCUB 16	✓	✓	✓	5
117	CMR 35-22-348	✓	✓		3	167	MCUB 53	✓	✓		
118	CMR 36-30-329	✓	✓	✓	5	168	MMAL 42		✓	✓	5
119	CMR 35-112-1		✓	✓	3	169	MCOL 1132	✓		✓	
120	CMR 36-55-166	✓	✓	✓	5	170	MPER 556	✓	✓	✓	5
121	27-77-10	✓	✓	✓	5	171	MBRA 886	✓	✓	✓	5
122	(Rx)KHANATEE) 21-28Q	✓		✓	4	172	MBRA 698				
123	CMR 23-281-141			✓	4	173	MBRA 882	✓			
124	CM 523-7		✓	✓	4	174	MBRA 730		✓	✓	
125	O.P. 608		✓	✓	4	175	MMAL 29		✓	✓	
126	CMR 23-149-59		✓	✓	4	176	MVEN 332		✓	✓	
127	35-77-22	✓	✓		3	177	MCOL 346		✓	✓	
128	36-77-1	✓	✓		3	178	MCOL 1062 A		✓	✓	
129	(V1xR) 21-11	✓	✓		3	179	MMEX 27		✓	✓	
130	(V7xR) 21-4Q	✓	✓		4	180	MBRA 530		✓	✓	
131	CMK (Rx)CMC 76) 21-235	✓	✓	✓	5	181	MBRA 416	✓		✓	5
132	MPER 178		✓	✓	4	182	MECU 187	✓	✓	✓	5
133	MGUA 41			✓	5	183	MBRA 461	✓	✓	✓	5
134	CR 1				4	184	MVEN 117 B	✓			
135	MMEX 6		✓		3	185	MCOL 1467	✓			
136	MBRA 658		✓		3	186	CMR 29-67-21	✓		✓	
137	MCOL 1466		✓		3	187	MKUC 28-71-67	✓	✓	✓	5
138	MCOL 1344	✓	✓	✓	5	188	35-77-17	✓	✓	✓	5
139	SG 455-1	✓			4	189	CMR 37-18-63	✓	✓		
140	MPER 213	✓	✓		4	190	ADIRA 4 (6)	✓	✓	✓	5
141	CM 2777-3				4	191	35-77-18	✓	✓	✓	5
142	MPRT 19	✓	✓		4	192	(VxR) 20-27(6)			✓	
143	CM 4574-7	✓	✓		4	193	SMH 22-19-7		✓	✓	
144	MVEN 173		✓	✓	4	194	(CMC76xR) 21-18Q			✓	
145	MPER 212	✓	✓		3	195	CMR 30-71-25	✓	✓	✓	5
146	MCOL 651 B		✓	✓	3	196	CM 5257-33	✓	✓	✓	5
147	CM 2766-3		✓		4	197	CMR 29-56-101	✓		✓	
148	MPER 349		✓	✓	4	198	OMR 24-87-34		✓	✓	
149	MCOL 1357		✓		3	199	CMR 25-34-159	✓	✓	✓	5
150	MMAL 26		✓	✓	4	200	CM 4955-27	✓	✓	✓	5

หมายเหตุ: การจัดระดับความต้านทานโรคมึ่เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับความต้านทานโรค 5 ไม่พบอาการโรคใบไหม้ ระดับความต้านทานโรค 4 พบอาการโรคใบไหม้เล็กน้อย
ระดับความต้านทานโรค 3 พบอาการโรคใบไหม้ปานกลาง ระดับความต้านทานโรค 2 พบอาการโรคใบไหม้
ค่อนข้างมาก ระดับความต้านทานโรค 1 พบอาการโรคใบไหม้มาก

วิจารณ์ผล

เมื่อใช้โมเลกุลเครื่องหมาย 31 ชนิดที่ออกแบบโดย Veronique และคณะ (2003) ซึ่งออกแบบให้มีความ
เชื่อมโยงกับลักษณะความต้านทานโรคใบไหม้หรือแบคทีเรียลไบลท์ของมันสำปะหลัง นำมาทดสอบความใช้ได้
และสามารถคัดเลือกได้จำนวน 4 ชนิด และนำไปทดสอบลักษณะต้านทานกับมันสำปะหลัง 200 สายพันธุ์
สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มความทนทานโรคได้ 37 สายพันธุ์ สอดคล้องกับลักษณะทางจีโนไทป์ จึงนำ
ข้อมูลนี้ประกอบการตัดสินใจในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

สรุปผล

การใช้เครื่องหมายโมเลกุลที่ออกแบบโดย Veronique และคณะ (2003) และออกแบบเครื่องหมาย
โมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับยีนต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ของมันสำปะหลัง จำนวน 31 ชนิด นำมาทดสอบความ
ใช้ได้ของมันสำปะหลังที่เก็บรวบรวมในศูนย์อนุรักษ์เชื้อพันธุ์มันสำปะหลังศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองที่รวบรวมทั้งพันธุ์
ไทยและพันธุ์จาก CIAT สามารถคัดเลือกโมเลกุลเครื่องหมายได้ 4 ชนิด ซึ่งเป็นชนิดที่เชื่อมโยงกับลักษณะ
ต้านทานโรคแบคทีเรียลไบลท์ของมันสำปะหลัง เมื่อนำเครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวไปคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลัง
ด้วยลักษณะทางจีโนไทป์ โดยคัดเลือกต้นพันธุ์จากแปลงอนุรักษ์พันธุ์ จำนวน 200 สายพันธุ์ นำไปทดสอบ
ลักษณะทางฟีโนไทป์เพื่อดูลักษณะการเกิดโรคแบคทีเรียลไบลท์ สามารถคัดเลือกมันสำปะหลังได้ จำนวน 37
สายพันธุ์ พบว่า มีความสอดคล้องกันทั้งลักษณะจีโนไทป์และฟีโนไทป์จึงนำข้อมูลนี้ไปประกอบการตัดสินใจใน
การปรับปรุงพันธุ์ต่อไปได้ และสามารถนำโมเลกุลเครื่องหมายเหล่านี้ไปใช้คัดเลือกมันสำปะหลังลูกผสมใน
ประชากรอื่นๆ ได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นางสาวสุวลักษณ์ อมะวัลย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตรที่
ช่วยให้ความอนุเคราะห์ แหล่งเชื้อพันธุ์กรรมมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

สิทธิโชค ตั้งภัสสรเรือง. 2556. การพัฒนาเครื่องมือการตรวจสอบและคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังในระดับดีเอ็นเอ
เบสเดียว. บทคัดย่อผลงานวิจัยที่มุ่งเป้าตอบสนองความต้องการในการพัฒนาประเทศด้านมัน
สำปะหลังประจำปีงบประมาณ 2556. หน้า 21-60.

- Lopez C., Soto M., Restrepo S., Piegu B., Cooke R., Delseny M., Tohme J., and Verdier V. 2005. Gene Expression Profile in Response to *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis* Infection in Cassava using a cDNA microarray. *Plant Mol Biol.* : 57(3) :393-410 .
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15830129>.
- Lopez C.E., Quesada-Ocampo L.M., Bohorquez A., Duque M.C., Vargas J., Tohme J. and Verdier V. 2007. Mapping EST- derived SSRs and ESTs involved in Resistance to Bacterial Blight in *Manihot esculenta*. *Genome.* 2007. Dec:50(12) : 1078-88.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18059536>.
- Veronique J. and Valerie V. 2003. Qualitative and Quantitative Evaluation of Cassava Bacterial Blight Resistance in F1 Progeny of a Cross between Elite Cassava Clones. *Euphytica.* V. 123, Issue 1, pp 41-48. <http://link.springer.com/article/10.1023-1014400823817>.

ดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อการระบุชนิดของพืชวงศ์กล้วยไม้ที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพร DNA Barcode for Identification of Medicinal Orchids

บุญเรือนรัตน์ เพียรงาน^{1*} อรุณทัย ซาววา¹ อัญชลี แก้วดวง¹

Boonruanrat Pianngan^{1*} Aroonothai Sawwa¹ Anchalee Kaewdoun¹

¹กลุ่มวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

¹ Biotechnology Research and Development office, Department of Agriculture

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

บทคัดย่อ

ได้เก็บรวบรวมกล้วยไม้พื้นเมืองที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพร จำนวน 40 ชนิด แล้วนำไปสร้างเครื่องหมายดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณ matK, rbcL และ trnH-psbA intergenic spacer โดยเมื่อนำดีเอ็นเอที่สกัดได้มาทดสอบเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ด ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ไพรเมอร์ matK, rbcL, trnH-psbA และ ITS โดยชิ้นส่วนบริเวณยีน matK ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส บริเวณ rbcL ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 1400 คู่เบส ชิ้นส่วนบริเวณยีน trnH-psbA ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส และชิ้นส่วนบริเวณยีน ITS ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส เช่นกัน เมื่อนำชิ้นส่วนยีนต่าง ๆ เหล่านี้ไปอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ แล้วนำมาเปรียบเทียบก่อนทำการวิเคราะห์จึงสามารถให้ความแตกต่างได้ ทั้งนี้ได้นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของแต่ละสายไปเปรียบเทียบกับข้อมูลกล้วยไม้ในฐานข้อมูล GenBank ด้วยโปรแกรม Blast พบว่ากล้วยไม้ที่เก็บรวบรวมไว้มีความเหมือนกับกล้วยไม้ที่มีรายงานในฐานข้อมูล สามารถจำแนกชนิดได้ และเมื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ phylogenetic tree สามารถจัดกลุ่มกล้วยไม้พื้นเมืองที่เก็บรวบรวมได้ออกเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ไอยเรศใบช้าง เอื้องสายมรกต เอื้องตะขาบ เอื้องจำปา เอื้องสายน้ำเขียว เอื้องคำตาดำ เพชรหึง เข็มเหลือง และเอื้องหวดพราหมณ์ กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย เหลืองจันทบูร เอื้องโมก สิงโตสมอหิน สิงโตใบพัดแดง เอื้องสายม่วง มัจฉานุ เอื้องสายคำปอน กุหลาบแม่เมย กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย กุหลาบกระปี่ เอื้องเทียนทางกระรอก กุหลาบน่าน ตอติเล เอื้องสายหลวง สิงโตนกกล้ำม มัจฉานุชมพู เอื้องสายน้ำผึ้ง และ เอื้องทอง กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย ช้างกระ เข็มแสด เข็มแดง และ เข็มม่วง กลุ่มที่ 5 ประกอบด้วย เอื้องสายแสดพระอินทร์ และเอื้องมะลิ กลุ่มที่ 6 ประกอบด้วย เขาพระวิหาร เตลื่อขาว และกลุ่มที่ 7 ประกอบด้วย เอื้องแปรงสีฟัน และเอื้องช้าน้ำ

คำสำคัญ : ดีเอ็นเอบาร์โค้ด ดีเอ็นเอในพลาสติด กล้วยไม้ สมุนไพร

Abstract

40 native orchids that have potential as medicinal plants was collected from parts of Thailand. They were then used to create DNA barcode markers at matK, rbcL and trnH-psbA intergenic spacer regions. The extracted DNA was tested for DNA markers with bar code by PCR

technique using matK, rbcL, trnH-psbA and ITS primers. The matK fragment yielded 900 base pair DNA bands, rbcL contained 1400 base pair DNA bands, trnH-psbA fragments yielded 900 base pair DNA bands, and ITS fragments yielded 900 base pair DNA bands. When these gene fragments were read in nucleotide sequences, and then combine them into the same line before analysis, so that the difference can be made. The nucleotide sequence data of each species was compared with the orchid data in the GenBank database using Blast program. The collected orchids were similar to those reported in the database. They can be classified when analyzed by phylogenetic tree relationships, the collected native orchids can be grouped into 7 groups as follows: The first group consists of Aiyaret Bai Chang, Emerald Saiyan, Centipede, Champa, Green Sai Nam, Black-eyed Kham, Phet Huang, Yellow Needle, and Mustard Prahman. The second group consisted of Lueang Chanthaboon, Aung Mok, Anchor Stone Lion, and Red Fan Lion. Purple Saiyan Orchid, Matchanu Orchid, Sai Khampon Orchid, Mae Moei Rose. The third group consists of Krabi roses. Aung Tian, Squirrel Tail, Nan Roses, Tortiles, Uang Sai Luang Muscular lion, Machanu Chomphu, Sai Nam Phueng and Aurangthong. The fourth group consists of elephants, kraals, seded needles, red needles, and purple needles. The 5th group consisted of the serpent, the whip, the Indra. and jasmine. The 6th group consists of Khao Phra Viharn, Deli Khao and the 7th group consists of a toothbrush and the maw of elephants.

Keywords : DNA barcode, Orchids, Orchidaceae, Medicinal orchids

บทนำ

กล้วยไม้เป็นพืชที่มีความหลากหลายทั้งในด้านพันธุกรรม และการนำไปใช้ประโยชน์ ที่ได้รับความนิยมนำมาเป็นสมุนไพรกว่า 150 ปีมาแล้วในประเทศจีน และประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคอาเซียน รวมถึงประเทศไทยที่มีการผลิตกล้วยไม้ตัดดอกเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก จึงทำให้กล้วยไม้เป็นไม้ดอกเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ปัจจุบันจึงมีการนำกล้วยไม้มาใช้ประโยชน์ทางด้านสมุนไพรมากขึ้น เนื่องจากกล้วยไม้มีสารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ เช่น สารกลุ่ม flavonoids, alkaloids, carotenoid, phytosterols, bibenzyl, phenanthrene และ fluorenone Hossain, (2011), Yang et al. (2006) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาทางด้านเภสัชวิทยาของสารกลุ่ม bibenzyl โดยเฉพาะสาร moscatilin ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายอย่าง คือ ฤทธิ์ต้านการเจริญของหลอดเลือด (anti-angiogenic), ฤทธิ์ต้านการเจริญของเนื้องอกหรือมะเร็ง (antitumor), ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (anti-inflammation) และฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ (antioxidant) Liu et al. (2010), Kowitdamrong et al. (2013), Tsai et al. (2010) นอกจากนี้กล้วยไม้ยังมีสรรพคุณเป็นยาสมุนไพรใช้รักษาโรคได้ เช่น กล้วยไม้สายพันธุ์ *Acampe rigida* (Buch.-Ham. Ex Sm) P.F. Hunt หรือ เอื้องสารภี ในตำรายาของ

จีน ใช้ใบและรากในการคลายกล้ามเนื้อและข้อต่อ ช่วยในการไหลเวียนโลหิต บรรเทาอาการปวด รวมทั้งรักษาแผลถลอก กระจกหักหรือกระจกแตก ในประเทศไทยใช้ทั้งต้นเพื่อบำรุงร่างกาย จากการศึกษาทางพฤกษเคมีพบว่า กล้วยไม้ชนิดนี้มีสารที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น 4-hydroxybenzoic acid ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของพาราเบน (parabens) ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ *Acriopsis lilifolia* (J.Koenig) Seidenf. หรือ เอื้องนมหนู ใช้รักษาอาการไข้ นอกจากนี้ยังมีการนำหัว (pseudobulbs) ไปต้มและนำน้ำที่ต้มมาหยอดหูเพื่อรักษาอาการเจ็บหู *Aerides odorata* Lour. หรือ เอื้องกุหลาบกระเป่าเปิด ในประเทศอินเดีย ใช้ผลรักษาบาดแผล ใช้ น้ำที่สกัดได้จากใบใช้รักษาตุ่มหรือสิ่วในหูและจมูก และในรัฐโอริสสา มีการนำรากของกล้วยไม้ชนิดนี้มาผสมกับรากของโสก (*Saraca asoca* (Roxb.) Wilde) เปลือกของสะเดา (*Azadirach taindica* A. Juss.) และเกลือ เป็นส่วนผสมของตำหรับยาสมุนไพร รักษาอาการเจ็บปวดตามข้อต่อต่างๆ จากการศึกษาสารพฤกษเคมีพบว่า มีสารประกอบมากกว่า 18 ชนิด ที่สกัดได้จากกล้วยไม้ชนิดนี้ และเป็นที่น่าสนใจว่า สาร บางชนิดมีฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือด จากการทดสอบกับหนูในห้องปฏิบัติการ (Zhang et al., 2007) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษา และรวบรวมไว้สำหรับเป็นข้อมูลเพื่อนำไปพัฒนาการผลิตสมุนไพรต่อไป ในการเก็บรวบรวมไว้แล้วนั้นจะต้องมีการจำแนกชนิดให้ถูกต้องด้วยจึงใช้เทคนิค ดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA barcode) ซึ่งเป็นดีเอ็นเอเครื่องหมายที่พัฒนาแนวคิดจากการทำบาร์โค้ดในสินค้าต่าง ๆ แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการระบุชนิดและจำแนกสิ่งมีชีวิตเพื่อลดความผิดพลาด มีความรวดเร็วในการจำแนกสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีสารพันธุกรรมที่แสดงลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ๆ แตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นและสามารถจำแนกได้ทุกระยะพัฒนาการชีวิตจึงเป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอที่เหมาะสมในการจำแนกพันธุ์กล้วยไม้สกุลสมุนไพรมต่าง ๆ ที่ต้องการความสะดวกรวดเร็ว อ้างอิงตามมาตรฐานสากลได้และเมื่อพัฒนาจนกลายเป็นลักษณะประจำพันธุ์แล้วก็จะนำไปใช้อ้างอิงได้ต่อไปในอนาคต ซึ่งจะทำให้สามารถคุ้มครองทรัพยากรพันธุ์พืชของไทยไว้ได้และตรวจสอบการปลอมปนกรณีที่เกิดผลิตเป็นสมุนไพรไว้แล้ว นอกจากนี้เมื่อพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดนี้ให้มีความแม่นยำมากขึ้น ให้เป็นที่ยอมรับตามหลักนิติวิทยาศาสตร์ ก็ย่อมมีประโยชน์มากมายและสามารถทดแทนเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดอื่นที่อยู่ยากและมีราคาแพงในการตรวจวิเคราะห์

งานวิจัยครั้งนี้จึงใช้เทคนิคเครื่องหมายดีเอ็นเอบาร์โค้ด ในการจัดทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอและการจำแนกกล้วยไม้เพื่อการใช้เป็นยาสมุนไพรได้เริ่มการทดลองโดยการคัดเลือกเครื่องหมายดีเอ็นเอที่เกี่ยวข้องกับส่วนของคลอโรพลาสต์ 3 บริเวณได้แก่ matK, rbcL และ trnH-psbA intergenic spacer โดยศึกษาในกล้วยไม้สกุลต่าง ๆ ที่มีสารพฤกษเคมีกลุ่มฟลาโวนอยด์ ฟิแนนทรินส์ และเทอร์ปีนอยด์ เช่น สกุลหวาย (*Dendrobium* spp.) สกุลแวนด้า (*Vanda* spp.) สกุลกุหลาบ (*Aerides*) สกุลสิงโต (*Bulbophyllum*) และสกุลอื่นๆ ที่เก็บรวบรวมไว้ในแปลงรวบรวมพันธุ์ของศูนย์วิจัยพืชสวน ไม่น้อยกว่า 40 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อจากใบมาสกัดดีเอ็นเอบางส่วนที่ดีเอ็นเอจะเก็บไว้เพื่อเป็นดีเอ็นเอต้นทุน (stock DNA) อีกส่วนนำมาเป็นดีเอ็นเอต้นแบบ เพื่อสร้างดีเอ็นเอมาตรฐานด้วยเทคนิค Polymerase chain reaction (PCR) และนำมาศึกษาและวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ ตรวจสอบความถูกต้องโดยเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์กับฐานข้อมูลสากล NCBI หรือฐานข้อมูลดีเอ็นเอมาตรฐาน จากนั้นทำการประเมินคุณภาพลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยวิเคราะห์ร่วมกับการระบุชนิดของพันธุ์

กล้วยไม้ แล้วนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ และมีความถูกต้องไว้ในฐานข้อมูลสากล NCBI เพื่อเก็บเป็นข้อมูลเบื้องต้น ในการคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยไม้ที่มีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านเวชสำอาง ด้านเภสัชวิทยา เพิ่มคุณภาพ กล้วยไม้เชิงเภสัชอุตสาหกรรม และเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้งรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์พืชกรุงเทพ (BK) กรมวิชาการ เกษตรต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การรวบรวมตัวอย่างกล้วยไม้และการสกัดดีเอ็นเอ

เก็บตัวอย่างกล้วยไม้สกุลต่างๆ ที่มีรายงานเป็นพืชสมุนไพร ซึ่งมีรายงานพบสารพฤกษเคมีกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ ฟิแนนทรินส์ และ เทอร์ปีนอยด์ ของศูนย์วิจัยพืชสวน และเครือข่ายเช่น ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ และหน่วยงานภายในกรมวิชาการเกษตร จำนวนอย่างน้อย 40 ตัวอย่าง

สกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี CTAB ดัดแปลงจาก Lodhi et al., (1994) ตรวจสอบปริมาณและความบริสุทธิ์ของ ดีเอ็นเอด้วยเครื่องวัด Nanodrop จากนั้นเจือจางดีเอ็นเอให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับนำไปทำพีซีอาร์

2. การสร้างเครื่องหมายดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณ matK, rbcL และ trnH-psbA intergenic spacer

นำดีเอ็นเอที่สกัดได้มาสร้างเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ดด้วยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) ปริมาตร 20 ul ประกอบด้วย ดีเอ็นเอต้นแบบ 1 ul, DreamTaq Green Master Mix 10 ul, 50 M Primer ด้าน forward และด้าน reverse อย่างละ 1 ul และน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 7 ul โดยใช้คู่มือสำหรับเพิ่ม ปริมาณดีเอ็นเอ ดังนี้

บริเวณ matK คือ 5'-CGTACAGTACTTTTGTGTTTACGAG-3' และ

5'-ACCCAGTCCATCTGGAAATCTTGGTT C-3'

บริเวณ rbcL คือ 5'-ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC-3' และ

5'-GTAAAATCAAGTCCACCRGC-3'

บริเวณ trnH-psbA intergenic spacer คือ 5'-G TTATGCATGAACGTAATGCTC-3' และ

5'-CGCGCATGGTGGATTACAATCC-3'

โปรแกรมที่ใช้ทำ PCR ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ pre-denaturation ที่ 94°C (1 นาที) 1 รอบ denaturation ที่ 94°C (30 วินาที) annealing 50°C (20 วินาที) และ extension ที่ 72°C (50 วินาที) เป็น จำนวน 35 รอบ และ final extension ที่ 72°C (5 นาที) 1 รอบ

3. การวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์

ส่งตัวอย่างยีนที่เพิ่มปริมาณได้จากเทคนิคพีซีอาร์ไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์โดยบริษัทเอกชน จากนั้นนำลำดับนิวคลีโอไทด์มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MEGA 6 เพื่อหาค่าความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ แล้วส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล GenBank เพื่อให้ผู้สนใจศึกษาจากทั่วโลกเข้าถึงข้อมูลนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

4. การจัดทำตัวอย่างอ้างอิง

ทำการจัดทำตัวอย่างอ้างอิงในรูปแบบดีเอ็นเอในระบบเยือกแข็งที่ - 80 องศาเซลเซียส ไว้ที่สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ จังหวัดปทุมธานี และจัดทำตัวอย่างพรรณไม้อ้างอิงงานวิจัย (Voucher specimen) ตามวิธีการจัดทำพรรณไม้แห้งและส่งเก็บรักษา ณ พิพิธภัณฑ์พืชกรุงเทพ (BK)

5. การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนต่างๆในกล้วยไม้สกุลต่างๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 40 ชนิด และข้อมูลผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

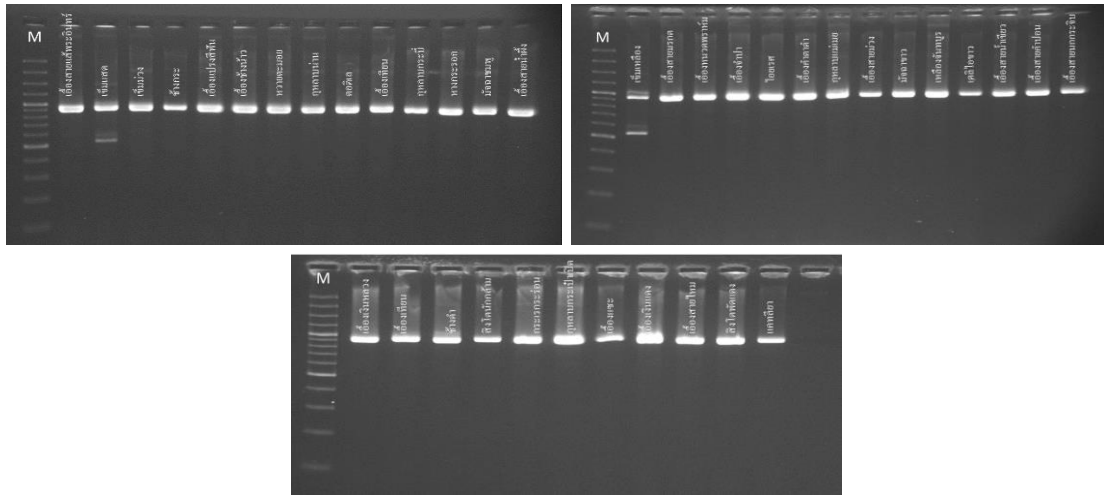
ผลการวิจัย

ในการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อระบุชนิดของพืชวงศ์กล้วยไม้ที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพรชั้นได้เริ่มทำการเก็บรวบรวมกล้วยไม้สายพันธุ์พื้นเมืองที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพรจากภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ แต่เนื่องจากประสบปัญหาการเดินทางรวบรวมตัวอย่างเนื่องจากสถานการณ์การระบาดของโรคโควิด - 19 ในช่วงระยะเวลาวิจัยทั้ง 2 ปีคือ 2563 -2564 จึงสามารถเก็บตัวอย่างได้จากภาคอีสานเป็นส่วนใหญ่คือจังหวัดขอนแก่น บุรีรัมย์และมุกดาหาร และในพื้นที่เขตภาคตะวันออกเฉียงใต้แก่จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด เป็นต้น การวิจัยนี้สามารถรวบรวมตัวอย่างกล้วยไม้ได้จำนวน 40 ชนิด ในการคัดเลือกส่วนของลำดับนิวคลีโอไทด์ได้คัดเลือกไว้ 4 บริเวณได้แก่ การสร้างเครื่องหมายดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณ matK, rbcL trnH-psbA และ intergenic spacer โดยเมื่อนำดีเอ็นเอที่สกัดได้มาทดสอบเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ด ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ไพรเมอร์ matK, rbcL, trnH-psbA และ ITS พบว่าขึ้นส่วนบริเวณยีน matK ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส บริเวณ rbcL ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 1400 คู่เบส ขึ้นส่วนบริเวณยีน trnH-psbA ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส และขึ้นส่วนบริเวณยีน ITS ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส เช่นกัน (ภาพ 1) เมื่อนำขึ้นส่วนยีนต่าง ๆ เหล่านี้ไปอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ (ภาพ 2) แล้วนำมาเปรียบเทียบกันก่อนทำการวิเคราะห์ด้วย โปรแกรมวิเคราะห์ phylogenetic tree จึงสามารถให้ความแตกต่างได้ ทั้งนี้ได้นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของแต่ละสายไปเปรียบเทียบกับข้อมูลกล้วยไม้ในฐานข้อมูล GenBank ด้วยโปรแกรม Blast (ตาราง 1) พบว่ากล้วยไม้ที่เก็บรวบรวมไว้มีความเหมือนกับกล้วยไม้ ที่มีรายงานในฐานข้อมูล และเมื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ phylogenetic tree สามารถจัดกลุ่มกล้วยไม้พื้นเมืองที่เก็บรวบรวมได้ออกเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย โอยเรศใบช้าง เอื้องสายมรกต เอื้องตะขาบ เอื้องจำปา เอื้องสายน้ำเขียว เอื้องคำตาดำ เพชรหึง เข้มเหลือง และเอื้องหนวดพราหมณ์ กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย เหลืองจันทบูร เอื้องโมก สิงโตสมอหิน สิงโตใบพัดแดง เอื้องสายม่วง มัจฉานุ เอื้องสายคำปอน กุหลาบแม่เมย กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย กุหลาบกระบี่ เอื้องเทียน ทางกระรอก กุหลาบน่าน ตอติเล เอื้องสายหลวง สิงโตนกกล้ำม มัจฉานุชมพู เอื้องสายน้ำผึ้ง และเอื้องทอง กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย ช้างกระ

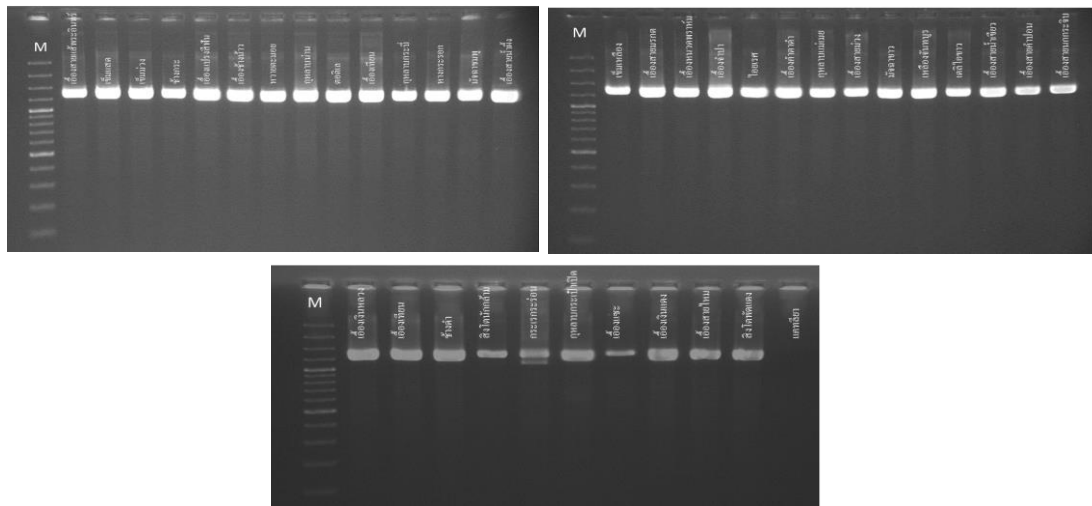
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

เข็มแสด เข็มแดง และเข็มม่วง กลุ่มที่ 5 ประกอบด้วย เอื้องสายแสดพระอินทร์ และเอื้องมะลิ กลุ่มที่ 6 ประกอบด้วย เขาพระวิหาร เดลิไอขาว และ กลุ่มที่ 7 ประกอบด้วย เอื้องแปรงสีพื้น และเอื้องช้ำน้ำ (ภาพ 3)

ไพรเมอร์ matK (900 bp)

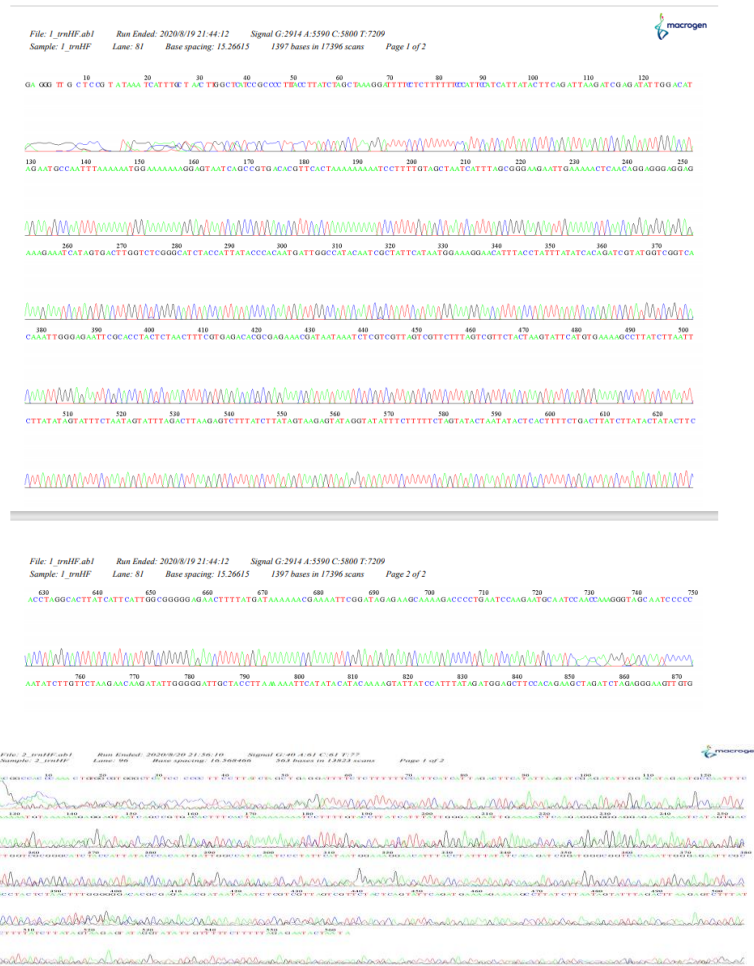


ไพรเมอร์ rbcL (1400 bp)



ไพรเมอร์ trnH-psbA (900 bp)

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566



ภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของกล้วยไม้สายพันธุ์ต่าง ๆ

>1เอื้องสายแซ่พระอินทร์ trnHF

GAGGGTTGCTCCGTATAAATCATTGCTAACTTGGCTCATCCGCCCTTTACCTTATCTAGCTAAAGGATTTTCCT
 CTTTTTCCATTCCATCATTATACTTCAGATTAAGATCGAGATATTGGACATAGAATGCCAATTTAAAAAATG
 GAAAAAAGGAGTAAATCAGCCGTGACACGTTCACTAAAAAAAATCCTTTTGTAGCTAATCATTAGCGGGAAGAA
 TTGAAAACTCAACAGGAGGGAGGAGAAAGAAATCATAGTGACTTGGTCTCGGCATCTACCATTATACCCACA
 ATGATTGGCCATAAATCGCTATTCATAATGGAAAGGAACATTTACCTATTTATATCACAGATCGTATGGTCGGTC
 ACAAATTGGGAGAATTCGCACCTACTCTAACTTTCGTGAGACACGCGAGAAACGATAATAAATCTCGTCGTTAG
 TCGTTCTTAGTCGTTCTACTAAGTATTCATGTGAAAAGCCTTATCTTAATTCTTATATAGTATTTCTAATAGTATT
 TAGACTTAAGAGTCTTTATCTTATAGTAAGAGTATAGGTATATTTCTTTTTCTAGTATACTAATATACTCACT
 TTTCTGACTTATCTTATACTATACTTCACCTAGGCACTTATCATTATTGGCGGGGGAGAAGCTTTTATGATAAAAA
 ACGAAAATTCGGATAGAGAAGCAAAGACCCCTGAATCCAAGAATGCAATCCAACCAAAGGGTAGCAATCCCCC
 AATATCTTGTCTAAGAACAAGATATTGGGGGATTGCTACCTTAAAAAATTCATATACATAAAAAGTATTATCCA
 TTTATAGATGGAGCTTCCACAGAAGCTAGATCTAGAGGGAAGTTGTGAGCATTACGTTTATTGTATAAAAAACG
 AGAAAGAAAAATTATTGTGTTATGCGAGTGTTTTTTTTTTTGTTTACCTTAAAAATAAACATTGGATTACTGCTATTTA
 TGCAAGTAAAGAGGAAAAATACGTAACATTCGACAAATGATAAGGGATAGTCAATGAGGGATGGTCCGTGAAG

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

CTTAGAGAGAATGCCTATAAGCGATAAAAAAGACCAGGATTACAGAGGTATATGGTACCTGATATATTATTGTA
GGACGAGGAAGATCAGTGAAGAAGGTAATGCGACGTGTGTTCTTTTCTAAAATGAGGACGATTTGTTAAAAA
GTGTCGTCAAGGAATAGAGATAAAGTTACAATAAAGATTAGACATCATCGGTAGGGAGAAGGCAGGTTTAAAAAG
TGAATATGAATTAGAATTCGCAGGAAGCTTAGGCTTATAAAAGTGGAGAAGCTGTTATATATAGTTGAGGTGGGTAT
GAACAAAATGTACAGATTCGCATAATTGAGGAACGATCGACAGAGG

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ตรวจวิเคราะห์ได้กับฐานข้อมูล GenBank

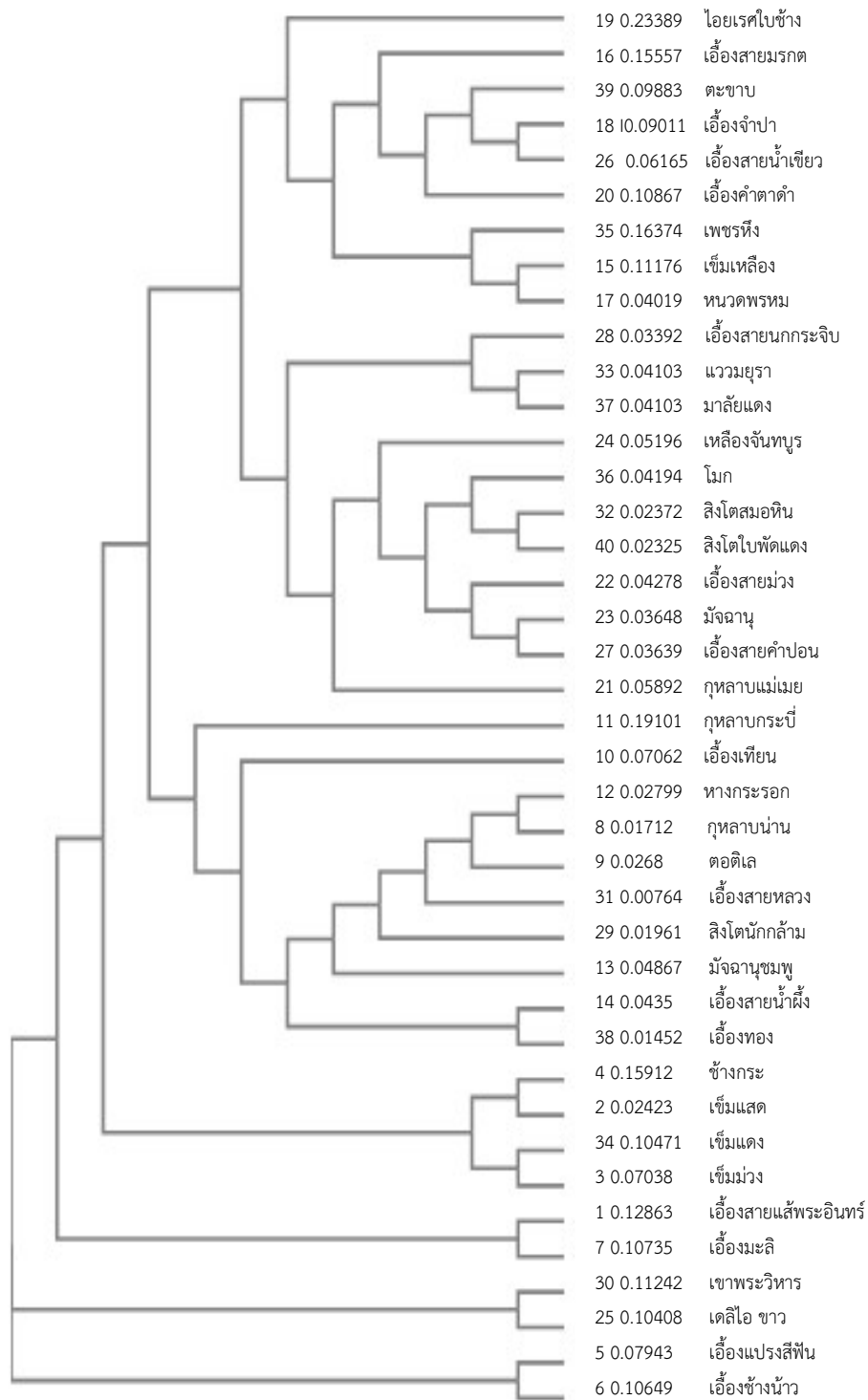
ลำดับ	สายพันธุ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	Identities
1	เอื้องสายเส้พระอินทร์	Dendrobium findlayanum voucher JH17-SH photosystem II protein D1 (psbA) gene, partial cds; psbA-trnH intergenic spacer and rpl22 pseudogene, complete sequence; ribosomal protein S19 (rps19) gene, complete cds; and tRNA-His (trnH) gene, partial sequence; chloroplast Sequence ID: FJ216473.1 Length: 844	96%
2	เข็มแสด	Neofinetia xichangensis voucher Z.J. Liu 2747 plastid, complete genome Sequence ID: NC_047197.1 Length: 146681	96%
3	เข็มม่วง	Vanda miniata photosystem II protein D1 (psbA) gene, partial cds; psbA-trnH intergenic spacer, complete sequence; and tRNA-His (trnH) gene, partial sequence; chloroplast Sequence ID: KT581391.1 Length: 851	99%
4	ช้างกระ	Rhynchostylis gigantea psbA-rps19 intergenic spacer, partial sequence; ribosomal protein S19 (rps19) gene, complete cds; rps19-trnH intergenic spacer, complete sequence; and tRNA-His (trnH) gene, partial sequence; chloroplast Sequence ID: KC693494.1 Length: 735	95%
5	เอื้องแปรงสีฟัน	Dendrobium crepidatum voucher Jin X.H.072 PsbA (psbA) gene, partial cds; psbA-trnH intergenic spacer, complete sequence; and tRNA-His (trnH) gene, partial sequence; chloroplast Sequence ID: KJ174252.1 Length: 841	99%
6	เอื้องช้างน้าว	Dendrobium moschatum voucher Jin X-H 11886 psbA-trnH intergenic spacer, partial sequence; chloroplast Sequence ID: KF177531.1 Length: 742	99%
7	เอื้องมะลิ	Dendrobium crumenatum photosystem II protein D1 (psbA) gene, partial cds; psbA-trnH intergenic spacer, complete sequence; and tRNA-His (trnH) gene, partial sequence; chloroplast Sequence ID: JF693815.1 Length: 810	99%
8	กุหลาบน่าน	Aerides krabiensis maturase K (matK) gene, complete cds; chloroplast Sequence ID: EF655784.2 Length: 1679	99%
9	ตอดิเล	Dendrobium tortile voucher KFBG3098D maturase K (matK) gene, partial cds; plastid Sequence ID: KY966874.1 Length: 1147	99%

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ลำดับ	สายพันธุ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	Identities
10	เอื้องเทียน	Thecostele sp. Chase O-373 maturase K-like (matK) gene Sequence ID: AY368431.1 Length: 1432	99%
11	กุหลาบกระบี่	Coelogyne longpasiaensis trnK gene, partial intron sequence; and matK pseudogene, complete sequence; chloroplast genes for chloroplast products Sequence ID: AF463365.1 Length: 1826	77%
12	หางกระรอก	Rhynchostylis retusa clone M4 maturase K (matk) gene, partial cds; chloroplast Sequence ID: EU558938.1 Length: 1613	99%
13	มัจฉานุชมพู	Dendrobium thyriflorum chloroplast, complete genome Sequence ID: MN306203.1 Length: 160123	99%
14	เอื้องสายน้ำผึ้ง	Dendrobium cretaceum voucher KFBG2605A maturase K (matK) gene, partial cds; plastid Sequence ID: KY966818.1 Length: 1147	99%
15	เข็มเหลือง	Vanda pumila 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence Sequence ID: EF670372.1 Length: 992	98%
16	เอื้องสายมรกต	Dendrobium chrysanthum voucher NCHU-D89331201-1010 18S ribosomal RNA gene Sequence ID: HM590376.1 Length: 885	97%
17	หนวดพรหม	Holcoglossum kimballianum 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence Sequence ID: EF670359.1 Length: 947	99%
18	เอื้องจำปา	Dendrobium fimbriatum genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2 and 26S rRNA, partial sequence Sequence ID: AB593562.1 Length: 846	99%
19	โอยเรศใบช้าง	Boesenbergia rotunda 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 26S ribosomal RNA gene, partial sequence Sequence ID: AF478726.1 Length: 641	96%
20	เอื้องคำตาดำ	Dendrobium chrysotoxum genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2 and 26S rRNA, partial sequence, bio_material: TBG<JPN>:118321 Sequence ID: AB593533.1 Length: 847	99%
21	กุหลาบแม่เมย	Vandopsis lissochiloides plastid, complete genome Sequence ID: MN124443.1 Length: 148866	95%
22	เอื้องสายม่วง	Dendrobium parishii chloroplast DNA, complete genome Sequence ID: LC193518.1 Length: 151689	97%
23	มัจฉานุ	Dendrobium wangliangii chloroplast, complete genome Sequence ID: NC_052727.1 Length: 160052	96%
24	เหลืองจันทร์บูร	Dendrobium flexicaule ZSY05441 chloroplast DNA, complete genome Sequence ID: LC348965.1 Length: 152191	98%

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

ลำดับ	สายพันธุ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	Identities
25	เดลิโอ ขาว	<i>Dendrobium ellipsophyllum</i> voucher Jin X-H 13066 PsbA (psbA) gene, Sequence ID: KF177494.1 Length: 821	99%
26	เอื้องสายน้ำเขียว	<i>Dendrobium primulinum</i> genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2 and 26S rRNA Sequence ID: AB593641.1 Length: 846	99%
27	เอื้องสายคำปอน	<i>Dendrobium gratiosissimum</i> chloroplast DNA, complete genome Sequence ID: LC192958.1 Length: 151829	97%
28	เอื้องสายนกระจิบ	<i>Dendrobium loddigesii</i> chloroplast DNA, complete genome Sequence ID: LC192960.1 Length: 152493	98%
29	สิงโตนักกล้ำม	<i>Vandopsis gigantea</i> plastid, complete genome Sequence ID: MN124403.1 Length: 149130	99%
30	เขาพระวิหาร	<i>Dendrobium primulinum</i> isolate JH22 photosystem II protein D1 (psbA) gene, partial cds Sequence ID: EU887936.1 Length: 838	99%
31	เอื้องสายหลวง	<i>Phalaenopsis pulcherrima</i> maturase K (matK) pseudogene and tRNA-Lys (trnK) gene Sequence ID: EF079282.1 Length: 1767	99%
32	สิงโตสมอหิน	<i>Bulbophyllum inconspicuum</i> chloroplast, complete genome Sequence ID: NC_046811.1 Length: 149548	98%
33	แววมยุรา	<i>Dendrobium fimbriatum</i> chloroplast DNA, complete genome Sequence ID: LC193521.1 Length: 151673	97%
34	เข็มแดง	<i>Holcoglossum subulifolium</i> PsbA (psbA) gene, partial cds; psbA-rps19 intergenic spacer, complete sequence Sequence ID: KC693491.1 Length: 841	97%
35	เพชรหึง	<i>Huperzia selago</i> small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene Sequence ID: MT117946.1 Length: 5956	88%
36	โมก	<i>Phalaenopsis wilsonii</i> chloroplast, complete genome Sequence ID: MT800926.1 Length: 145445	98%
37	มาลัยแดง	<i>Vandopsis lissochiloides</i> plastid, complete genome Sequence ID: MN124443.1 Length: 148866	98%
38	เอื้องทอง	<i>Dendrobium ellipsophyllum</i> chloroplast DNA, complete genome Sequence ID: LC193519.1 Length: 152026	99%
39	ตะขาบ	<i>Dendrobium parciflorum</i> genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2 and 26S rRNA, partial sequence, bio_material: TBG<JPN>:118261 Sequence ID: AB593628.1 Length: 863	96%
40	สิงโตใบพัดแดง	<i>Bulbophyllum inconspicuum</i> chloroplast, complete genome Sequence ID: NC_046811.1 Length: 149548	97%



ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบ Phylogenetic tree จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกล้วยไม้พื้นเมือง
 ที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพรด้วยโปรแกรม Mega 6

วิจารณ์ผล

ในการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อระบุชนิดของพืชวงศ์กล้วยไม้ที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพรนั้น ได้เริ่มทำการเก็บรวบรวมกล้วยไม้สายพันธุ์พื้นเมืองที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพรจากภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ แต่เนื่องจากประสบปัญหาการเดินทางรวบรวมตัวอย่างเนื่องจากสถานการณ์การระบาดของโรคโควิด – 19 ในช่วงระยะเวลาวิจัยทั้ง 2 ปีคือ 2563 -2564 จึงสามารถเก็บตัวอย่างได้จากภาคอีสานเป็นส่วนใหญ่คือจังหวัดขอนแก่น บุรีรัมย์ และมุกดาหาร และในพื้นที่เขตภาคตะวันออกเฉียงใต้แก่จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด เป็นต้น การวิจัยนี้สามารถรวบรวมตัวอย่างกล้วยไม้ได้จำนวน 40 ชนิด ในการคัดเลือกส่วนของลำดับนิวคลีโอไทด์ได้คัดเลือกไว้ 4 บริเวณ ได้แก่ การสร้างเครื่องหมายดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณ matK, rbcL trnH-psbA และ intergenic spacer โดยเมื่อนำดีเอ็นเอที่สกัดได้มาทดสอบเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ด ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ไพรเมอร์ matK, rbcL, trnH-psbA และ ITS พบว่าชิ้นส่วนบริเวณยีน matK ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส บริเวณ rbcL ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 1400 คู่เบส ชิ้นส่วนบริเวณยีน trnH-psbA ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส และชิ้นส่วนบริเวณยีน ITS ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส เช่นกัน เมื่อนำชิ้นส่วนยีนต่าง ๆ เหล่านี้ไปอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ แล้วนำมารวมเป็นสายเดียวกันก่อนทำการวิเคราะห์ด้วย โปรแกรมวิเคราะห์ phylogenetic tree สามารถให้ความแตกต่างได้ ทั้งนี้ได้นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของแต่ละสายไปเปรียบเทียบกับข้อมูลกล้วยไม้ในฐานข้อมูล GenBank ด้วยโปรแกรม Blast พบว่ากล้วยไม้ที่เก็บรวบรวมไว้มีความเหมือนกับกล้วยไม้ ที่มีรายงานในฐานข้อมูล และเมื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ phylogenetic tree สามารถจัดกลุ่มกล้วยไม้พื้นเมืองที่เก็บรวบรวมได้ออกเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย โอยเรศใบช้าง เอื้องสายมรกต เอื้องตะขาบ เอื้องจำปา เอื้องสายน้ำเขียว เอื้องคำตาดำ เพชรหึง เข็มเหล็ก และเอื้องหนวดพราหมณ์ กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย เหลืองจันทร์ บัว เอื้องโมก สิงโตสมอหิน สิงโตใบพัดแดง เอื้องสายม่วง มัจฉานุ เอื้องสายคำปอน กุหลาบแม่เมย กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย กุหลาบกระปี่ เอื้องเทียน หางกระรอก กุหลาบน่าน ตอติเล เอื้องสายหลวง สิงโตนกกล้ำม มัจฉานุ ชมพู เอื้องสายน้ำผึ้ง และเอื้องทอง กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย ช้างกระ เข็มแสด เข็มแดง และเข็มม่วง กลุ่มที่ 5 ประกอบด้วย เอื้องสายสั้พระอินทร์ และเอื้องมะลิ กลุ่มที่ 6 ประกอบด้วย เขาพระวิหาร เตลิวขาว และ กลุ่มที่ 7 ประกอบด้วย เอื้องแปรงสีฟัน และเอื้องช้าน้ำ

สรุปผล

จากการเก็บรวบรวมพืชวงศ์กล้วยไม้ที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพรจำนวน 40 ชนิด ได้รวบรวมตัวอย่างไว้ที่สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี และเก็บตัวอย่างแห้งตลอดจนดีเอ็นเอไว้ในธนาคารดีเอ็นเอ และพิพิธภัณฑ์พืช กรมวิชาการเกษตร ได้นำไปสกัดดีเอ็นเอจำนวน 40 ตัวอย่าง และนำไปสร้างเครื่องหมายดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณ matK, rbcL trnH-psbA และ intergenic spacer ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ไพรเมอร์ matK, rbcL, trnH-psbA และ ITS พบว่าชิ้นส่วนบริเวณยีน matK ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส บริเวณ rbcL ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 1400 คู่เบส ชิ้นส่วนบริเวณยีน trnH-psbA ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส และชิ้นส่วนบริเวณยีน ITS ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 900 คู่เบส เช่นกัน เมื่อนำชิ้นส่วนยีนต่าง ๆ เหล่านี้ไปอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ แล้วนำมารวมเป็นสายเดียวกันก่อนทำการวิเคราะห์ด้วย โปรแกรมวิเคราะห์ phylogenetic tree

จึงสามารถให้ความแตกต่างได้ ทั้งนี้ได้นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของแต่ละสายไปเปรียบเทียบกับข้อมูลกล้วยไม้
ในฐานข้อมูล GenBank ด้วยโปรแกรม Blast พบว่ากล้วยไม้ที่เก็บรวบรวมไว้มีความเหมือนกับกล้วยไม้ที่มี
รายงานในฐานข้อมูลเมื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ phylogenetic tree สามารถจัดกลุ่มกล้วยไม้พื้นเมือง
ที่เก็บรวบรวมได้ออกเป็น 7 กลุ่ม ทั้งนี้จะได้นำข้อมูลดีเอ็นเอบาร์โค้ดของกล้วยไม้ทั้งหมดไปเก็บรวบรวมใน
ฐานข้อมูลต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นางสาวอภิญญา สลึงค์ ที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ในรูปแบบ Phylogenetic tree
ของกล้วยไม้พื้นเมือง 40 ชนิดที่มีศักยภาพเป็นพืชสมุนไพรด้วยโปรแกรม Mega 6

เอกสารอ้างอิง

- ฐิติพร โทมัสสภา และธีระชัย ธนานันต์ . 2558. การจำแนกพันธุ์และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของ
กล้วยไม้สกุลหวายกลุ่มเอื้องสายโดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน matK และ rpoC1. วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23(1).
- ธีระชัย ธนานันต์ และจุฑาทิพย์ พันธุ์รูปท้าว. 2560. การประเมินความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และการระบุพันธุ์
กล้วยไม้สกุลหวายหมู่ไนโกรเฮอร์ชูเชและลูกผสมด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน matK และ rbcl.
วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 25(4).
- พรรษา มนต์แข็ง และคณะ. 2556. ดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อการระบุชนิดสมุนไพรแปรรูปสกุลซีเหล็ก (Senna).
วารสารวิจัย มข.(บศ.) 13(12).
- Chase, M.W., Cowan, R.S., Hollingsworth, P.M., Van, B.C., Madrinan, S., Petersen, G. et al. 2007.
New trends in plant systematics: a proposal for a standardized protocol to
barcode all land plants. Taxon. 56(2): 295-299.
- Chaveerach, A. 2009. Plant molecular systematics. Faculty of Science Khon Kaen University:
Khon Kaen.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L., De, W.J.R. 2003. Biological identifications through DNA
barcodes Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences. 270:
313-321.
- Hollingsworth, P.M., Forrest, L.L., Spouge, J.L., Hajibabaei, M., Ratnasingham, S., Bank, M. et al.
2009. A DNA barcode for land plants. PNAS. 106(31): 12794-12797.
- Kositrattana, W. 2009. DNABar code. AG-BIO. 1(3): 14-15.
- Rosa Martha และ Pérez Gutiérrez. 2010. Orchidsn: A review of uses in traditional medicine, its
phytochemistry and pharmacology J. 4(8): 592-638.

- Sing, A., Duggal, S. 2009. Medicinal orchids: an overview, *Ethnobot Leaflets* 13: 351-363
- Tanee, T., Chadmuk, P., Sudmoon, R., Chaveerach, A., Noikotr, K. 2012. Genetic analysis for identification, genomic template stability in hybrids, and barcodes of the *Vanda* species (Orchidaceae) of Thailand. *J. 11(55): 11772-11781.*
- Xu, S., Li, D., Li, J., Xiang, X., Jin, W., Huang, W., Jin, X., Huang, L., Liu, Z.J. 2015. Evaluation of the DNA Barcodes in *Dendrobium* (Orchidaceae) from Mainland Asia. *PLOS ONE. 10(1).*

ผลของการใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสต่อสมบัติทางกายภาพ และประสาทสัมผัสของเยลลี่เสาวรส

Effect of erythritol replaced sucrose on physical and sensory properties of passion fruits jelly

นันทพัฒน์ สกุลสุจิตวิโรจน์¹ ฐิตินันท์ อินทร์เจริญ¹ กัญญารัตน์ มุลศรีละ¹ อาภัสรา แสงนาค^{1*}

Nantaphat Sakulsujitviroj¹ Thitinan Incharoen¹ Kanyarath Moonsrila¹ Arpathsra Sangnark^{1*}

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

¹Food Science and Technology Division, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of
Technology Krungthep

*Corresponding author E-mail: arpathsra.s@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลซูโครสเป็นส่วนประกอบค่อนข้างสูง หากรับประทานมากเกินไปจะส่งผลเสียสุขภาพ งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสต่อสมบัติทางกายภาพ และประสาทสัมผัสของเยลลี่เสาวรส พบว่าเมื่อใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลในปริมาณร้อยละ 20, 40 และ 60 เยลลี่ที่ได้จะมีลักษณะนุ่ม เด้ง ใส ไม่เหลว และมีสมบัติด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p \geq 0.05$) ในขณะที่การเพิ่มสารให้ความหวานอิริทริทอลในปริมาณร้อยละ 80 และ 100 ทำให้เยลลี่มีลักษณะเหลว นอกจากนี้การเพิ่มสารให้ความหวานอิริทริทอลส่งผลให้เยลลี่เสาวรสมีการคายน้ำเพิ่มขึ้น และเยลลี่เสาวรสมีการคายน้ำเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคสามารถยอมรับเยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสในปริมาณร้อยละ 60 ซึ่งเยลลี่เสาวรสดังกล่าวมีสมบัติทางกายภาพการยอมรับจากผู้บริโภคใกล้เคียงกับสูตรทางการค้ามากที่สุด และมีปริมาณน้ำตาลลดลงถึง 2.5 เท่า

คำสำคัญ : อิริทริทอล, น้ำตาลซูโครส, เยลลี่เสาวรส

Abstract

Jelly is a product that has a high in the composition of sucrose. Therefore, the product can caused adversely affect health. This research studied the effect of erythritol sweeteners instead of sucrose on the physical and sensory properties of passion fruit jelly. It was found that when 20, 40 and 60% of erythritol sweeteners were used, the resulting jelly texture was soft, bouncy, clear and firm the same as control formula ($p \geq 0.05$). While, adding erythritol sweeteners in the amount of 80 and 100% resulted soft texture of the jelly. In addition, the addition of erythritol sweeteners resulted in increased the water loss of passion fruit jelly, and passion fruit

jelly had increased water loss along 7-day storage duration. However, consumers could accept the 60% erythritol substitutes jelly and sucrose content of the jelly was also reduced by 2.5 times.

Keywords : Erythritol, sucrose, passion fruit jelly

บทนำ

เสาวรส เป็นผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปอเมริกาใต้แต่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั่วโลก สำหรับในประเทศไทยมีเสาวรสปลูกทั่วไป 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สีม่วง พันธุ์สีเหลือง และพันธุ์ผสม เสาวรสเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิดเช่น วิตามินซี แคลเซียม และฟอสฟอรัส (Silva et al., 2015) อย่างไรก็ตาม เสาวรสเป็นผลผลิตทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีความผันผวนทางด้านราคา จำหน่ายเป็นอย่างมากในช่วงฤดูที่มีผลผลิตเสาวรสขาดแคลนจะมีราคาแพงมาก แต่ในฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูกาลที่มีผลผลิตจำนวนมาก เสาวรสมีราคาเพียงกิโลกรัมละ 35 ถึง 50 บาท เท่านั้น ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกจะประสบปัญหาขายเสาวรสไม่คุ้มกับการลงทุน ตลอดจนเกิดปัญหาเน่าเสีย จึงได้มีการแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาด โดยนำเสาวรสมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำเสาวรสเข้มข้น เยลลี่เสาวรส เป็นต้น (อรดา และคณะ, 2560) เยลลี่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้ หรือทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ผ่านกรรมวิธีการหรือทำให้เข้มข้น หรือแช่แข็ง ซึ่งผ่านการกรองและผสมกับน้ำตาลทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ ทั้งนี้ให้รวมถึงเยลลี่ที่อยู่ในลักษณะแห้งด้วย (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2543) แต่ในผลิตภัณฑ์เยลลี่นั้น มีน้ำตาลซูโครสเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 15-70 (อุมาพร, 2556) หากรับประทานมากเกินไปจะส่งผลต่อปัญหาสุขภาพด้านต่างๆ ได้ (อุมาพร, 2556) อิริทริทอลเป็นวัตถุเจือปนอาหารประเภทน้ำตาลแอลกอฮอล์ ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหารและยา เนื่องจากความเหนียวทางเคมี ปลอดภัย และให้ความหวานที่มีรสชาติเหมือนน้ำตาลซูโครสมากที่สุด ทำให้สามารถนำไปปรุงแต่งหรือใช้เป็นส่วนประกอบอาหารหรือเครื่องดื่มให้รสชาติที่ใกล้เคียงกับการใช้น้ำตาลซูโครสมากที่สุด โดยมีระดับความหวานอยู่ที่ร้อยละ 60-70 ของน้ำตาลซูโครส แต่ไม่ให้พลังงาน (Sreenath et al., 2006) จึงไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด เหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน และผู้ที่ต้องการดูแลสุขภาพ รวมทั้งสามารถช่วยป้องกันฟันผุและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วนของเด็กด้วย การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่เสาวรส

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบและการผลิตเยลลี่เสาวรส

ทำโดยนำเสาวรสดพันธุ์สีเหลืองล้างทำความสะอาดผ่าผลเสาวรสออกเป็น 2 ส่วน ตักส่วนเนื้อ

ใส่ ในภาชนะ คั้นเอาส่วนน้ำและกรองด้วยผ้าขาวบาง บรรจุลงถุงพลาสติก โดยแบ่งเป็นถุงละ 100 กรัม จำนวน 50 ถุง (5,000 กรัม) และนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

ผลิตเยลลี่เสาวรสตามวิธีของ จาก Thai food recipe (2008) ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้คือ น้ำเสาวรส ร้อยละ 20 น้ำตาลซูโครสร้อยละ 15 คาราจีแนนร้อยละ 1 และน้ำเปล่าร้อยละ 64 โดยน้ำหนัก โดยมีขั้นตอนการทำเยลลี่ดังนี้คือ ผสมคาราจีแนนและน้ำตาลซูโครส ให้เข้ากัน จากนั้นนำมาใส่ในน้ำเสาวรสโดยแบ่งใส่ทีละชนิดและคนให้เข้ากันตลอดเวลา เทส่วนผสมลงในน้ำเปล่าที่มีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยมีการกวนตลอดเวลา จากนั้นให้ความร้อนของผสมจนอุณหภูมิถึง 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที เทใส่พิมพ์ที่เตรียมไว้ นำไปแช่เย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ได้ผลิตภัณฑ์เยลลี่เสาวรส วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้

ศึกษาผลของการใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนปริมาณน้ำตาลซูโครส

โดยใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนปริมาณน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์เยลลี่ปริมาณ ร้อยละ 20 40 60 80 และ 100 ตามลำดับ

ตัวอย่างที่ 1 (สูตรควบคุม) ร้อยละ 0 โดยใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครส 75 กรัม

ตัวอย่างที่ 2 ร้อยละ 20 โดยใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครส 60 กรัม และทดแทนด้วยสารให้ความหวาน อิริทริทอล 15 กรัม

ตัวอย่างที่ 3 ร้อยละ 40 โดยใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครส 45 กรัม และทดแทนด้วยสารให้ความหวาน อิริทริทอล 30 กรัม

ตัวอย่างที่ 4 ร้อยละ 60 โดยใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครส 30 กรัม และทดแทนด้วยสารให้ความหวาน อิริทริทอล 45 กรัม

ตัวอย่างที่ 5 ร้อยละ 80 โดยใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครส 15 กรัม และทดแทนด้วยสารให้ความหวาน อิริทริทอล 60 กรัม

ตัวอย่างที่ 6 ร้อยละ 100 ทดแทนสารให้ความหวานอิริทริทอล 75 กรัม

การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เยลลี่เสาวรส

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยนำตัวอย่างเยลลี่เวรส มาวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วย เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser Stable Micro Systems รุ่น TA-XT Plus) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ใช้หัววัด P/50 ทำการตั้งค่าความเร็วของหัววัดก่อนที่จะ ถึงตัวอย่าง 1.00 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วของหัววัดเมื่อถึงตัวอย่างซึ่งเป็นจุดที่หัววัดสัมผัสกับ ตัวอย่างเริ่มทำการทดสอบ 5.00 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วของหัววัดเมื่อหัววัดเคลื่อนที่ไป กลับยัง จุดเริ่มต้น 5.00 มิลลิเมตรต่อวินาที และใช้ความสูงของตัวอย่างร้อยละ 70 โดยวัดค่าความแข็ง (Hardness) ความสามารถในการเกาะติดผิววัสดุ (Adhesiveness) ความยืดหยุ่น (Springiness) การทนต่อการเคี้ยวได้ (Chewiness) และความเหนียวเป็นยางหรือกาว (Gumminess)

การวิเคราะห์ค่าสี เตรียมตัวอย่างโดยการนำเยลลี่เสาวรสมาดและนำมาบรรจุลง กล่องตัวอย่าง ทำการทดสอบด้วยเครื่องวัดสี Datacolor Check II Plus อ่านค่าในระบบ L* a* และ b* ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ประกอบด้วยค่า L* a* และ b*

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน ประเมินลักษณะสี กลิ่น รสชาติ ความชอบ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากระดับคะแนน 1-9 คะแนน (1 ชอบน้อยที่สุด และ 9 ชอบมากที่สุด)

การวิเคราะห์การคายน้ำ นำตัวอย่างเยลลี่เสาวรสไปแช่ในน้ำหนักเนื้อ และบันทึกเป็น น้ำหนักเริ่มต้น จากนั้นไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส เก็บไว้เป็นเวลา 7 วัน ใน ระหว่างเก็บรักษาต้องแช่ในน้ำหนักเนื้อเยลลี่ทุกวัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงในการคายน้ำของเยลลี่นำมา คัดร้อยละของการคายน้ำ โดยดัดแปลงจากวิธีของ Puvanenthira et al. (2002)

$$\text{ร้อยละของการคายน้ำ} = \frac{(\text{น้ำหนักเนื้อเยลลี่เริ่มต้น} - \text{น้ำหนักเนื้อเยลลี่ในแต่ละวัน}) \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อเยลลี่ในแต่ละวัน}}$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพวางแผนการทดสอบแบบ Completely Randomized Design (CRD) ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และข้อมูลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และการทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และนำข้อมูลค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New multiple Range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่เสาวรสที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าเยลลี่เสาวรสที่ทดแทนสารให้ความหวานอิริทริทอลร้อยละ 40 มีค่าความแข็ง 3030.00 g ค่าความยืดหยุ่น 0.70 ซึ่งใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ส่วนค่าการทนต่อการเคี้ยว ค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาว ค่าความสามารถในการเกาะติดผิววัสดุ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 นอกจากนี้การใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 20 40 60 80 และ 100 ทำให้เยลลี่เสาวรสมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสี เหลือง (b*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, ตารางที่ 2) โดยเยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลร้อยละ 80 มีค่า L* สูงที่สุด เท่ากับ 34.51 แสดงถึงมีความสว่างมากที่สุด และเยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลร้อยละ 20 40 และ 60 มีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่สูตรควบคุม มีค่า L* ต่ำที่สุดเท่ากับ 29.83 สำหรับค่าสีแดง (a*) พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยเยลลี่เสาวรสที่ทดแทนสารให้ความหวานอิริทริทอลร้อยละ 20 มีค่า a* สูงที่สุด เท่ากับ 2.69 และเยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลร้อยละ

ละ 40 60 และ 80 มีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่สูตรควบคุมและสูตรร้อยละ 100 มีค่า a^* ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.62 และ 0.84 ตามลำดับ สำหรับค่าสีเหลือง (b^*) พบว่าเยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลร้อยละ 80 มีค่า b^* สูงที่สุด เท่ากับ 12.60 และเยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลร้อยละ 20 40 60 และ 100 มีค่าใกล้เคียงกันกับสูตรควบคุม

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ พบว่า เยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสมีคะแนนการยอมรับรวมลดลงตามปริมาณสารให้ความหวานอิริทริทอลที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ตารางที่ 3) โดยเยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลร้อยละร้อยละ 20 และ 40 มีได้รับการยอมรับไม่แตกต่างกับเยลลี่เสาวรสสูตรควบคุม

ผลการคายน้ำของเยลลี่เสาวรสหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 7 วัน พบว่า การคายน้ำของเยลลี่เสาวรสจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารให้ความหวานอิริทริทอลที่ใช้ทดแทนน้ำตาลซูโครสตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน เช่น การเพิ่มสารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสจากร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 100 ส่งผลให้ค่าการคายน้ำของเยลลี่เสาวรสเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1.7 เป็น 4.3 (ในวันแรกของการเก็บรักษา) และเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 13.2 เป็น 28.5 (ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา) ตามลำดับ เยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลร้อยละ 100 มีค่าการคายน้ำมากที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p < 0.05$, ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 ลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครส ปริมาณต่างๆ

อิริทริทอล (ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำตาล)	ความแข็ง (Hardness) g	ความยืดหยุ่น (Springiness)	การทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ^{ns} g	ความเหนียวเป็นยางหรือ กาว(Gumminess) ^{ns} g
ตัวอย่างควบคุม	2553.16±965.82 ^a	0.97±0.15 ^a	652.17±443.17	720.42±525.06
20	2939.53±1231.96 ^a	0.64±0.20 ^b	830±433.19	1221.20±342.02
40	3030.00±492.49 ^b	0.70±0.11 ^{ab}	842±206.05	1184.29±105.80
60	3002.33±677.30 ^b	0.77±0.04 ^{ab}	936±420.46	1213.61±535.85
80	2426.20±717.17 ^b	0.68±0.08 ^{ab}	552.40±377.14	769.46±500.43
100	1938.56±426.95 ^b	0.69±0.24 ^{ab}	595.94±336.84	836.42±208.84

^{a,b,c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

ควบคุม หมายถึง เยลลี่เสาวรสที่ไม่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอล

ตารางที่ 2 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เยลลี่เสาวรสีที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสปริมาณต่างๆ

อิริทริทอล (ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำตาล)	ค่าสี		
	L*	a*	b*
ตัวอย่างควบคุม	29.83±0.05 ^f	0.62±0.02 ^e	10.24±0.02 ^d
20	32.89±0.01 ^b	2.69±0.03 ^a	9.87±0.05 ^f
40	32.64±0.10 ^c	1.69±0.06 ^b	10.76±0.01 ^c
60	32.57±0.07 ^d	1.64±0.02 ^b	9.95±0.01 ^e
80	34.51±0.01 ^a	1.04±0.03 ^c	12.60±0.08 ^a
100	30.05±0.04 ^e	0.84±0.01 ^d	11.35±0.09 ^b

^{a,b,c...} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวดิ่งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

ควบคุม หมายถึง เยลลี่เสาวรสีที่ไม่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอล

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่เสาวรสีที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสปริมาณต่างๆ

อิริทริทอล (ร้อยละโดย น้ำหนักน้ำตาล)	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ลักษณะปรากฏ	ความชอบ โดยรวม
ตัวอย่างควบคุม	6.60±1.25 ^{ab}	6.92±1.35 ^a	6.24±1.96 ^{ab}	6.64±1.43	6.88±1.45 ^{ab}	7.12±1.26 ^a
20	6.28±1.36 ^{bc}	6.04±1.51 ^{bc}	5.76±1.50 ^b	6.56±1.52	6.32±1.37 ^b	6.76±1.42 ^{ab}
40	5.96±1.30 ^c	5.48±1.50 ^c	5.93±1.57 ^b	6.60±1.60	6.88±1.39 ^{ab}	6.84±1.46 ^{ab}
60	7.08±1.22 ^a	6.88±1.12 ^a	6.84±1.46 ^a	6.52±1.32	7.12±1.36 ^a	6.16±1.84 ^{bc}
80	6.76±1.05 ^{ab}	6.48±1.35 ^{ab}	6.12±1.87 ^{ab}	6.24±1.58	6.52±1.89 ^{ab}	5.72±1.59 ^c
100	7.08±1.07 ^a	6.08±1.52 ^{bc}	5.76±1.78 ^b	6.40±1.32	6.44±1.47 ^{ab}	6.04±1.63 ^{bc}

^{a,b,c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวดิ่งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

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

ควบคุม หมายถึง เยลลี่เสาวรสีที่ไม่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอล

ตารางที่ 4 การคายน้ำของผลิตภัณฑ์เยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสปริมาณ
ต่างๆ

อิริทริทอล (ร้อยละโดย น้ำหนักน้ำตาล)	ร้อยละการคายน้ำ						
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7
ตัวอย่างควบคุม	4.22±0.02 ^{aG}	4.60±0.01 ^{bF}	4.70±0.04 ^{dE}	4.87±0.03 ^{fD}	5.52±0.02 ^{bC}	10.37±0.03 ^{eB}	11.92±0.02 ^{aA}
20	1.70±0.48 ^{dF}	2.48±0.03 ^{cE}	4.22±0.05 ^{dD}	6.99±0.01 ^{eB}	4.80±0.49 ^{bC}	12.45±1.72 ^{dA}	13.15±0.02 ^{dA}
40	2.29±0.03 ^{cG}	4.57±0.03 ^{bF}	6.14±1.16 ^{cE}	8.96±0.03 ^{bD}	12.41±0.01 ^{aC}	14.04±0.04 ^{cB}	18.14±0.12 ^{cA}
60	3.09±0.01 ^{bG}	5.35±0.01 ^{bF}	6.06±0.03 ^{cE}	8.53±0.26 ^{cD}	11.11±0.76 ^{aC}	15.64±0.15 ^{bB}	19.64±0.66 ^{bA}
80	3.23±0.03 ^{bF}	3.02±1.22 ^{cF}	7.10±0.02 ^{bE}	8.28±0.02 ^{dD}	11.96±0.05 ^{aC}	14.58±0.04 ^{bCB}	18.85±0.13 ^{bcA}
100	4.43±0.45 ^{aG}	7.68±0.02 ^{aF}	9.39±0.03 ^{aE}	12.04±0.11 ^{aD}	13.39±0.03 ^{aC}	17.48±0.07 ^{aB}	28.45±1.33 ^{aA}

^{a,b,c...} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

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

ควบคุม หมายถึง เยลลี่เสาวรสที่ไม่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอล

^{a-f} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{A-G} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุปผล

เยลลี่เสาวรสที่ใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสร้อยละ 20 และ 40 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม อย่างไรก็ตามการใช้สารให้ความหวานอิริทริทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสร้อยละ 40 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าร้อยละการคายน้ำสูงหลังจากที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. 2543.

(24 มกราคม 2544). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 118 ตอนพิเศษที่ 6 ง. หน้า 103

อรดา รวยจันทริต ลักษณะมี บุญภา เตือนเพ็ญ ได้เปรียบ และวราลักษณ์ ศิลาอ่อน. 2560. แยมเสาวรส. [ออนไลน์].

แหล่งข้อมูล: <http://thaiinvention.net/>. ค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2563.

อุมาพร อุประ. (2556). การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ลำไย. รายงานผลโครงการ
บริการวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Puvanenthira, A., R.P.W. Williams, and M.A. Augstin. 2002. Structure and visco-elastic properties of set yoghurt with altered casein to whey protein ratios. *International Dairy Journal*. 12: 383-391.

Silva, R. M., G.R. Placido, M.A.P. Silva, C.F.S. Castro, M.S. Lima, and M. Caliar. 2015. Chemical characterization of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) seeds. *African Journal of Biotechnology*. 14: 1230-1233.

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2566

Sreenath, K., P. Prabhasankar, and Y.P. Venkatesh. 2006. Generation of an antibody specific to erythritol, a non-immunogenic food additive. Food Additive Contaminant. 23: 861-869.

Thai food recipe. (2008). [ออนไลน์]. [แหล่งข้อมูล:

Thaifoodcookbook.blogspot.com/2008/07/blog-post. ค้นเมื่อ 17 สิงหาคม 2563

การทดสอบเมทิลแอนทรานิเลตต่อพฤติกรรมนก Testing Methyl Anthranilate to Bird Behavior

กฤติพงศ์ โคตประทุม¹ กาญจน์ คุ่มทรัพย์² และรุจิรา คุ่มทรัพย์^{3*}

Krittipong Khodprathum¹ Kan Khoomsab² and Ruchira Khoomsab^{3*}

¹ หลักสูตรสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11

ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

² หลักสูตรสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11

ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

³ หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11

ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

*Corresponding author E-mail: rupinkaew13@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

การทดสอบเมทิลแอนทรานิเลต Methyl Anthranilate (MA) เพื่อใช้ในการขับไล่นกเป็นสารเคมีไม่มีพิษ ไม่เกิดอันตรายต่อนกและ เป็นเพียงสารเคมีที่ให้กลิ่นฉุนที่นกไม่ชอบ จะมีผลโดยตรงต่อนกคือจะส่งผลกระทบต่อประสาทของนก เช่น เกิดอาการมึนเวียนศีรษะ การอาเจียน และการส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ใช้วิธีการศึกษาการทดลอง 2 รูปแบบคือ การฉีดพ่น และ ผสมกับอาหาร โดนการทดลองเริ่มขึ้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน พ.ศ.2565 สิ้นสุดการทดลองภายในเดือน ธันวาคม พ.ศ.2565 ผลการทดลองพบว่า ในการฉีดพ่นสารที่มีระดับความเข้มข้น 10% 30% 70% และน้ำเปล่าเป็นตัวควบคุมนั้น ในระดับความเข้มข้น 30% เป็นตัวส่งผลกระทบต่อมากที่สุด พฤติกรรมที่เกิดขึ้นต่อนกคือ มีอาการตื่นตระหนก การกระคายเคืองตา การหายใจที่ถี่ขึ้น

คำสำคัญ : การขับไล่ ผสมกับอาหาร ตื่นตระหนก หายใจถี่

Abstract

Methyl Anthranilate Methyl Anthranilate (MA) for bird repellent. It is chemicals not harmful to birds and It's just a chemical that gives a pungent odor that birds don't like. The direct effect on birds, namely will affect the nervous system of birds such as dizziness, head dizziness, vomiting, and respiratory effects Use two experimental methods: spraying and mixing with food. The experiment began on 15 September.2022 End of experiment within December 2022. The results showed that In spraying substances with a concentration of 10% 30% 70% and 0% water as the controller At a concentration level of 30% Is the most affecting birds Behavior that occurs to birds is with all-inclusive symptoms eye irritation faster breathing.

Keywords : Repellent mixed with food , unbowed , shortness of breath

บทนำ

ปัญหาที่เกิดจากการรบกวนที่มาจากนก การแทรกแซงการอยู่อาศัยของผู้คนและนกก็ได้มีการเกิดขึ้นมานานหลายปี ปัญหาส่วนใหญ่มักเกิดจากความสับสนกันที่นั่นจากการถ่ายมูล และฝุ่นที่เกิดจากการกระพือปีกและยังก่อให้เกิดมลภาวะด้านกลิ่น ซึ่งอาจเป็นพาหะนำโรคไปสู่คน ไม่ว่าจะเป็นตัวไรที่มาจากนก หรือจะเป็นพยาธิไวรัสตัวอักเสบบี รวมถึงการเกิดไข้หวัดนกเป็นโรคที่ร้ายแรงอาจนำไปสู่การสูญเสียได้ นอกจากนี้จะสร้างความรำคาญและนำเชื้อโรคแล้ว การถ่ายมูลที่ก่อให้เกิดความสับสนที่ส่งกลิ่นเหม็น และยังสร้างความเสียหายให้ต่อสิ่งก่อสร้าง วัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้ต่างๆ เนื่องจากในมูลนกที่เห็นเป็นสีขาวนั้น จะมีกรดยูริกซึ่งจะสามารถกัดกร่อนโลหะ ทำให้เกิดสนิมได้อีกด้วย (มงคล ไชยภักดี วัลยาไชยภักดี.2552.)

การขับไล่นกมีหลายวิธีการใช้อุปกรณ์ที่เสียงดัง หรือกระทั่งการกำจัดนก แต่ทว่าการไล่นกด้วยวิธีการใช้สารเคมีหรือสารสังเคราะห์ Methyl Anthranilate (MA) แต่โดยทั่วไปการใช้สารเคมีไล่นกก็ไม่ได้มีประสิทธิภาพมากพอในการลดความเสียหายได้ เนื่องจากในการใช้สารเคมีมักจะใช้ได้ในระยะสั้นๆ เนื่องจากกลิ่นจะระเหยหมดไปในระยะเวลาสั้นๆ (มงคล ไชยภักดี วัลยาไชยภักดี, 2552) Methyl Anthranilate (MA) เป็นสารปรุงแต่งรสอาหารของมนุษย์และได้ขึ้นทะเบียน GRAS (Generally recognized as safe) (Jenner et al, 1964; Code of Federal Regulations, 1988) และยังมีคุณสมบัติเป็นสารขับไล่นก ที่ปัจจุบันได้รับการจดทะเบียนสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาเพื่อใช้เป็นสารขับไล่นก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ประเมินประสิทธิภาพในการใช้ Methyl Anthranilate ต่อปฏิกิริยาของนกพิราบเพื่อเป็นแนวทางในการขับไล่นกที่มีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ดำเนินการศึกษาพฤติกรรมของนกพิราบ ณ ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ตั้งแต่วันที่ 15 กันยายน พ.ศ.2565 ถึง 1 ตุลาคม พ.ศ.2565 หลังจากการเฝ้าดูพฤติกรรมผ่านไป 15 จึงได้ทำการสุ่มดักจับนกพิราบมา 4 ตัว ใช้ในการทดลอง (MA) เพื่อการทดสอบที่สมบูรณ์แบบ จึงได้สร้างกรงขนาด 1.50 X 2.50 เมตร จำลองสถานที่อยู่อาศัยของนกให้ใกล้เคียงที่สุด และให้กินอาหารธัญพืชเพื่อลดความเครียดของนก เป็นเวลา 1 เดือน ช่วงระหว่างรอการปรับตัวของนก ได้จัดรูปแบบในการทดลองเป็น 2 รูปแบบคือ 1. การฉีดพ่น (MA) โดยตรงใส่นก 2. การผสม (MA) ลงในอาหารให้กิน อัตราส่วนการเจือจาง (MA) ต่อ น้ำเปล่า ในการศึกษานี้คือ 100 มิลลิลิตร โดยอัตราส่วนคือ 70% : 30% , 30% : 70% , 10% : 90% และน้ำเปล่าอย่างเดียว ให้เป็นตัวควบคุม แบ่งการทดลองชุดความเข้มข้นละ 4 ครั้ง โดยจะเริ่มพ่นจาก น้ำเปล่า > 10% > 30% > 70%ตามลำดับจนครบ 4 ครั้ง การทดลอง ในส่วนการผสมอาหารให้กินก็ทำเช่นเดียวกัน

หลังจาก 1 เดือนพ้นระยะการปรับตัวของนก วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2565 เริ่มทำการฉีดพ่นสารไล่นก โดยตรง แล้วสังเกตพฤติกรรมการต่อต้านที่เกิดขึ้นจากหลังได้รับการฉีดพ่น บันทึกข้อมูลด้วยการแบ่งกลุ่มจากพฤติกรรมการต่อต้านของนก ออกมาสามกลุ่มหลักๆคือ น้อย กลาง และมาก และช่วงเวลาที่ฉีดพ่น (MA) เนื่องจากจะมีผลการออกฤทธิ์ในเวลาสั้นๆ ที่มีผลต่อกัน (มงคล ไชยภักดี วัลยาไชยภักดี.2552.) พักการฉีดพ่น

(MA) ใส่ครั้ง 1 ชั่วโมง 30 นาที และทำการฉีดพ่นความเข้มข้นครั้งต่อไปตามลำดับจนครบทุกความเข้มข้น ซึ่งจะเว้นระยะการฉีดพ่นการทดลองละ 1 นับจากการทดลองครั้งที่ 1 เสร็จสิ้น ทำแบบนี้ไปจนครบทั้ง 4 ครั้งการทดลอง การฉีดพ่นสารได้เสร็จในวันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ.2565

ส่วนการทดสอบ (MA) ลงในอาหาร ซึ่งก็ใช้รูปแบบการทดลองคล้ายกันกับการฉีดพ่น ต่างกันตรงที่จะมีการแบ่งเขตพื้นที่ของใครของมัน เพื่อจะได้งานต่อการเก็บบันทึกข้อมูล การเก็บบันทึกข้อมูลในการทดลองนี้จะเป็นรูปการสร้างตารางบันทึกประมาณน้ำหนักอาหารที่นกกินไปจะได้งานต่อการคำนวณ ซึ่งจะเป็นการทดลองหนึ่งความเข้มข้นต่อหนึ่งวันของแต่ละการทดลอง โดยชั่งน้ำหนักอาหารก่อนให้นกกินคือ 40 กรัมต่อหนึ่งวันต่อหนึ่งตัว เริ่มจากอาหารที่ยังไม่มีผสม (MA) ใส่ไปจนครบทุกความเข้มข้น การทดลองครั้งแรกเริ่มวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ.2565 – 18 ธันวาคม พ.ศ.2565 เวลา 9.00 น.เริ่มให้อาหาร 17.30 น. เก็บบันทึกข้อมูลด้วยการนำอาหารที่เหลือไปชั่งน้ำหนักว่าเหลือเท่าไรแล้วค่าว่าระหว่างวัน นกได้กินอาหารไปเท่าไร ทำแบบเดียวกันไปจนครบทุกการทดลอง การทดลองครั้งสุดท้ายสิ้นสุดลงในวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ.2565

ผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของ (MA) ในการขับไล่แมลง หรือยับยั้งความเสียหายที่เกิดจากนก จากผลการทดลองศึกษาจากการสุ่มจับนกมาทดลองทั้งหมด 4 ตัวมาทดลองกับ (MA) ทั้งสี่ความเข้มข้น และอีกหนึ่งตัวแปรคือ น้ำเปล่า ตามลำดับ ผลที่ได้จากการทดลองฉีดพ่นสาร ถูกบันทึกออกมาในรูปแบบการประเมินตามลักษณะทางกายภาพพฤติกรรมต่อต้านในแต่ละความเข้มข้นของ (MA) ซึ่งมีผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละความเข้มข้น ซึ่งตารางจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ (MA) ใช้ในการขับไล่แมลงถึงแม้เป็นเพียงระยะเวลาสั้นๆ

(ตารางที่ 1) จะเห็นว่า (MA) ที่ 30% จะได้ประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากสารที่มีการออกฤทธิ์และมีผลต่อนกอยู่ในช่วงเวลาที่นานกว่า ใน (ตารางที่ 1) จะสังเกตเห็นว่าระดับ (MA) ที่ 30% จะมีผลต่อนกมากกว่า (MA) ที่ 70% ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาการจดจำและเรียนรู้ของนก ผลการทดลองครั้งต่อมา (ตารางที่ 2) จะเห็นว่า น้ำเปล่า และ (MA) ที่ 10% นั้นยังคงมีระดับพฤติกรรมต่อต้านเท่าเดิมอยู่ ต่างจาก (MA) ความเข้มข้นที่ 70% สามารถสร้างผลกระทบต่อกันได้ดีกว่าการกระทำต่อครั้งแรก ผลการทดลองครั้งที่สามจะเห็นอาการของนกเริ่มลดน้อยลง จึงได้มุ่งเน้นมาที่เวลาต่อการออกฤทธิ์ของสารดังในตารางที่เห็น (ตารางที่ 3) การฉีดพ่น (MA) ในความเข้มข้นที่ 10% และ 70% มีผลที่กระทำต่อนกลดลง ซึ่งอาจจะหมายถึงการเรียนรู้และจดจำของนกที่โดนกระทำในสองรอบก่อนหน้า จึงมีการดื้อสารก็เป็นได้ ผลการทดลองครั้งสุดท้ายพบว่าฤทธิ์ของสาร (MA) เริ่มกลับมามีผลกระทบต่อกันมากขึ้นอีกครั้งได้จากพฤติกรรมต่อต้านนกที่เพิ่มมากขึ้น และเวลาที่เพิ่ม (ตารางที่ 4) อาจสืบเนื่องมาจากการโดนสาร (MA) สะสมจากการทดลองและได้ทำให้นักแสดงอาการออกมาอย่างเด่นชัดมากขึ้นถึงแม้เป็นเป็นช่วงเวลาสั้นๆก็ตาม

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของ (MA) ในการทดลองทุกระดับความเข้มข้นครั้งที่ 1

ครั้งที่	ความเข้มข้น	พฤติกรรม	ระดับพฤติกรรมการต่อต้านของนก		
			มาก	กลาง	น้อย
1	น้ำเปล่า	มีอาการสลัดหัว 1 นาทีต่อมาอาการเริ่มนิ่งไป			/
	10%	มีการตื่น ขนคอตั้งพอง 3 นาทีต่อมาอาการเริ่มนิ่งไป		/	
	30%	มีการตื่น ผ่านไป 2 นาทีเริ่มสลัดหัวบ่อย กระพริบตาถี่ ผ่านไป 5 นาทีมีการกระพือปีกและนิ่งไป	/		
	70%	มีการระคายเคืองตาสังเกตจากการกระพริบตาบ่อย กระวนกระวาย ขนคอตั้งพอง 1 นาทีผ่านไปเริ่มนิ่ง		/	

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ (MA) ในการทดลองทุกระดับความเข้มข้นครั้งที่ 2

ครั้งที่	ความเข้มข้น	พฤติกรรม	ระดับพฤติกรรมการต่อต้านของนก		
			มาก	กลาง	น้อย
2	น้ำเปล่า	มีอาการขยับตัวนิดหน่อย หลังจาก 1 นาทีเริ่มนิ่งไป			/
	10%	มีการสลัดหัวบ่อย และขนคอตั้งพอง กระพริบตาถี่เป็นครั้งคราวผ่านไป 3 นาทีเริ่มนิ่งไป		/	
	30%	มีการตื่น สลัดหัวบ่อย และมีอาการระคายเคือง 5 นาทีเริ่มนิ่งไป	/		
	70%	มีการระคายเคืองอย่างหนัก กระพริบตาถี่ 5 นาทีเริ่มนิ่งไป	/		

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ (MA) ในการทดลองทุกระดับความเข้มข้นครั้งที่ 3

ครั้งที่	ความเข้มข้น	พฤติกรรม	ระดับพฤติกรรมต่อต้านของนก		
			มาก	กลาง	น้อย
3	น้ำเปล่า	มีการสลัดหัวเล็กน้อย ในเวลาไม่ถึง 1 นาที			/
	10%	มีการกระพริบตาเล็กน้อย 2 นาทีเริ่มนิ่งไป			/
	30%	มีการสลัดหัวบ่อยและระคายเคืองตา 5 นาทีเริ่มนิ่งไป	/		
	70%	ขนคอต้งพองและมีการระคายเคืองตาเล็กน้อย 4 นาทีเริ่มนิ่งไป		/	

ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ (MA) ในการทดลองทุกระดับความเข้มข้นครั้งที่ 4

ครั้งที่	ความเข้มข้น	พฤติกรรม	ระดับพฤติกรรมต่อต้านของนก		
			มาก	กลาง	น้อย
4	น้ำเปล่า	ขนคอต้งพอง และนิ่งไปใน 1 นาทีต่อมา			/
	10%	ขนคอต้งพอง สลัดหัว กระพริบตาถี่ กระพือปีก บางครั้ง อาการเริ่มไปในนาทีที่ 4		/	
	30%	ขนคอต้งพอง สลัดหัวบางครั้ง กระพริบตาถี่ขึ้น และมีอาการกระหายน้ำเนื่องจากกินน้ำมาก ผิดปกติ มีอาการนานถึง 7 นาที	/		
	70%	ขนคอต้งพอง มีอาการสลัดหัว กระพือปีก ระคายเคือง เริ่มนิ่งไปในนาทีที่ 5	/		

วิจารณ์ผล

ไม่ว่านก หรือ สัตว์ชนิดต่างๆที่สร้างความเสียหายก่อคน มนุษย์ก็จะคิดค้นวิธีต่างๆมาเพื่อยับยั้ง ป้องกัน โดยการถูกสร้างขึ้นจากการศึกษาพฤติกรรมของนก เพื่อจะได้คิดค้นวิธีการป้องกันยับยั้งนกได้ถูกจุดหรือให้ได้วิธีการทางกายภาพที่เกิดผลที่สุด การติดตั้งสิ่งกีดขวางเพื่อป้องกันการรุกรานของนก หรือการใช้สัตว์ตระกูลธรรมชาติ ใช้สัตว์เลี้ยงในการช่วยไล่คน หรือใช้วิธีการใช้สารเคมีเป็นตัวช่วย เป็นอีกหนึ่งวิธี แต่ถ้าหากการใช้สารเคมีไล่ไม่ได้ประสิทธิภาพมากพอในการลดความเสียหาย สอดคล้องกับงานวิจัย ที่เห็นได้โดยชัดเจนว่าการใช้สารเคมีสังเคราะห์ หรือ (MA) นั้น ออกฤทธิ์เพียงในระยะเวลาสั้นๆ ถ้าเป็นเพียงแค่การฉีดพ่นแค่ภายนอก ใน

การศึกษาครั้งไม่ใช่เป็นการศึกษาครั้งในการใช้ (MA) ซบไล่นก ยังมีการศึกษาอื่น ๆ ที่มีการศึกษาอาจจะด้วยวิธีการทดลอง เทคนิคแบบแผนการเก็บข้อมูล (Avery et al., 1997) หลังจากจบการทดลองนกที่เราได้นำมาทดลอง ก็ได้รับการบำบัดก่อนที่จะถูกปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ โดยไม่มีการสูญเสีย ทั้งนี้ทั้งนั้นไม่ว่าจะอย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งก็ได้ประสบความสำเร็จมากขึ้นหนึ่ง ข้อเสนอแนะแนวทางในการดำเนินการครั้งต่อไปคือ การสร้างสถานที่อยู่อาศัยจำลองให้แก่นกที่ใช้ในการทดลองควรทำให้มีลักษณะใกล้เคียงแหล่งที่อยู่แบบธรรมชาติที่สุด เพื่อลดความเครียดของนก

สรุปผล

ผลของเมทิลแอนทราควิโนนต่อพฤติกรรมของนกพิราบ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเมทิลแอนทราควิโนน ในอัตราส่วนที่เข้มข้นจะทำให้นกพิราบมีปฏิกิริยาต่อการได้รับเมทิลแอนทราควิโนนด้วยการฉีดยาเป็นละอองน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- มงคล ไชยภักดี และวัลยา ไชยภักดี, 2552. แนวทางในการป้องกันการรบกวนจากนกพิราบ. หน้า 185-194. ใน ผลงานวิจัย และรายงานความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2551. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนัก อนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ
- Avery, M.L., Humphrey, J.S., Decker, D.G., 1997. Feeding deterrence of anthraquinone, anthracene and anthrone to rice-eating birds. *J. Wildl. Manage.* 61, 1359-1365.
- Avery, M.L., Humphrey, J.S., Primus, T.M., Decker, D.G., McGrane, A.P., 1998. Anthraquinone protects rice seed from birds. *Crop Protect.* 17, 225-230
- Knittle, C.E., Porter, R.D., 1988. Waterfowl damage and control methods in ripening grain: an overview. US Dep. of the Interior, Fish and Wildl. Ser. Tech. Rep. 14. Washington, DC, 17 pp.
- Swengel, S.R., Carpenter, J.W., 1996. General husbandry. In: Ellis, D.H., Gee, G.F., Mirande, C.M. (Eds.), *Cranes: Their Biology, Husbandry, and Conservation*. US Department of the Interior, National Biological Service, and the International Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin, pp. 31-44

การสำรวจการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรในพื้นที่ตำบลท่าหิน

อำเภอสะทิงพระ จังหวัดสงขลา

A survey of utilization of medicinal plants in Tahin Subdistrict, Sathingpra District, Songkhla Province

ณัฐวาท บุญรัตน์^{1*} ธนพร อิศระทะ¹ กฤษณ์วรา รัตนโสภาส¹ นพมาศ ร่มเกตุ¹

Nathawarot Boonrattana^{1*} Thanaporn Issarata¹ Kritwara Rattanaopas¹ Nopamas Romkat¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

¹ Faculty of Science & Technology, Songkhla Rajabhat University, Thailand 90000

*Corresponding author E-mail: nathawarot.bo@skru.ac.th

บทคัดย่อ

การสำรวจชนิดพืชสมุนไพรประจำถิ่นเป็นการศึกษาเชิงสำรวจการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรในด้านการประกอบอาหารและยา ในชุมชนตำบลท่าหิน อำเภอสะทิงพระ จังหวัดสงขลา เป็นการวิจัยแบบผสม (Mixed methods research) ทั้งการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ โดย (1) การสัมภาษณ์เชิงลึกแบบไม่มีโครงสร้าง (Non-Structured interview) (2) ใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) และ (3) ศึกษาวิจัยเอกสาร (Documentary research) จากผลการวิจัยพบว่า พืชสมุนไพรทั้งสิ้น 191 ชนิด 52 วงศ์ ปลูกมากที่สุดคือ วงศ์ Zingiberaceae จำนวน 15 ชนิด รองลงมาวงศ์ Fabaceae จำนวน 7 ชนิด และวงศ์ Euphorbiaceae จำนวน 5 ชนิด และพืชที่พบการใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ ตะไคร้ จำนวน 24 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 6.38 กะเพรา จำนวน 19 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 4.52 ข่า จำนวน 16 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 4.26 มะกรูด และโหระพา จำนวน 15 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 3.99 ซึ่งเป็นสมุนไพรที่มีรสเผ็ดร้อน มีสรรพคุณช่วยในแก้ท้องอืด ขับลมในลำไส้ ช่วยย่อยอาหาร ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นการช่วยเผยแพร่คุณค่าของพืชสมุนไพรตามวิถีพื้นบ้านชุมชนตำบลท่าหินแห่งคาบสมุทรสทิงพระ จังหวัดสงขลา

คำสำคัญ : พืชสมุนไพร ประโยชน์ของพืช คาบสมุทรสทิงพระ

Abstract

The survey of local herbal types was an exploratory study of the utilization of medicinal plants in food and medicine in Tahin Sub-district, Sathingpra District, Songkhla Province. The research is applied research. The researcher uses a mixed method: a non-structured interview, questions, and a qualitative method. The results showed that there were 191 species and 52 families. The highest species of the family in this area were Zingiberaceae (15 species), Fabaceae (7 species), and Euphorbiaceae (5 species), respectively. Herbal showed that such as Lemon grass: 24 sources were 6.38 percent, holy Basil: 19 sources were 4.53 percent, Galangal:

16 sources were 4.26 percent, Kaffir lime, and Thai basil: 15 sources were 3.99 percent. The local herbal with hot flavors and properties to help expel flatulence and help the digestive system. This study was to help disseminate the value of medicinal plants according to the local community of Tha Hin Sub-district of Sating Phra Peninsula, Songkhla province.

Keywords : herbal, Plant Benefits, Sating Phra Peninsula

บทนำ

แผนแม่บทแห่งชาติ ว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทยฉบับที่ 1 พ.ศ.2560-2564 ในส่วนของยุทธศาสตร์ที่ 3 ส่งเสริมการใช้สมุนไพรเพื่อรักษาโรคและการสร้างเสริมสุขภาพ ในมาตรการที่ 5 การใช้สมุนไพรในการส่งเสริมสุขภาพ และการป้องกันโรค ซึ่งมีแนวทางการดำเนินการโดยการส่งเสริมให้ชุมชนและเครือข่ายภูมิปัญญาท้องถิ่นสำรวจสมุนไพรประจำถิ่นและจัดทำระบบข้อมูลสำหรับคุ้มครองภูมิปัญญาในชุมชน เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบสุขภาพในชุมชนด้านการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค และเป็นการส่งเสริม อนุรักษ์สมุนไพรในท้องถิ่นให้คงอยู่ รวมถึงสามารถช่วยให้คุณภาพชีวิตของคนชุมชนดีขึ้นซึ่งชุมชนตำบลท่าหิน มีหมู่บ้าน 9 หมู่ ชาวบ้านในชุมชนนี้จะประกอบอาชีพทำนาแบบพื้นบ้านเป็นอาชีพหลัก อาชีพปลูกพืชผัก เลี้ยงสัตว์ และอาชีพการขึ้นตาลเป็นอาชีพที่มีผลผลิตของตาลโตนดที่สำคัญ มี 2 อย่าง คือ น้ำตาลและลูกตาล นอกจากนี้ด้วยลักษณะภูมิประเทศมีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มติดทะเลสาบสงขลา ชาวบ้านจึงมีอาชีพประมงพื้นบ้าน และมีการแปรรูปอาหารทะเล นอกจากนี้ยังมีการท่องเที่ยวชุมชนตามวิถีซึ่งมีการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น สมุนไพรในครัวเรือน เพื่อประกอบอาหารให้นักท่องเที่ยวเป็นเอกลักษณ์ หมู่บ้านวิถีชีวิต โหนด นา เล ให้แก่นักท่องเที่ยวสะท้อนให้เห็นถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นในการดูแลสุขภาพด้วยสมุนไพรในครัวเรือน จากการทบทวนวรรณกรรมมีการสำรวจพืชพรรณสมุนไพรที่ใช้ในดูแลสุขภาพ การประกอบอาหาร ในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย แต่ยังไม่มีการศึกษาพื้นที่ตำบล ท่าหิน อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ผู้วิจัยจึงสนใจสำรวจ สมุนไพร ผักพื้นบ้าน โดยข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบชนิดของสมุนไพรที่ใช้จริงและการใช้ประโยชน์ในการประกอบอาหารและยาของชุมชน เป็นการสนับสนุนให้มีการใช้พืชที่มีสรรพคุณทางยาในชุมชนต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่สำรวจในพื้นที่ตำบลท่าหิน อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา จำนวนหลังคาเรือน 929 หลังคาเรือน ประชากรในพื้นที่จำนวน 3,988คน ผู้สูงอายุจำนวน 1,027 คน โดยการสำรวจพืชสมุนไพร จำนวนร้อยละ 20 โดยการสำรวจทั้งหมด 280 หลังคาเรือน

2. การเก็บข้อมูล

2.1 การเก็บข้อมูลเป็นการศึกษาเชิงสำรวจโดยใช้แบบสอบถามกึ่งโครงสร้าง

2.2 การสัมภาษณ์เชิงลึกแบบไม่มีโครงสร้าง (Non-Structured interview) และนำข้อมูลที่ได้จากหลายแหล่งข้อมูลมาประมวลผลเพื่อยืนยันข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด คำถามจะประกอบไปด้วยชื่อพื้นที่บ้านของผักพื้นบ้าน, กระบวนการก่อนนำมาใช้ประโยชน์, ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์, การนำไปใช้ประโยชน์

3. วิธีการดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ระบุตำแหน่งในพื้นที่ โดยการสอบถามคนในชุมชนและผู้นำชุมชน หรืออาสาสมัครชุมชนในพื้นที่ทุกคนที่ถูกระบุชื่อจะถูกสัมภาษณ์ทั้งหมด และการลงสำรวจทรัพยากรในพื้นที่ร่วมกันกับทีมนักวิจัย

3.2 เก็บตัวอย่างพันธุ์พืชโดยการอัดตัวอย่างแห้ง (Herbarium) ทั้งนี้จะต้องระบุ label เพื่อระบุพืชที่พบและระบุตำแหน่ง GPS

3.3 นำตัวอย่างพืชที่ได้จากข้อ 3 ไปใช้ในการพิสูจน์อัตลักษณ์ของพืช จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดผ่านกระบวนการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด

3.4 ระบุชนิดพืชในเชิงวิทยาศาสตร์ จัดจำแนกกลุ่ม และตรวจสอบชนิดพืชโดยเทียบกับตัวอย่างพรรณไม้ที่เคยมีรายงานทั้งกับพรรณไม้แห้งใช้ฐานข้อมูลหอพรรณไม้ ฐานข้อมูลพันธุ์ไม้สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

3.5 วิธีการระบุสรรพคุณสมุนไพรจากคำบอกเล่ามาเปรียบเทียบข้อมูลรสรยา สรรพคุณยาไทย ด้านแพทย์แผนไทย ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชเวชกรรม โดยกองการประกอบโรคศิลปะสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข และข้อมูลทางโภชนาการ

ผลการวิจัย

จากการลงพื้นที่ตำบลท่าหิน อำเภอสีทิงพระ จังหวัดสงขลา จำนวน 9 หมู่ โดยผู้ให้ข้อมูลเป็นคนในชุมชนและผู้สูงอายุที่อยู่บ้าน จากการสำรวจพบสมุนไพร ผักพื้นบ้านทั้งสิ้น 52 วงศ์ 191 ชนิด ได้แก่ ZINGIBERACEAE 15 ชนิด FABACEAE 7 ชนิด EUPHORBIACEAE 5 ชนิด ACANTHACEAE 5 ชนิด AMARYLLIDACEAE, PIPERACEAE, LAMIACEAE, PALMAE อย่างละ 4 ชนิด ANACARDIACEAE, MORACEA, RUTACEAE, SOLANACEAE, UMBELLIFERAE 3 ชนิด และอย่างละ 1 ชนิด คือ APIACEAE, APOCYNACEAE, ARALIACEAE, ARECACEAE, ASPHODELACEAE, ASTERACEAE, AVERRHOACEAE, BORAGINACEAE, BRASSICACEAE, CACTACEAE, CARICACEAE, CLUSIACEAE, COMMELINACEAE, COMPOSITAE, CONVOLVULACEAE, CUCURBITACEA, CUCURBITACEAE, DIPTEROCARPACEAE, GRAMINAE, GUTTIFERAE, LABIATAE, LECYTHIDACEAE, LYTHRACEAE, MALVACEAE, MELIACEAE, MUSACEAE, MYRSINACEAE, MYRTACEAE, PANDANACEAE, POACEAE, POLYGONACEAE, RUBIACEAE, SAPOTACEAE, VITACEAE, VITIDACEAE,

พืชที่มีจำนวนการปลูกจำนวนมากและการใช้ประโยชน์เป็นยาและอาหารได้ พบว่า ตะไคร้ จำนวน 24 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 6.38 กะเพรา จำนวน 19 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 4.52 ข่า จำนวน 16 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 4.26 มะกรูด จำนวน 15 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 3.99 โหระพา จำนวน 15 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 3.99 ยอ จำนวน

14 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 3.72 ชะพลู จำนวน 12 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 3.19 ว่านหางจระเข้ จำนวน 10 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 2.66 มะนาว จำนวน 9 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 2.39 พลู จำนวน 8 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 2.13 ตำลึง จำนวน 7 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 1.86 เสลดพังพอน จำนวน 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 1.60 ขมิ้นขาว บัวบก ผักหวาน พริก และฟ้าทะลายโจร อย่างละจำนวน 5 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 1.33 และพืชอื่นๆอย่างละ 1 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 0.27 และการเปรียบเทียบข้อมูลรศยาและสรรพคุณยาไทย และข้อมูลทางโภชนาการ ดังแสดงในตาราง ที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบสรรพคุณสมุนไพร ผักพื้นบ้านกับรศยาและโภชนาการ

สมุนไพร	สรรพคุณจากชาวบ้าน	รศตัวยาสสมุนไพร	ข้อมูลทางโภชนาการ
ตะไคร้แกง วงศ์ POACEAE (วงศ์หญ้า)	- ทำเครื่องแกงเหลือง ผัดเผ็ด ต้มหมึก ยาสมุนไพร - น้ำต้มตะไคร้ ขับปัสสาวะ แก้โรคทางเดินปัสสาวะ แก้ท้องอืด แก้จุกเสียด แน่นท้อง ขับลมในลำไส้ - ใบแห้งใช้ไล่วุง	ลำต้น รสหอมปร่า บำรุงไฟธาตุ แก้โรค ทางเดินปัสสาวะ ขับลมในลำไส้ เจริญอาหาร ช่วยย่อยอาหารใน กระเพาะ	ช่วยแก้อาการเบื่ออาหาร ทำให้เจริญอาหาร ช่วย ย่อยอาหาร ทำให้ระบบ ย่อยอาหารทำงานได้อย่าง มีประสิทธิภาพเนื่องจาก ระบบทางเดินอาหารใน ผู้สูงอายุทำงานลดลง เยื่อบุทางเดินอาหารเสื่อม การกินตะไคร้สามารถช่วย ลดปัญหานี้ได้
กะเพรา วงศ์ LAMIACEAE	ทำอาหาร ผัดกับไก่ ผัดกับ หมึก ทอดกรอบ น้ำใบกะเพรา แก้ท้องอืด ขับลมในลำไส้	ใบ รสเผ็ดร้อน รักษาท้องอืดเพื่อ ในเด็ก ธาตุไม่ปกติ ขับผายลมในเด็ก แก้เสมหะเหนียว	บรรเทาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด ซึ่งเกิดขึ้นได้ ในผู้สูงอายุ ที่มีระบบทางเดินอาหารมี การดูดซึมอาหารลดลง การเคลื่อนไหวของหลอด อาหารลดลง จนทำให้ ระยะเวลาที่อาหารผ่าน หลอดอาหารช้าลง การกิน กะเพราสามารถช่วยลด ปัญหาท้องอืดท้องเฟ้อได้
ข่า วงศ์ ZINGIBERACEAE	ทำต้มไก่ แกงป่าปลา เนื้ออ่อน แก้ลมพิษ แก้ผื่นคัน	เหง้า รสเผ็ดปร่า รักษาโรคผิวหนัง บำรุงกระเพาะอาหาร	เป็นยาแก้ท้องขึ้น ท้องอืด เพื่อ ขับลมสรรพคุณคล้าย กับ กระเพรา ดังนั้น

สมุนไพร	สรรพคุณจากชาวบ้าน	รสตัวยาสมุนไพร	ข้อมูลทางโภชนาการ
	แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ ขับลมในลำไส้	แก้ปวดกระเพาะ อาหาร แก้ท้องอืด	การกินข้าของผู้สูงอายุจึง ช่วยลดปัญหาท้องอืด ท้องเฟ้อขับลมในลำไส้ได้
มะกรูด วงศ์ RUTACEAE	ใบมะกรูด ทำตำมยาปลา ลูกมะกรูดใช้ล้างมือคาว ปลา ใช้สระผมลดคราบมัน ได้ดี	รสขมเล็กน้อย ใบ ช่วยขับลมในลำไส้ ผล แก้เสมหะใน ลำคอ ฟอกโลหิตระดู แก้ น้ำลายเหนียว	ผิวจากผลมะกรูด เป็นยา ขับลมในลำไส้ แก้แน่น ท้อง และยังเป็นยาบำรุง หัวใจ ซึ่งระบบการ ไหลเวียนเลือดในผู้สูงอายุ ประสิทธิภาพการทำงาน ลดลง โดยเฉพาะหัวใจมี กำลังการหดตัว และอัตรา การเต้นของหัวใจลดลง
โหระพา วงศ์ LABIATAE	ผัดกับหมู ใส่แกง ใส่ต้ม แซบปลา ต้มโคล้ง แก้ท้องอืด ช่วยเจริญ อาหาร ต้มพอกแก้ปวดเข่า แก้เซ็ด	รสสุขุม ขับลม ทำให้เจริญ อาหาร จุกเสียดแน่น ท้องเสีย	มีสรรพคุณขับลม ทำให้ เจริญอาหาร ช่วยปัญหา ให้ผู้สูงอายุที่มีปัญหาช่อง ปาก ปากแห้ง รับประทานอาหาร ไม่มีพินเคี้ยวอาหารซึ่งทำ ให้เบื่ออาหาร
ยอบ้าน วงศ์ RUBIACEAE	ใช้ไล่แมลงหมักกับยาเส้น ดองกับน้ำตาลเป็นยาแก้ ปวดท้องประจำเดือน	รสขมเล็กน้อย ผลยอบแก้ไอเจียน ขับลม บำรุงธาตุ	ใบยอบมีวิตามินเอ 40,000 กว่ายูนิทสากลต่อ 100 กรัม ช่วยในการบำรุง สายตา หัวใจ สำหรับใบใช้ ปรุงเป็นอาหาร แก้ ท้องร่วง รากใช้เป็นยา ระบาย สำหรับระบบขับถ่ายใน ผู้สูงอายุ มีการเคลื่อนไหว ของลำไส้ลดลง ทำให้เกิด ท้องผูก ถ่ายอุจจาระ ยากลำบากต้องใช้เวลาแบ่ง อุจจาระแข็ง รู้สึกเหมือน

สมุนไพร	สรรพคุณจากชาวบ้าน	รสดัวยาสสมุนไพร	ข้อมูลทางโภชนาการ
			ยังถ่ายไม่หมด การใช้ยอ ปรุงเป็นอาหารจึงลด ปัญหาเหล่านี้ได้
ชะพลู วงศ์ PIPERACEAE	ใส่แกงหอย แกงปู แกงคั่ว หมูย่างใบชะพลู	ทั้งต้น รสเผ็ดร้อน ขับ เสมหะ แก้ท้องอืด เพื่อ ช่วยเจริญอาหาร	ทั้งต้น แก้เสมหะ ท้องอืด รักษาโรคเบาหวาน วัยผู้สูงอายุ มีความเสี่ยงที่ จะเป็นโรคเบาหวานมากขึ้น การทานชะพลูเป็นประจำ จึงช่วยลดความเสี่ยงต่อ การเกิดโรคเบาหวาน
ว่านหางจระเข้ วงศ์ ASPHODELACEAE	แก้แผลไฟไหม้ แก้แผล พุพอง ยางสีเหลือง ลอกฝ้า ยาระบายรุนแรง	วุ้นใสจากใบสด รสจืด เย็น ใช้ ภายนอก รักษาแผลไฟไหม้ น้ำ ร้อนลวก ยาง เป็นยาถ่ายท้อง ยาระบาย	ยางในใบ เป็นยาระบาย ช่วยลดปัญหาท้องผูกใน ผู้สูงอายุได้เช่นกัน
มะนาว วงศ์ RUTACEAE	ใส่แกงเหลือง ใส่ในยำต่าง ๆ เปลือกล้างคาบมัน คาว น้ำมะนาวผสมน้ำผึ้งดื่ม เกลือเล็กน้อย ละลาย เสมหะเหนียวในลำคอ	น้ำ รสเปรี้ยว น้ำมันจากผิวมะนาว ใช้ เป็น ยา ขับ ลม แก้ท้องอืดเพื่อ น้ำคั้นจากผลมะนาว รักษาอาการเจ็บคอ แก้ไอ ขับเสมหะ และ รักษาโรคลึกลับปิด ลักเปิดซึ่งเกิดจากการ ขาดวิตามินซี	แก้โรคความดันโลหิตสูง แก้โรคลึกลับปิดลักเปิดใน ผู้ สูง อ า ยู ซึ่ง มี ก า ร สังเคราะห์คอเลสเตอรอล ลดลง ทำให้หลอดเลือดที่ เหนียว ไม่ แข็ง ก ่ ก ิด เลือดออกตามไรฟันได้ นอกจากนี้ น้ำมะนาวยัง ช่วยขับเสมหะ ฟอกโลหิต บำรุงโลหิต รักษาลมพิษ แก้ริดสีดวงได้ด้วย
พลู วงศ์ PIPERACEAE	ใบใช้กินกับหมากกับปูน ใช้ทำพิธีทางศาสนา	รสเผ็ดเมา ใบใช้น้ำคั้นใบสดกิน เป็นยาขับลมและทา แก้ลมพิษ แก้กลิ่น	ใบพลู ช่วยกระตุ้นน้ำลาย จึงลดปัญหาปากแห้ง ใน ผู้สูงอายุ ทำให้ไม่เบื่อ อาหาร นอกจากนี้ยังช่วย

สมุนไพร	สรรพคุณจากชาวบ้าน	รสตัวยาสมุนไพร	ข้อมูลทางโภชนาการ
	ตำกับเหล้าขาวใช้ทาแก้ ลมพิษ หรือเคี้ยวแก้ปวดฟัน ร่ามขนาด	ปาก ขับลมในลำไส้ แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ	แก้ไอ ขับเสมหะ ขับเหงื่อ ลดการอักเสบ เสริมสร้าง และบำรุงรักษาฟันให้ แข็งแรง เนื่องจากมีสาร ฟลูออไรด์สูง จึงช่วย เสริมสร้างความแข็งแรงให้ ฟันของผู้สูงอายุได้ด้วย
ตำลึง วงศ์ CUCURBITACEAE	ใบและยอดอ่อน ใสในต้มจืด แกงเลียง ใบสด ขยี้แก้แมลงกัดต่อย	ใบ รสเย็น ดับพิษร้อน ถอนพิษ แก้แสบคัน บรรเทา เริ่ม งูสวัด	เป็นยาเย็นดับพิษร้อน แก้ปวดแสบปวดร้อน แก้ ตาช้ำ ลดไขมันในเลือด ลดน้ำตาล ป้องกันการเกิด เบาหวานในผู้สูงอายุได้ เนื่องจากผู้สูงอายุเป็นวัย ที่มี ความ เสี่ยง ต่อ โรคเบาหวานมากขึ้น
เสลดพังพอนตัวเมีย วงศ์ ACANTHACEAE	ใบสด แก้พิษตำพอกบริเวณ ที่โดนแมลง ตะขาบกัด เข้ายาบำรุงเลือด	ใบ รสจืดเย็น แก้โรคเริ่ม งูสวัด	ใบตัวเมีย รักษาแผลร้อน ในในปาก ใบตัวผู้ ถอนพิษแมลงสัตว์ กัดต่อย แก้ลมพิษ รักษา เม็ดผื่นคันตามผิวหนัง
ขมิ้นขาว วงศ์ ZINGIBERACEAE	แกงขมิ้น ทำให้ผายลม และ รักษาไข้ผอมเหลือง	เหง้า กินเป็นยารักษา แผลในลำไส้ ช่วยเจริญอาหาร ขับเสมหะ รักษาโรค ผิวหนัง	ช่วยรักษาแผลในกระเพาะ อาหารและลำไส้ บรรเทา อาการคลื่นไส้ ช่วยย่อย อาหาร ช่วยลดอาการจุก เสียดแน่นท้องในผู้สูงอายุ
บัวบก วงศ์ UMBELLIFERAE		ทั้งต้น มีรสหอมเย็น แก้ช้ำใน ขับปัสสาวะ รักษาบาดแผล แก้ร้อนในกระหายน้ำ	เป็นยาบำรุงกำลัง บำรุง หัวใจ แก้อ่อนเพลีย แก้ช้ำ ใน ลดความดัน ลดความ เสี่ยงต่อการเกิดโรคความ ดันในผู้สูงอายุได้

สมุนไพร	สรรพคุณจากชาวบ้าน	รสตัวยาสมุนไพร	ข้อมูลทางโภชนาการ
ผักหวาน วงศ์ EUPHORBIACEAE	ทำอาหาร แกงจืดไข่น้ำ ทำเครื่องเคียงจิ้มกับน้ำพริก แกงผักหวานป่าใส่ไข่มด แดง แกงใส่ปลาแห้ง	ใบ รสหวานเย็น ปรุนเป็นยาเขียว แก้ไข้	มีวิตามินเอสูง ช่วยในการ มองเห็น บำรุงสายตา ซึ่งผู้สูงอายุมีปัญหา ภาพใกล้ไม่ชัด อาการ กระจกตาขุ่น ต้อกระจก การปรับสายตาข้าง ความไวในการมองภาพ ลดลง กล้ามเนื้อลูกตา เสื่อม การมองเห็นในที่มืด ภาวะระคายเคืองเยื่อตา การกินผักหวานช่วยเสริม เซลล์ในลูกตาได้ ส่วนยอด ผักหวานมีรสหวานกรอบ ช่วยแก้อาการร้อนใน กระหายน้ำ ระบายความ ร้อนได้ดี
ฟ้าทะลายโจร วงศ์ ACANTHACEAE	แก้ไข้ แก้เจ็บคอ ต้านโควิด	ใบ รสขม แก้ไข้ แก้เจ็บคอ ช่วย ทำให้เจริญอาหาร	ระงับอาการอักเสบ เจ็บคอ คออักเสบ ต่อมทอนซิล หลอดลมอักเสบ ขับเสมหะ แก้ติดเชื้อและแก้กระเพาะ ลำไส้อักเสบ เป็นยาขมเจริญอาหาร ช่วยให้ ผู้สูงอายุทาน อาหารได้มากขึ้น



ภาพที่ 1 การลงพื้นที่สำรวจ ทีมวิจัยในตำบลท่าหิน อำเภอสีทิงพระ จังหวัดสงขลา

วิจารณ์ผล

ตำบลท่าหินมีสภาพพื้นที่ราบลุ่ม จดชายฝั่งริมทะเลสาบสงขลา มีลมทะเลสาบสงขลา และมรสุมพัดผ่านตลอดทั้งปี อาชีพหลักทำนา การเกษตรผสมผสาน และการประมง ด้วยลักษณะภูมิอากาศและดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวและดินร่วนปนทราย การเพาะปลูกพืช สมุนไพร ผักสวนครัว ซึ่งทำการสำรวจสมุนไพร ผักพื้นบ้านทั้งหมดจำนวน 191 ชนิด 52 วงศ์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลสำรวจสมุนไพรในกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาของอรทัย และนฤมล (2555) พบว่า มีความสอดคล้องกับชนิดของวงศ์พืชจำพวกวงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์ยางพารา (Euphorbiaceae) วงศ์เข็ม (Rubiaceae) และนอกจากนี้ยังพบพืชวงศ์อื่นๆ ด้วยสภาพพื้นดินเป็นดินเหนียวและดินร่วนปนทรายจึงเหมาะกับพืชวงศ์หญ้า (Poaceae) และวงศ์ขิง (Zingiberaceae) จำนวนมากเพราะสามารถทนต่อสภาพภูมิอากาศมรสุมพัดผ่านตลอดทั้งปี

จากผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุที่ทำอาชีพเกษตรกร มักปลูกพืชสมุนไพรไว้รอบบ้านเพื่อเป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหารได้บอกถึงการใช้ประโยชน์ของสมุนไพรทางด้านอาหารและยา ในเรื่องการดูแลสุขภาพ มีพืชหลายชนิดที่มีสรรพคุณตรงกับข้อมูลทางด้านการแพทย์แผนไทยและคุณค่าโภชนาการ เช่น ตะไคร้ มีสรรพคุณ แก้โรคทางเดินปัสสาวะ แก้ท้องอืด แก้จุกเสียด แน่นท้อง ขับลมในลำไส้ สอดคล้องกับผลของสารสกัดน้ำจากต้นตะไคร้มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและกระตุ้นเอนไซม์ต้านออกซิเดชันในหนูแรทของนันทิยา และคณะ (2557) พบว่า มีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันได้ดี(antioxidant) และมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) จึงสามารถบรรเทาอาการท้องอืด โรคกระเพาะอาหารอักเสบได้ ใบกะเพราเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณมากมาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vinod et al. (2011) หนึ่งในนั้นก็คือสามารถรักษาแผลในกระเพาะอาหารและปรับปรุงระบบย่อยอาหารให้ดีขึ้น ซึ่งมียูจินอลเป็นสารเคมีหลัก ขานิยมใช้ในทางการแพทย์และนำมาประกอบอาหาร ชุมชนนิยมปลูกไว้รอบบ้านเพื่อง่ายต่อการขุดมาเพื่อประกอบอาหารได้หลากหลาย แกงเผ็ดมีสรรพคุณแก้ท้องอืดท้องเฟ้อ Shimaila Eram et al. (2019) ผลการศึกษาพบว่า ขามีฟีนอลและฟลาโวนอยด์สูง สอดคล้องกับซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ลดไขมันในเลือด และรักษาโรคกระเพาะอาหารได้ น้ำมะกรูดเป็นยาขับลมในลำไส้ แก้แน่นท้อง แก้เจ็บคอ และกัสดเสหมาะตรงกับผลการวิจัยของ Arumugan et al. (2014) ซึ่งผลของ

มะกรูดสามารถที่จะแก้อาการปวดศีรษะและอาการเจ็บคอได้ ส่วนใบจะนำมาฉีกใส่ลงในอาหารจะมีกลิ่นน้ำมันหอมระเหย นอกจากนี้สารโพลีฟีนอลจะเพิ่มระบบการย่อยของกระเพาะอาหาร โหระพาเป็นสมุนไพรที่มีกลิ่นหอมซึ่งในการรักษาโรคต่าง ๆ ได้หลายชนิด Nadeem et al. (2010) พบว่า โหระพามีสรรพคุณ รักษาโรคไข้หวัด ปวดศีรษะ โรคหัวใจ โรคกระเพาะอาหาร ลดอาการท้องอืดท้องเฟ้อ จากการสำรวจพืชในพื้นที่มีพืชบางชนิดที่มีการปลูกในกระถางต้นไม้ไม่สามารถเพาะปลูกลงดินได้ ซึ่งพืชหลายชนิดที่ชุมชนอยากขยายพันธุ์พืชเพื่อดูแลสุขภาพและใช้ในการประกอบอาหาร เช่น พริกไทย ไพล จิงจูฉ่าย ผัก ฯลฯ ดังนั้นควรเพิ่มเติมในเรื่องพืชที่สามารถเพาะปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทรายเพื่อให้ตอบโจทย์การส่งเสริมการใช้สมุนไพรในชุมชน

สรุปผล

การสำรวจสมุนไพร ผักพื้นบ้าน ในชุมชนตำบลท่าหิน อำเภอสังขละบุรี จังหวัดสงขลา พบว่าทั้งหมด 52 วงศ์ วงศ์พืชประเภทหัว หรือเหง้าที่พบเป็นส่วนใหญ่เป็นวงศ์ขิง (Zingiberaceae) รองลงมาวงศ์หญ้า (Poaceae) เช่น ขิง ข่า กระจ่างดำ ขมิ้นขาว ตะไคร้ ฯลฯ และซึ่งเป็นพืชที่ปลูกง่าย รวมถึงสามารถนำมาประกอบอาหาร พบทั่วไปในทั่วไปในทุกพื้นที่ นอกจากนี้ในพื้นที่พืชที่นิยมปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจเป็นส่วนประกอบหลักในเครื่องแกง ดังนั้นอาหารตามภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งพืชเศรษฐกิจ เช่น กะเพรา ตะไคร้ ข่า โหระพา มีสรรพคุณในการขับลมในลำไส้ แก้ท้องอืด บำรุงกระเพาะอาหาร แก้ปวดกระเพาะอาหาร ซึ่งเหมาะกับผู้ป่วยสูงอายุที่มีปัญหาเรื่องระบบการย่อยอาหาร มีลมในลำไส้มากและยังให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายเหมาะสม จากการสำรวจในครั้งนี้ผลจากการสัมภาษณ์คนในชุมชนบอกถึงสรรพคุณคล้ายกันและเมื่อตรวจสอบข้อมูลทางอาหารและยาทางการแพทย์แผนไทย ข้อมูลทางโภชนาการ พบว่าสรรพคุณตรงกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ส่งต่อรุ่นสู่รุ่น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่าหิน และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพพรวน รวมทั้งผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านที่อำนวยความสะดวกในการลงพื้นที่ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่ให้การสนับสนุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. มปป. คลังความรู้ ข้อมูลสมุนไพร:กะเพรา. แหล่งข้อมูล:

https://ttdkl.dtam.moph.go.th/Module1/frmc_herb.aspx ค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2565.

กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. มปป. คลังความรู้ ข้อมูลสมุนไพร:มะกรูด

https://ttdkl.dtam.moph.go.th/Module1/frmc_show_plant.aspx?h_id=MjA0MQ== ค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2565.

กองประกอบโรคศิลปะ. (2542). ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไปสาขาเภสัชกรรม. กรุงเทพฯ: กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ.

ธนโชติ ธรรมชาติ หน่วยวิเคราะห์วิจัยพฤกษเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน. มปป. ฟ้ายะลวยโจร. http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/ฟ้ายะลวยโจร.pdf ค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2565.

นันทิยา สมภาร, ศุภเกต แสนทวีสุข, จริญญาพร เนาวบุตร และอัจรา แฉวมอ. (2014). สารสกัดน้ำจากต้นตะไคร้มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและกระตุ้นเอ็นไซม์ต้านออกซิเดชันในหนูแรท. *Journal of the Medical Association of Thailand*. 97(Suppl.8): S57-S63.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา วิทยาเขตสมุทรสงคราม. (2565). ศูนย์เรียนรู้ และอนุรักษ์พันธุ์พืชสมุนไพรไทย: บั๊วบก. <https://skm.ssru.ac.th/news/view/wut052> ค้นเมื่อ 3 กันยายน 2565.

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2562). ฐานข้อมูลสมุนไพรคณะเภสัชศาสตร์.

<http://www.phargarden.com/main.php>. สืบค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2565.

สถานการแพทย์แผนไทยประยุกต์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2564). สมุนไพรสารานุกรมสมุนไพร: ตะไคร้. แหล่งข้อมูล: <https://www.med.tu.ac.th/department/attm/?p=2105> ค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2565.

อมลวิทย์ แทนคำ สุขชัย ดิยวรรณท์ และ ธนิสรปทุมานนท์. (2562). การสำรวจผักพื้นบ้านในตำบลป่ามะนาว อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*. 7(2): 61-75.

อรทัย เนียมสุวรรณ และนฤมล เสงี่ยมนท์. (2555). การสำรวจพรรณพืชสมุนไพรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา: กรณีศึกษาจากคาบสมุทรสทิงพระ จังหวัดสงขลา. <https://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/11851> ค้นเมื่อ 29 ตุลาคม 2565.

Nadeem Hashmi, M. Masroor A. Khan, M. Naeem, Mohd Idrees, Tariq Aftab and Moinuddin. (2010). Ameliorative Effect of Triacantanol on the Growth, Photosynthetic Pigments, Enzyme Activities and Active Constituents of Essential Oil of *Ocimum basilicum* L. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*. 5(1): 20-24.

Shimaila Eram, Mujahid, Paramdeef Bagga, Muhammad Arif, Afoz Ahmad, Arun Kumar, Farogh Ahsan and Sohail Akhter. (2019). A review on phytopharmacological activity of *Alpinia galanga*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 11(3): 6-11.

Vinod Kumar, Harish Chandra Andola, Hema Lohani and Nirpendra Chauhan. (2011).

Pharmacological Review on *Ocimum sanctum* Linnaeus: A Queen of herbs. *Journal of Pharmacy Research* 2011. 4(2): 366-368.

ปริมาณผลผลิตและรูปแบบคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด

Yield and protein pattern of collagen extracted from giant gourami (*Osphronemus goramy* Lacepede) scales

วิริยาภรณ์ สุ่มสกุล^{1*} มนสิชา ปิ่นทอง¹ จิระเมธ อุฬารวิวัฒน์¹ วราภรณ์ ศรีเดช² ทองกร พลอยเพชร² สินี ศิริคุณ²
ศิริพร บุตรสีโคตร² ศิรินันท์ ทับทิมเทศ¹

Wiriaporn Sumsakul^{1*} Monsicha Pinthong¹ Chiramet Auranwivat¹ Waraporn Sorndech²
Thongkorn Ployetchara² Sinee Siricoon² Siriporn Butseekhot² Sirinan Thubthimthed¹

¹ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพร, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ 3 เทคโนโลยีธานี ถ.เลียบคลองห้า ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

²ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมอาหารสุขภาพ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ 3 เทคโนโลยีธานี ถ.เลียบคลองห้า ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

¹Expert center of innovative herbal products, Thailand Institute of Scientific and Technological Research,
35 M.3 Technopolis, Khlong Ha, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

²Expert center of innovative health food, Thailand Institute of Scientific and Technological Research,
35 M.3 Technopolis, Khlong Ha, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

*Corresponding author E-mail: wiriaporn@tistr.or.th

บทคัดย่อ

เกล็ดปลาแรดมีองค์ประกอบหลักคือ โปรตีนร้อยละ 51.38 ไขมันร้อยละ 26.68 ไชมันร้อยละ 0.14 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 6.48 ของน้ำหนักแห้ง เพื่อให้ได้เกล็ดปลาแรดที่มีปริมาณโปรตีนสูง จึงทำการกำจัดแคลเซียมออกจากเกล็ดปลาแรดโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกด้วยความเข้มข้นและระยะเวลาที่แตกต่างกัน จากนั้นทำการกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีออกจากเกล็ดปลาแรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 N เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำเกล็ดปลาแรดไปทำการสกัดคอลลาเจนด้วยสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 M ด้วยระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง แล้วทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยผลการวิจัยพบว่าการแช่เกล็ดปลาแรดในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1.2 N นาน 6 ชั่วโมง จะทำให้มีปริมาณเถ้าที่เหลืออยู่ในเกล็ดปลาแรดเหลือเพียงร้อยละ 0.10±0.08 ของน้ำหนักแห้ง และเมื่อนำเกล็ดปลาแรดที่กำจัดเถ้าแล้วมาสกัดคอลลาเจนต่อด้วยสารละลายกรดอะซิติกก็พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด คือการสกัดด้วยสารละลายกรดอะซิติก 0.5 M เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง และทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยคอลลาเจนที่สกัดจากเกล็ดปลาแรดมีปริมาณร้อยละของโปรตีนคือร้อยละ 97.21±0.59 และได้ปริมาณคอลลาเจนถึงร้อยละ 2.0±0.93 ซึ่งรูปแบบคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดใน SDS-PAGE แสดงให้เห็นว่าเป็นคอลลาเจน type 1 ซึ่งมีองค์ประกอบของหน่วยย่อยเป็น β , α_1 และ α_2 ที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 220 kDa 130 kDa และ 120 kDa ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบองค์ประกอบทางเคมีของคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดนี้มีปริมาณเถ้าอยู่ร้อยละ 0.08 คาร์โบไฮเดรตและไขมันอยู่น้อยกว่าร้อยละ 0.01 โปรตีนร้อยละ 96.55 และความชื้นร้อยละ 3.36 โดยกรดอะมิโนที่พบในคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดนี้ประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้ง 20 ชนิด

และมีกรดอะมิโนที่แสดงถึงความเป็นคอลลาเจนได้แก่ ไกลซีน โพรลีน และไฮดรอกซีโพรลีน รวมมีสัดส่วนของกรดอะมิโน 3 ชนิดนี้ถึงร้อยละ 49.01

คำสำคัญ : การสกัดคอลลาเจน เกล็ดปลาแรด กรดอะมิโน

Abstract

The major compositions of giant gourami scales are mainly 51.38% protein, 26.68% ash, 0.14% fat and 6.48% carbohydrate. In order to obtain high protein fish scale, decalcification process of giant gourami scales was studied. Before extraction, scales were treated with 0.1 N NaOH for 6 h to the removal of non-collagen proteins. After that, collagen from giant gourami scales was extracted using 0.5 M acetic acid for 48 h and 72 h under stirring condition. Finally, collagen was spray-dried using a spray-dryer. The results showed that ash content of decalcified giant gourami scales was less than 0.10 ± 0.08 dry basis when decalcified by using 1.2 N HCl for 6 h. As a result, the optimal conditions of extracting collagen from giant gourami scales were soaked in 0.5 M acetic acid at room temperature for 72 h and dried with spray dryer. The results showed that, collagen extracted from giant gourami scales showed the protein content 97.21 ± 0.59 % by dry weight and collagen yield 2.0 ± 0.93 % by dry weight. The protein pattern of collagen extracted from giant gourami scales indicated that it is type 1 collagen. It composed of β (220 kDa), $\alpha 1$ (130 kDa) and $\alpha 2$ (120 kDa) subunits. In addition, the chemical composition of collagen extracted from giant gourami scales was 0.08% ash, < 0.01% fat and carbohydrate, 96.55% protein and 3.36% moisture content by dry weight. Amino acid compositions of collagen extracted from giant gourami scales were expressed as mg/100g. Collagen contains specific amino acids are glycine, proline, and hydroxyproline, while the total proportion of these three amino acids is approximately 49.01 %.

Keywords : Collagen extract, giant gourami scales, amino acid

บทนำ

คอลลาเจนเป็นโปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่พบได้ทั้งในผิวหนัง เอ็นและกระดูกของสิ่งมีชีวิต มีประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมโดยนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร วัสดุชีวภาพทางการแพทย์ เภสัชกรรม เครื่องสำอาง และโภชนเภสัช (Pal et al., 2015) โดยมีประมาณร้อยละ 30 ของโปรตีนทั้งหมดในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของสัตว์ทุกชนิด ซึ่งประกอบด้วยสายโพลีเปปไทด์ 3 สาย พันรวมกันเป็นเกลียวเรียกว่า triple-helix แต่ละสายเรียกว่า α -chain

ที่ประกอบ ด้วยกรดอะมิโนต่อกันมากกว่า 1,000 ตัว โดยมีการเรียงตัวของกรดอะมิโนซ้ำๆ กันคือ Gly-X-Y ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่มีมักพบในคอลลาเจน โดยที่ Gly คือ ไกลซีน X และ Y มักเป็นโพรลีนและไฮดรอกซีโพรลีนตามลำดับ โดยมีไกลซีนเป็นกรดอะมิโนหลัก (Bailey and Light, 1989) ซึ่งคอลลาเจนนั้นเป็นตัวช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นให้กับผิวหนังและเส้นผม ควบคู่ไปกับการช่วยทำหน้าที่เป็นตัวทดแทนผิวหนังที่ตายแล้วเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระดูกและฟัน บำรุงและซ่อมแซม ข้อต่อ กระดูกข้อ และเอ็นต่างๆ โดยคอลลาเจนทำหน้าที่เหมือนเป็นกาวช่วยให้ต่อกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่มีปัญหาเกิดขึ้น (Swan and Torley, 1991) ซึ่งคอลลาเจนเป็นส่วนประกอบสำคัญของกระดูกอ่อนที่หุ้มอยู่ที่ปลายกระดูกแต่ละชิ้นที่มาเชื่อมต่อกันในบริเวณข้อต่อ การขาดคอลลาเจนมีผลทำให้กระดูกอ่อนเสื่อมสภาพ เป็นสาเหตุการเสื่อมของข้อ หรือโรคข้อเสื่อม ทำให้เกิดอาการอักเสบ เจ็บปวดบริเวณข้อต่างๆ เช่น ข้อเข่า ข้อสะโพก หัวไหล่ ฯ การเสริมคอลลาเจนเข้าไปจะช่วยให้อาการข้อเสื่อม ปวดข้อดีขึ้น โดยคอลลาเจนที่ได้รับจะไปกระตุ้นเซลล์ที่มีชื่อเรียกว่า Chondrocyte ในกระดูกอ่อนให้สร้างคอลลาเจนที่ปลายกระดูก จึงทำให้ข้อต่อมีการเคลื่อนไหวราบรื่นขึ้น อาการปวดอักเสบบรรเทา

แหล่งที่มาของคอลลาเจนที่ใช้ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มาจากกระดูกและหนังของวัวและสุกร แต่จากรายงานการติดเชื้อม้า (Nagai et al., 2004) และการมีข้อจำกัดของบางศาสนาในการนำสุกรมาใช้ (Sadowska et al., 2003) จึงได้มีการใช้สัตว์น้ำเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับผลิตคอลลาเจนในปัจจุบัน เพราะมีความปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัตถุดิบจากส่วนกระดูกและเอ็นจากวัวและหมูที่อาจเสี่ยงต่อโรคปากและเท้าเปื่อยได้ โดยสัตว์น้ำที่นิยมนำมาใช้เป็นแหล่งคอลลาเจนในปัจจุบันคือปลาทะเล แต่ก็มีข้อจำกัดในคนที่แพ้อาหารทะเล ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาคอลลาเจนจากแหล่งวัตถุดิบใหม่ เช่น หนั ก้าง และเกล็ดปลาน้ำจืดหรือน้ำกร่อย ซึ่งเป็นเศษเหลือจากอุตสาหกรรมแปรรูปปลาที่มีปริมาณสูงถึงร้อยละ 50-70 ขึ้นกับกระบวนการแปรรูปและชนิดของผลิตภัณฑ์ เศษเหลือเหล่านี้ประกอบไปด้วยส่วนหัวไส้พุง หนั ก้าง และเกล็ดปลา (Morrissey et al., 2000) เศษเหลือดังกล่าวมักใช้เป็นอาหารสัตว์หรือทำปุ๋ยที่มีมูลค่าต่ำ (Nagai and Suzuki, 2000) แต่หนั ก้าง และเกล็ดปลา ซึ่งมีประมาณร้อยละ 30 ของเศษเหลือทั้งหมด มีปริมาณคอลลาเจนสูง ดังนั้นจึงน่าจะเป็นแหล่งของคอลลาเจนทางเลือกใหม่ที่มีศักยภาพ โดยในกระบวนการแปรรูปปลา ขั้นตอนการขูดเกล็ดทำให้เกิดเศษเหลือที่ปริมาณมาก ถึงแม้ว่าเกล็ดปลาจะมีปริมาณน้อยเพียงร้อยละ 2 ของน้ำหนักทั้งหมดของตัวปลาก็ตาม (Zall, 2004) ซึ่งในประเทศไทยมีเกล็ดปลาเหลือทิ้งประมาณ 49,000 ตันต่อปี (Matmaroh et al., 2011) โดยเกล็ดปลาประกอบไปด้วยโปรตีนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหรือคอลลาเจนประมาณร้อยละ 41-84 การใช้ประโยชน์เศษเหลือทิ้งต่าง ๆ จากอุตสาหกรรมแปรรูปปลารวมถึงเกล็ดปลา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งทั้งในแง่ของการรักษาสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาอุตสาหกรรมใหม่ (Minh Thuy et al., 2014) แต่ที่ผ่านมามีเกล็ดปลามักจะนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าต่ำหรือถูกทิ้งเป็นขยะทำลายสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเป้าหมายอีกประการหนึ่งของการสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาคือการรักษาสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลการศึกษาการสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด ซึ่งปลาแรดเป็นปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ของไทยชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Osphronemus goramy* Lacepede. และมีชื่อสามัญว่า

Giant gourami มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย ในประเทศไทยพบมากในภาคกลาง พบตามแม่น้ำ ลำคลอง ตั้งแต่จังหวัดอุทัยธานี นครสวรรค์ถึงจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ภาคใต้ที่จังหวัดพัทลุงและแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี (ยุพินท์, 2537) ปลาแรดเป็นปลาจำพวกเดียวกับปลาปลาสลิด และกระดี่ แต่มีขนาดใหญ่กว่า ปัจจุบันมีการเลี้ยงเป็นปลาเศรษฐกิจ เช่น “ปลาแรดลุ่มน้ำสะแกกรังอุทัยธานี” เป็นสินค้าอัตลักษณ์พื้นที่สร้างชื่อเสียงให้กับจังหวัดอุทัยธานีมาอย่างยาวนาน ซึ่งได้รับการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications: GI) จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา เมื่อปี 2555 ด้วยเอกลักษณ์ของเนื้อปลาที่นุ่ม แน่น และรสชาติหวานอร่อย นิยมนำไปทำเป็นเมนูรับประทานกันในงานเลี้ยงโต๊ะจีนและร้านอาหารในจังหวัด ประกอบกับการรวมตัวกันอย่างเหนียวแน่นของผู้ประกอบการในท้องถิ่น ยังเป็นส่วนสำคัญในการสร้างความเข้มแข็งทางธุรกิจ และนารายได้มาสู่ชุมชนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับจังหวัดปีละ 10 ล้านบาท หรือผลิตได้ปีละประมาณ 120 ตันขึ้นไป

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด โดยนำเกล็ดปลาแรดซึ่งเป็นของเหลือทิ้งที่มีปริมาณมากจากจังหวัดอุทัยธานีมาสกัดคอลลาเจนด้วยสารละลายกรดอะซิติกและทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย จากนั้นทำการศึกษารูปแบบของคอลลาเจนที่สกัดได้ด้วยเทคนิค SDS-PAGE (Sodium Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis) พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน และศึกษาคุณสมบัติของคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดปลาแรด ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้กับเกล็ดปลาแรดที่เป็นของเหลือทิ้งและถือเป็นทางเลือกใหม่อีกทางเลือกหนึ่งให้กับผู้ที่ต้องการบริโภคคอลลาเจนแต่แพ้อาหารทะเล โดยใช้ทดแทนคอลลาเจนจากปลาทะเล

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างเกล็ดปลาแรดและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

เก็บตัวอย่างเกล็ดปลาแรดจากร้านอาหารและตลาดสดในจังหวัดอุทัยธานี นำมาล้างทำความสะอาด เกล็ดปลาด้วยน้ำปะปา 2 รอบ จากนั้นล้างด้วยน้ำเกลือ 1 รอบ เพื่อขจัดกลิ่นคาว และล้างด้วยน้ำปะปาอีก 2 รอบ ผึ่งให้พอสอดแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างวัตถุดิบเกล็ดปลาแรดแห้ง มาทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน (ใช้ conversion factor ของเจลาติน ซึ่งเท่ากับ 5.55 (Jones, 1931) คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และเถ้าตามวิธีของ AOAC (2019)

2. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และเวลาในการกำจัดแคลเซียมออกจากเกล็ดปลา

ศึกษาความเข้มข้นของ HCl และเวลาในการกำจัดแคลเซียม ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Fahmi et al. (2004) โดยการแช่เกล็ดปลาแรด ในสารละลาย 1.0 N HCl และ 1.2 N HCl อัตราส่วนเกล็ดปลาต่อกรดเป็น 1:10 (w/v) ที่อุณหภูมิห้อง และกวนด้วยเครื่องกวนสารแบบใบกวนเป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง ทำการเปลี่ยนสารละลาย HCl ใหม่ ทุก 3 ชั่วโมง วัด pH ของสารละลายภายหลังการกำจัดแคลเซียม จากนั้นนำเกล็ดปลาล้าง

น้ำสะอาดจนมี pH 6-7 และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของเกลือปลาหลังจากการกำจัดแคลเซียม จากนั้นนำไปผ่านขั้นตอนการกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีต่อไป

3. กำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีออกจากเกลือปลา

ใช้วิธีที่ดัดแปลงจากผลองขวัญ (2551) โดยแช่เกลือปลาในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N ในอัตราส่วน 1:10 (w/v) ทำการกวนด้วยเครื่องกวนสารแบบใบกวนตลอดและเปลี่ยนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นประจำทุก 2 ชั่วโมง จนกระทั่งครบ 6 ชั่วโมง จากนั้นล้างเกลือปลาด้วยน้ำสะอาดจนมีค่า pH 6-7 จึงนำไปอบแห้งและสกัดคอลลาเจนต่อไป

4. ศึกษาเวลาที่ใช้ในการสกัดคอลลาเจนจากเกลือปลาแรดด้วยสารละลายกรดอะซิติก

นำเกลือปลาแรดแห้งที่ผ่านการกำจัดแคลเซียมและกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจน มาปั่นละเอียดจนเป็นฝอย จากนั้นเติมสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 M ในอัตราส่วน 1:20 (w/v) กวนด้วยเครื่องกวนสารแบบใบกวน เป็นเวลา 48 ชั่วโมงและ 72 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าป่านมัสลิน 2 ชั้น แล้วนำน้ำที่กรองได้มาปรับด้วย Tris Hydroxymethyl Methylamine buffer จนได้ pH 7 นำไปตกตะกอนคอลลาเจนด้วยเกลือ (NaCl) และนำไปปั่นเหวี่ยง 10,000 g ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที จากนั้นนำตะกอนไปละลายด้วยสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 M ด้วยอัตราส่วนตะกอนต่อกรดอะซิติกเท่ากับ 1:4 แล้วไปทำให้บริสุทธิ์ โดยบรรจุลงในถุงไดอะไลซิส (Cellu-Sep T4, MW cut off 12,000-14,000) ในสารละลายกรดอะซิติก 0.1 M แช่นครบ 48 ชั่วโมง โดยจะเปลี่ยนสารละลายกรดอะซิติก 0.1 M ทุกๆ 6 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนเป็นแช่ในน้ำกลั่นต่ออีกเป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยเปลี่ยนน้ำทุกๆ 3 ชั่วโมง และนำคอลลาเจนที่ได้ไปทำแห้งแบบโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย จากนั้นชั่งน้ำหนักและคำนวณหาปริมาณผลผลิตของคอลลาเจนที่สกัดได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณผลผลิตของคอลลาเจน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักคอลลาเจนหลังการทำแห้ง (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักเกลือปลาที่ผ่านการกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสี (กรัม)}}$$

5. ศึกษาคุณสมบัติของคอลลาเจนจากเกลือปลาแรด

5.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของคอลลาเจนจากเกลือปลาแรด

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดคอลลาเจนจากเกลือปลาแรด โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2019)

5.2 การศึกษารูปแบบหน่วยย่อยโปรตีนคอลลาเจนจากเกลือปลาแรดด้วยเทคนิค SDS-PAGE

ใช้เทคนิค SDS-PAGE ตามวิธีของ Laemmli (1970) โดยเตรียมตัวอย่างคอลลาเจนที่สกัดได้ผสมกับ Sample buffer (ประกอบด้วย 2% SDS, 0.6 โมลาร์ tris-HCl ค่าพีเอชเท่ากับ 6.8, 10% Glycerol, 0.025% Bromophenol blue, 0.1 มิลลิโมลาร์ DTT) อัตราส่วน คอลลาเจนต่อ Sample buffer เท่ากับ 1:1 นำไปต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำไปแยกรูปแบบโปรตีนโดยใช้โพลีอะคริลามิเด

เจลที่มี 4% Stacking gel และ 12% Separating gel ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ และกระแสไฟฟ้า 20 มิลลิแอมแปร์ (552BR Mini-protean Tetra System, Bio-RAD) นาน 60 นาที จากนั้นนำเจลแช่ในสารละลายตรึง (ประกอบด้วย 4% Acetic acid และ 16% Ethanol) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วแช่ในน้ำกลั่น 2 ครั้งๆ ละ 5 นาที แล้วย้อมสีเจลด้วยสี Coomassie Brilliant Blue (R-250) (BIO-RAD, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

5.3 วิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด

ซึ่งผงตัวอย่างคอลลาเจน 0.02 กรัม ย่อยด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 M 5 มิลลิลิตร ภายใต้สภาวะลดความดัน ที่ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองผ่าน membrane filter 0.45 ไมครอน ฉีดเข้าเครื่อง HPLC ที่มี on-line precolumn derivatization ด้วย OPA ใช้คอลัมน์ชนิด reversed-phase C18s (4.6x150 มิลลิเมตร) ใช้ fluorescence detector ตั้งค่า excitation = 345 นาโนเมตร และ emission = 455 นาโนเมตร แล้วคำนวณปริมาณกรดอะมิโนหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อน้ำหนักคอลลาเจน 100 กรัม

6. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จะแสดงเป็นค่าเฉลี่ย (mean) \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) และนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences version 20 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) ค่า p value น้อยกว่า 0.05 ($p < 0.05$) จะถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเกล็ดปลาแรด

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบเกล็ดปลาแรด พบว่าเกล็ดปลาแรดประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 15.32 โปรตีนร้อยละ 51.38 ไขมันร้อยละ 0.14 เถ้าร้อยละ 26.68 และคาโบไฮเดรตร้อยละ 6.48 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเกล็ดปลาแรด

องค์ประกอบทางเคมี	วิธีวิเคราะห์	เกล็ดปลาแรด
ความชื้น	Method 952.08, AOAC (2019)	15.32 g/ 100g
โปรตีน (คำนวณโดยใช้ conversion factor ของเจลาติน (%Nx5.55)	Method 981.10, AOAC (2019)	51.38 g/ 100g
ไขมัน	Method 922.06, AOAC (2019)	0.14 g/ 100g
เถ้า	Method 938.08, AOAC (2019)	26.68 g/ 100g
คาร์โบไฮเดรต	Chapter 6, AOAC (1993)**	6.48 g/ 100g

**Total carbohydrate = 100-(Protein + Fat + Ash + Moisture)

2. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และเวลาในการกำจัดแคลเซียมออกจากเกล็ดปลา

ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลาย HCl และระยะเวลาในการกำจัดแคลเซียมออกจากเกล็ดปลาแรด แสดงในตารางที่ 2 โดยพบว่าความเข้มข้นของสารละลาย HCl และเวลาในการแช่มีผลต่อปริมาณเถ้าที่คงเหลือในเกล็ดปลา โดยจะมีปริมาณเถ้าลดลงมาก เมื่อแช่เกล็ดปลาในกรดที่มีความเข้มข้นสูงและใช้เวลาในการแช่นาน เนื่องจากหลักของ Le Chatelier เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดในปฏิกิริยาจะทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปข้างหน้า ซึ่งเป็นสาเหตุให้สามารถกำจัดแคลเซียมได้ดีขึ้น วิธีที่ลดปริมาณเถ้าได้ดีที่สุด คือ การแช่เกล็ดปลาใน 1.2 N HCl เป็นเวลา 6 ชั่วโมงจะทำให้มีปริมาณเถ้าที่เหลืออยู่ในเกล็ดปลาแรดเหลือเพียงร้อยละ 0.10±0.08 ของน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณเถ้า (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง) หลังจากกำจัดแคลเซียมออกจากเกล็ดปลาแรดโดยใช้สารละลาย 1.0 N HCl และ 1.2 N HCl เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง

ตัวอย่าง	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น HCl	ปริมาณเถ้า (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)
เกล็ดปลาแรด	3	1.0 N	8.98±0.06
		1.2 N	0.29±0.07
	6	1.0 N	4.95±0.11
		1.2 N	0.10±0.08

3. กำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีออกจากเกล็ดปลา

ผลการกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีออกจากเกล็ดปลาแรด หลังจากกำจัดแคลเซียมออกจากเกล็ดปลาด้วย 1.2 N HCl แล้วนำมาทำการกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N ผลแสดงในภาพที่ 1 พบว่าเกล็ดปลาที่ถูกกำจัดแคลเซียมและกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีด้วย 0.1 N NaOH นั้นมีสีที่อ่อนลงค่อนข้างมาทางเหลืองอ่อน โดยมีปริมาณที่เหลือหลังจากกำจัดแคลเซียมออกจากเกล็ดปลาด้วย 1.2 N HCl แล้วนำมาทำการกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสี (% Yield) ของเกล็ดปลาเหลืออยู่ร้อยละ 48.89 ± 4.82 ผลแสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 1 เกล็ดปลาแรดหลังจากกำจัดแคลเซียมออกแล้วก่อนจะนำไปทำการกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีออกด้วย 0.1 N NaOH

ตารางที่ 3 ผลการกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีออกจากเกล็ดปลาแรดด้วย 0.1 N NaOH

ตัวอย่าง	ความชื้น	น้ำหนัก เกล็ดปลาแห้ง (กรัม)	น้ำหนักหลัง กำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่ คอลลาเจนและเม็ดสี (กรัม)	% Yield ของเกล็ดปลา หลังกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่ คอลลาเจนและเม็ดสี
เกล็ดปลาแรด	7.48 ± 0.31	800	391.12 ± 10.54	48.89 ± 4.82

4. ศึกษาเวลาที่ใช้ในการสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดด้วยสารละลายกรดอะซิติก

จากตารางที่ 4 พบว่าระยะเวลาในการสกัดคอลลาเจนด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 M มีผลต่อปริมาณผลผลิตของคอลลาเจนที่ได้ คือที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตของคอลลาเจนมากกว่าการสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดด้วยระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยร้อยละปริมาณผลผลิตของคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดที่สกัดได้ที่ระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง คือร้อยละ 1.38 ± 0.35 และ 2.0 ± 0.93 ตามลำดับ และมีปริมาณโปรตีนโดยร้อยละ 94.88 ± 0.75 และ 97.21 ± 0.59 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลของเวลาที่ใช้ในการสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 M

ตัวอย่าง	เวลาที่ใช้ในการสกัด	ทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	
	(ชั่วโมง)	% Yield	% โปรตีน
เกล็ดปลาแรด	48	1.38±0.35	94.88±0.75
	72	2.0 ±0.93	97.21±0.59

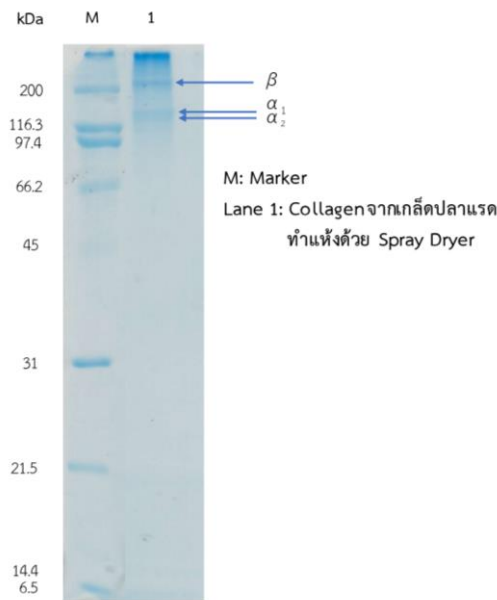
5. ศึกษาคุณสมบัติของคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดแสดงในตารางที่ 5 โดยพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด มีปริมาณเถ้าอยู่ร้อยละ 0.08 มีคาร์โบไฮเดรตและไขมันอยู่น้อยกว่าร้อยละ 0.01 มีโปรตีนร้อยละ 96.55 และมีความชื้นร้อยละ 3.36

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด

ตัวอย่าง	องค์ประกอบทางเคมี (g/100g)				
	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	โปรตีน	ความชื้น
คอลลาเจนจาก เกล็ดปลาแรด	0.08	<0.01	<0.01	96.55	3.36

การศึกษาขนาดโมเลกุลของคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรด ด้วยวิธี SDS-PAGE พบว่าคอลลาเจนที่สกัดได้นั้นเป็นคอลลาเจน type 1 ที่ประกอบด้วยสายเปปไทด์ α จำนวน 2 สาย และ β อีก 1 สาย แสดงในภาพที่ 2 โดย $\alpha 1$ มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 130 kDa, $\alpha 2$ น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 120 kDa และ β น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 220 kDa



ภาพที่ 2 รูปแบบโปรตีนของคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดปลาแรด ที่ทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

เมื่อทำการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดปลาแรด ผลแสดงเป็น มิลลิกรัมใน 100 กรัม ของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด พบว่าของคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดปลาแรด ประกอบด้วยกรดอะมิโน 20 ชนิด และมีไกลซีนเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีสัดส่วนของไกลซีนปริมาณมากถึง 24,869.49 มิลลิกรัมใน 100 กรัม สำหรับกรดอะมิโนที่พบรองลงมาในของคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดปลาแรด ได้แก่ โพรลีน ไฮดรอกซีโพรลีน อะลานีน และกรดกลูตามิก ซึ่งกรดอะมิโนที่แสดงความเป็นคอลลาเจน มาจากกรดอะมิโน 3 ชนิด ได้แก่ ไกลซีน โพรลีน และไฮดรอกซีโพรลีน รวมมีสัดส่วนของกรดอะมิโน 3 ชนิดนี้ประมาณ ร้อยละ 49.01 ผลแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของของคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดปลาแรด

กรดอะมิโน	ปริมาณกรดอะมิโน (mg/100g)
Aspartic acid	5,479.80
Threonine	2,697.00
Serine	3,734.61
Glutamic acid	10,468.89
Hydroxyproline	11,105.50
Proline	13,031.54
Glycine	24,869.49
Alanine	10,900.84
Cystine	433.48

Valine	1,928.25
Methionine	1,387.22
Isoleucine	993.99
Leucine	2,528.59
Tyrosine	650.56
Phenylalanine	2,079.62
Histidine	884.56
Hydroxylysine	1,750.36
Lysine	3,432.95
Arginine	1,633.92
Tryptophan	8.83

วิจารณ์ผล

องค์ประกอบทางเคมีของเกล็ดปลาแรดประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมัน, เถ้าและความชื้น ในปริมาณร้อยละ 6.48, 51.38, 0.14, 26.68 และ 15.32 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ จะเห็นว่าองค์ประกอบหลัก คือ โปรตีนและเถ้าสอดคล้องกับรายงานของ Fahmi *et al.* (2004) ที่แสดงถึงองค์ประกอบหลักของเกล็ดปลา sea bream คือ โปรตีนร้อยละ 51.2 ของน้ำหนักแห้ง และสารอนินทรีย์ร้อยละ 47.3 ของน้ำหนักแห้ง โดยผลจากการสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 M ที่อุณหภูมิห้อง ด้วยระยะเวลา 72 ชั่วโมงและทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าให้ปริมาณผลผลิตของคอลลาเจนเท่ากับร้อยละ 2.0 ± 0.93 ของน้ำหนักเกล็ดแห้ง ซึ่งปริมาณผลผลิตที่สกัดได้มากกว่าปริมาณคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดปลาหางปวง (golden carp) ซึ่งเป็นปลาน้ำจืดตระกูลปลาตะเพียน โดยปริมาณผลผลิตที่ได้อยู่ที่ร้อยละ 0.42 ของน้ำหนักแห้ง (Benjakul *et al.*, 2017) ในขณะที่การสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลากระพงแดงและเกล็ดปลานิลให้ปริมาณผลผลิตที่ได้คือร้อยละ 0.83 และ 0.82 ตามลำดับ ของน้ำหนักแห้ง (ฉลองขวัญ, 2551) จึงเห็นได้ว่าแต่ละวิธีสามารถให้ผลได้คอลลาเจนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาด้วยเพราะองค์ประกอบทางเคมีของเกล็ดปลามีสัดส่วนของกรดอะมิโนและการเสถียรภาพของคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน (Bailey and Light, 1989)

โดยรูปแบบโปรตีนคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดที่สกัดด้วยกรดอะซิติกนั้นเป็นคอลลาเจน type 1 เนื่องจากประกอบด้วยสายเปปไทด์ $\alpha 1$ มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 130 kDa, $\alpha 2$ น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 120 kDa และ β น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 220 kDa ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบโปรตีนคอลลาเจนจากเกล็ดปลากระบอกดำที่ประกอบด้วยสายเปปไทด์จำนวน 3 สายเช่นกันคือ สายที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 233, 122, และ 110 kDa ตามลำดับ ซึ่งเป็นตำแหน่งของสาย β , $\alpha 1$ และ $\alpha 2$ ซึ่งเป็นคอลลาเจน type 1 เช่นเดียวกัน (มะลิวัลย์, 2558) ทั้งนี้เพราะคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดหนัง และครีบของปลาส่วนใหญ่จะเป็นคอลลาเจน

type 1 ที่ประกอบด้วยสาย β , α_1 และ α_2 ที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 220.673, 132.044 และ 120.065 kDa ตามลำดับ (Olsen et al, 2003)

ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดปลาแรดนั้นพบว่าของคอลลาเจนที่สกัดได้จากเกล็ดปลาแรดประกอบด้วยกรดอะมิโน 20 ชนิด และมีไกลซีนเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีสัดส่วนของไกลซีนปริมาณมากถึง 24,869.49 มิลลิกรัมใน 100 กรัม ซึ่งตรงกับที่ Ward and Courts (1977) รายงานไว้ว่าไกลซีนเป็นกรดอะมิโนที่พบมากที่สุดไนโมเลกุลคอลลาเจน และมีลักษณะการจัดเรียงตัวของกรดอะมิโนซ้ำๆ กันเป็น Gly-X-Y โดย Gly คือ ไกลซีน ในขณะที่ X และ Y เป็นโพรลีนและไฮดรอกซีโพรลีนตามลำดับ (Whitford, 2005) ซึ่งกรดอะมิโนที่แสดงถึงความเป็นคอลลาเจน มาจากกรดอะมิโน 3 ชนิด ได้แก่ ไกลซีน โพรลีน และไฮดรอกซีโพรลีน รวมมีสัดส่วนของกรดอะมิโน 3 ชนิดนี้ประมาณร้อยละ 49.01

สรุปผล

การสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดมีสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ การแช่เกล็ดปลาแรดในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1.2 N นาน 6 ชั่วโมง ซึ่งกำจัดแคลเซียมออกจากเกล็ดปลาแรดได้มากที่สุดและทำการกำจัดโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจนและเม็ดสีด้วย 0.1 N NaOH จากนั้นนำมาสกัดคอลลาเจนต่อด้วยสารละลายกรดอะซิติก 0.5 M ระยะเวลา 72 ชั่วโมง และทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยคอลลาเจนที่สกัดจากเกล็ดปลาแรดมีปริมาณร้อยละของโปรตีนคือร้อยละ 97.21 ± 0.59 และได้ปริมาณผลผลิตคอลลาเจนถึงร้อยละ 2.0 ± 0.93 ซึ่งรูปแบบคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดใน SDS-PAGE แสดงให้เห็นว่าเป็นคอลลาเจน type 1 ซึ่งมีองค์ประกอบของหน่วยย่อยเป็น β , α_1 และ α_2 ที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 220 130 และ 120 kDa ตามลำดับ นอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีของคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดพบว่ามีคาร์โบไฮเดรตและไขมันอยู่น้อยกว่าร้อยละ 0.01 มีโปรตีนร้อยละ 96.55 มีปริมาณเถ้าอยู่ร้อยละ 0.08 และมีความชื้นร้อยละ 3.36 ของน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ยังพบว่ากรดอะมิโนที่พบในคอลลาเจนจากเกล็ดปลาแรดนี้ประกอบด้วยกรดอะมิโน 20 ชนิด มีไกลซีนมากที่สุด และมีกรดอะมิโนที่แสดงถึงความเป็นคอลลาเจน ได้แก่ ไกลซีน โพรลีน และไฮดรอกซีโพรลีน รวมมีสัดส่วนของกรดอะมิโน 3 ชนิดนี้ถึงร้อยละ 49.01

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากการสนับสนุนของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ภายใต้งบประมาณจากกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) ระหว่างปี พ.ศ.2564-2565 เลขที่สัญญา FFB650086/0273

เอกสารอ้างอิง

ฉลองขวัญ พิพัฒน์เจริญวงศ์. 2551. คอลลาเจนจากเกล็ดปลา: การสกัดและคุณสมบัติบางประการ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- มะลิวัลย์ คุตะโค, ทะนางศักดิ์ โตเจริญ, มลฤดี สนธิ, รชนิมุข ทิรัญสัจจาเลิศ และ จันทร์จรัส วัฒนชะติ. 2558. ปริมาณผลผลิตและรูปแบบโปรตีนคอลลาเจนจากเกล็ดปลากระบอกดำ (*Liza subviridis*) ที่สกัดด้วย เปปซินความเข้มข้นแตกต่างกัน. แก่นเกษตร 43 (1): 562-567.
- ยุพินท์ วิวัฒน์ชัยเศรษฐ์. 2537. การเพาะเลี้ยงพันธ์ปลาแรดและการเลี้ยงปลาแรด. แหล่งข้อมูล: www.pkc.ac.th/media/digital_library/agri/fishrat/ ค้นเมื่อ 16 มกราคม 2566.
- AOAC. 2019. Official method of analysis, 21th Ed., Association of Official Chemists, Washington D.C
- Bailey, A. J. and N. D. Light. 1989. Connective Tissue in Meat and Meat Product. Elsevier Sciences Publishers Ltd., London. 355 pp.
- Fahmi, A., S. Morimura, H.G. Guo, T. Shigematsu, K. Kida, and Y. Uemura. 2004. Production of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides from sea bream scales. Process Biochem. 39: 1195–1200.
- Jones, D.B. 1931. Factors for Converting Percentages of Nitrogen in Foods and Feeds into Percentages of Proteins. Circular No. 183. United States Department of Agriculture. Washington D.C.
- Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 227: 680-685.
- Matmaroh, K., S. Benjakul, T. Prodpran, A.B. Encarnacion, and H. Kishimura. 2011. Characteristics of acid soluble collagen and pepsin soluble collagen from scale of Spotted golden goatfish (*Parupeneus heptacanthus*). Food Chem. 129: 1179-1186.
- Minh Thuy, L. T., E. Okazaki and K. Osako. 2014. Isolation and Characterization of Acid-Soluble Collagen from the Scales of Marine Fishes from Japan and Vietnam. Food Chem. 149: 264–270.
- Morrissey, M. T., J. W. Park and L. Huang. 2000. Surimi Processing Waste: Its Control and Utilization. In: Park, J. W. (ed.). Surimi and Surimi Seafood. Marcel Dekker, Inc., New York. pp. 127–166.
- Nagai, T. and Suzuki, N., 2000, Isolation of collagen from fish waste material-skin, bone and fins, Food Chem. 68: 277-281.
- Nagai, T., M. Izumi, and M. Ishii. 2004. Fish scale collagen. Preparation and partial characterization. International Journal of Food Science and Technology. 39: 239–244.
- Olsen, D., C. Yang, M. Bodo, R. Chang, S. Leigh, J. Baez, D. Carmichael, M. Perala, E. Hamalainen, M. Jarvinen, and J. Polarek. 2003. Recombinant collagen and gelatin for drug delivery. Adv. Drug Delivery Reviews. 55: 1547–1567.

- Pal, G. K., T. Nidheesh and P. V. Suresh. 2015. Comparative Study on Characteristics and *In Vitro* Fibril Formation Ability of Acid and Pepsin Soluble Collagen from the Skin of Catla (*Catla catla*) and Rohu (*Labeo rohita*). *Food Res. Int.* 76: 804–812.
- Sadowska, M., I. Kolodziejska and C. Niecikowska. 2003. Isolation of collagen from the skin of Balticcod (*Gadus morhua*). *Food chem.* 81: 257-262.
- Swan, J. E. and P. J. Torley. 1991. Collagen: Structure, Function and Uses. Meat Research Institute of New Zealand. 49 p
- Ward, A. G. and A. Courts. 1977. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, London. 564 pp.
- Whitford, D. 2005. Protein Structure and Function. John Wiley & Sons Ltd., England. 528 pp.
- Zall, R. R. 2004. Unconventional Techniques to Deal with Waste Recovery or Treatment schemes. In: Zall, R. R. (ed.). Managing Food Industry Waste. Blackwell Publishing Inc., Iowa. pp. 105–113.

การศึกษาสารพฤกษเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลผักปลังที่สกัด

โดย DW และ Ethanol

Determination of phytochemical and antioxidant activity of *Basella alba* extract from DW and Ethanol

ปิยธิดา อู๋ฟูใจ^{1*}

Piyathida Auifujai^{1*}

¹โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

¹Chiang Mai University Demonstration School 239 Huay Kaew Road, Suthep Sub-district,

Muang Chiang Mai District, Chiang Mai, 50200

*Corresponding author E-mail: puinoon0806@gmail.com

บทคัดย่อ

ผลผักปลัง (*Basella alba* Linn.) เป็นพืชที่มีองค์ประกอบของสารที่ให้สีม่วงแดงที่มีศักยภาพในการนำไปผลิตยาสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสารพฤกษเคมีของผลผักปลัง เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ Phenolic และ Flavonoid และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในผลผักปลังที่สกัดโดยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างคือผลผักปลังสีขาวจากจังหวัดเชียงใหม่ อำเภอแม่แตง และ อำเภอสันทราย ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 โดยตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดมี 2 ชนิด ได้แก่ DW และ EtOH 70% ผลการศึกษาพบว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ Ethanol 70% มีปริมาณ Phenolic มากกว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ DW ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 47.64 ± 2.23 mg gae/g extract และ 21.46 ± 2.99 mg gae/g extract ตามลำดับ ในส่วนของ Flavonoid พบว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ DW มีความสามารถในการสกัดปริมาณ Flavonoid ได้มากกว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 5.54 ± 0.81 mgCE/g extract และ 4.59 ± 1.20 mgCE/g extract ตามลำดับ และ พบว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ Ethanol 70% มีความสามารถในการต้าน อนุมูลอิสระ มากกว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ DW ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 62.65 ± 5.73 mgF/g extract และ 41.49 ± 13.81 mgF/g extract ตามลำดับ

คำสำคัญ : ผักปลัง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พฤกษเคมี

Abstract

Ceylon spinach fruits (*Basella alba* Linn.) contain a significant level of red to violet pigment that has been potentially used as a production of antioxidant herbal medicines. This research aimed to study the phytochemical composition of Ceylon spinach. To compare the active substances such as total phenolic and total flavonoid content and antioxidant activity in

Ceylon spinach extracted by different solvents. This research is experimental research which uses white Ceylon spinach fruits from Chiang Mai, Mae Taeng District and San Sai District in January 2022 as a sample group. Two different solvents, including DW and EtOH 70% were employed for the extraction. The results showed that phenolic content of 70% ethanol Ceylon spinach extraction was higher than from DW, which averaged 47.64 ± 2.23 mg gae/g extract and 21.46 ± 2.99 mg gae/g extract, respectively. In terms of flavonoids, the extraction ability of flavonoids from Ceylon spinach using DW had a higher flavonoid extraction capacity than from using EtOH 70%, which had an average of 5.54 ± 0.81 mgCE/g extract and 4.59 ± 1.20 mgCE/g extract, respectively. It was found that the extraction from Ceylon spinach using 70% ethanol showed a higher antioxidant capacity than that extracted from spinach fruit using DW with mean values of 62.65 ± 5.73 mgF/g extract and 41.49 ± 13.81 mgF/g extract, respectively.

Keywords: Ceylon spinach, antioxidant activity, phytochemical, Phenolic, Flavonoid, FRAP

บทนำ

พืชสมุนไพร (Herb) หมายถึง พืชที่ใช้ทำเป็นเครื่องยาซึ่งหาได้ตามพื้นเมือง นิยมใช้ในการทำยา เป็น วัตถุประสงค์เบื้องต้นในการสกัดสารเคมีต่างๆ เพื่อใช้ในการผลิตยาแผนโบราณ โดยส่วนมากเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้วซึ่งประหยัดและมีราคาถูก ผักปลังเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจในด้านสรรพคุณทางยา เพราะมีผู้ศึกษาพบว่ามีสารฟีนอลิก สารแคโรทีนอยด์ สารเมือก และ เบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารกลุ่มสารพฤกษเคมี สารพฤกษเคมีเหล่านี้หลายชนิดมีฤทธิ์ต่อต้านหรือป้องกันโรคบางชนิด รวมถึงช่วยชะลอความแก่และช่วยป้องกันโรคซึ่งเกิดจากการดำเนินชีวิตประจำวัน เช่น ความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจ อีกทั้งยังมีการศึกษาที่พบว่า ผักปลังมีผลในการป้องกันโรคมะเร็ง (“ผักปลัง” ผักมากประโยชน์ ช่วยป้องกัน “มะเร็ง”, 2566) กลไกการทำงานของสารพฤกษเคมีเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งปัจจุบันพบสารพฤกษเคมีแล้วมากกว่า 5,000 ชนิด และพบว่าสารพฤกษเคมีสร้างประโยชน์ด้วยกลไกการออกฤทธิ์ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การต้านออกซิเดชัน ทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระ ลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ เป็นกลไกสำคัญที่ทำให้สารพฤกษเคมี ลดการเกิดโรคมะเร็ง ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันต้านทานโรค และควบคุมการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน เป็นต้น (Wikipedia contributors, 2557) ในปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยต่อยอดสมุนไพรไทยจนเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง สมุนไพรไทยนั้นนับเป็นจุดแข็งของประเทศไทย ซึ่งมีการใช้กันมาอย่างยาวนาน และเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ส่งต่อรุ่นสู่รุ่น รวมถึงผักพื้นบ้านของทางภาคเหนือ นอกเหนือจากสรรพคุณทางการแพทย์แล้ว ชาวบ้านยังนิยมปลูกเป็นพืชผักสวนครัวเพื่อใช้ในการบริโภค โดยส่วนใหญ่นิยมนำยอดผักปลังมาประกอบอาหาร เช่น จอผักปลัง และ ผักปลัง เป็นต้น ในส่วนของผลผักปลังไม่ถูกนิยมนำมาบริโภค ส่วนมากจะถูกทิ้งให้เป็นอาหารของนกพื้นถิ่นหรือปล่อยให้แห้งตายเพื่อเป็นเมล็ดพันธุ์ในการปลูกในฤดูการต่อไป ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาสารพฤกษเคมีของ

ผลผักปลัง และเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ Phenolic และ Flavonoid และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในผลผักปลังที่สกัดโดยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เพื่อหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระในแต่ละชนิดและเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับศักยภาพของผลผักปลังในเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ นับเป็นการส่งเสริม ยกระดับและเพิ่มคุณค่าให้แก่พืชท้องถิ่นของภาคเหนืออีกด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

เก็บผลผักปลังจากอำเภอแม่แตงและอำเภอสันทรายจังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2565

2. การเตรียมสารทดสอบ

2.1 การเตรียมสารสกัดส่วนน้ำ DW ของผลผักปลัง

นำผลผักปลังมาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วจึงนำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 2 วัน แล้วนำผลที่แห้งไปบดด้วยเครื่องบดละเอียด จากนั้นนำผลที่บดละเอียดมาผสมกับ DW ปริมาณ 200 ml โดยทำการปั่นโดย Overhead stirrer เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วจึงกรองสารด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) และปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) แล้วกรองสารที่ได้ผ่านผ้าขาวบางอีกรอบ นำสารที่เป็นกากไปตากแห้งและเก็บสารละลายส่วนใสไปทำการระเหยด้วยเครื่อง evaporator จากนั้นนำสารที่ได้จากการระเหยไปปั่นแข็งด้วย freezer และทำแห้งด้วยเครื่อง lyophilizer ได้สารสกัดส่วน DW ของผลผักปลัง นำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20 °C ก่อนทำการทดสอบ

2.2 การเตรียมสารสกัดส่วน EtOH 70% ของผลผักปลัง

นำผลผักปลังล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วจึงนำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 2 วัน แล้วนำผลที่แห้งไปบดด้วยเครื่องบดละเอียด จากนั้นนำผลที่บดละเอียดมาผสมกับ 70% EtOH ปริมาณ 300mL โดยทำการปั่นโดย Overhead stirrer เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วจึงกรองสารด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) และปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) แล้วกรองสารที่ได้ผ่านผ้าขาวบางอีกรอบ นำสารที่เป็นกากไปตากแห้งและเก็บสารละลายส่วนใสไปทำการระเหยด้วยเครื่อง evaporator จากนั้นนำสารที่ได้จากการระเหยไปปั่นแข็งด้วย freezer และทำแห้งด้วยเครื่อง lyophilizer ได้สารสกัดส่วน EtOH 70% ของผลผักปลัง นำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20 °C ก่อนทำการทดสอบ

2.3 เตรียม Stock Sample

Stock Sample 100 mg/ml ประกอบด้วย Solvent (DMSO) 1 ml + Sample 100 mg ละลายสารได้ 4 ความเข้มข้น ดังนี้ 100, 10, 5 และ 2.5 โดยใช้ Sample คือ ผลผักปลังที่สกัดด้วย DW และ EtOH 70% โดยใช้ Solvent คือ DMSO ในการละลาย

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดผลผักปลัง

3.1 Total Phenolic Compound (TPC)

3.1.1 เตรียม Gallic Acid (Standard)

- Dilute Gallic acid 1 mg + DW 1 ml (stock 1 mg/ml)

Concentration (mg/ml)	Stock std. mg/ml (μ l)	DW (μ l)
0.025	25	975
0.05	50	950
0.10	100	900
0.15	150	850
0.20	200	800
0.25	250	750
0.30	300	700

3.1.2 เตรียม Folin Ciocalteu reagent และทำการ Dilute Folin โดยใช้ DW อัตราส่วน 1:1

3.1.3 เตรียม 7% Na_2CO_3 โดยผสม Na_2CO_3 7 g และ DW 100 ml

3.1.4 ผสม Mixture 1 โดยใช้ Folin : DW ที่เตรียมไว้ปริมาณ 10 μ l/well ผสมกับ DW ปริมาณ 40 μ l/well

3.1.5 ผสม Mixture 2 โดยใช้ 7% Na_2CO_3 ที่เตรียมไว้ปริมาณ 100 μ l/well ผสมกับ DW ปริมาณ 80 μ l/well

3.1.6 หยด DMSO: blank สำหรับ Sample, DW: blank สำหรับ Standard นำ Sample และ Standard หยดลงใน plate ปริมาณ 10 μ l/well และหยด Mixture 1 ลงใน plate ปริมาณ 50 μ l/well รอ 10 นาที จากนั้นหยด Mixture 2 ลงใน plate ปริมาณ 180 μ l/well Incubate ที่ 45°C เป็นเวลา 15 นาที นำมาพักไว้ 5 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm เพื่ออ่านค่า

3.2 Flavonoid

3.2.1 เตรียม Catechin (Standard)

- Catechin 1 mg + MeOH 1 ml (stock 1 mg/ml)

Concentration (mg/ml)	Stock std. 1 mg/ml (μ l)	MeOH (μ l)
0.02	20	980
0.04	40	960
0.08	80	920
0.16	160	840
0.32	320	680
0.62	640	360

3.2.2 เตรียม 5% NaNO_2 โดยผสม NaNO_2 5 g และ DW 100 ml

3.2.3 เตรียม 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ โดยผสม $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 10 g และ DW 100 ml

3.2.4 เตรียม 1M NaOH โดยผสม NaOH 4 g และ DW 100 ml

3.2.5 ผสม Mixture 1 โดยใช้ 5% NaNO_2 ที่เตรียมไว้ปริมาณ 9 μ l/well ผสมกับ 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมไว้ปริมาณ 18 μ l/well และ DW ปริมาณ 150 μ l/well

3.2.6 ผสม Mixture 2 โดยใช้ NaOH ที่เตรียมไว้ปริมาณ 60 μ l/well และ DW ปริมาณ 33 μ l/well

3.2.7 หยด DMSO: blank สำหรับ Sample, MeOH: blank สำหรับ Standard นำ Sample และ Standard หยดลงใน plate ปริมาณ 30 μ l/well และหยด Mixture 1 ลงใน plate ปริมาณ 177 μ l/well รอ 20 นาที จากนั้นหยด Mixture 2 ลงใน plate ปริมาณ 98 μ l/well รอ 5 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm เพื่ออ่านค่า

3.3 FRAP assay

3.3.1 เตรียม Ferrous sulfate 25 – 800 μ M (Standard)

3.3.2 เตรียมสารละลาย FRAP reagent โดยใช้ 300 mM Acetate Buffer, pH 3.6

- Sodium acetate-trihydrate 775 mg + acetic acid 4 ml + DW 246 ml

3.3.3 เตรียม 10 mM TPTZ (2,4,6 – tripyridyl- S- trihydrate) solution ใน 40 mM HCl

- TPTZ 0.031 g + 40 mM HCl 10 ml (ละลายใน 50°C ใน water bath)

- 40 mM HCl: ความเข้มข้น. HCl 146 μ l และ ปรับปริมาตรเป็น 100ml)

3.3.4 เตรียม 20 mM Ferric chloride (Iron (III) chloride hexahydrate, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

- $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.054 g + DW 10 ml

- NaOH 4 g + DW 100 ml

3.3.5 FRAP reagent อัตราส่วน 10:1:1

- 300 mM acetate buffer 200 ml

- 10 mM TPTZ 20ml

- 20 mM FeCl₃ 20 ml

- DW 24 ml

รวม 264 ml

3.3.6 Standard/Sample 10 µl + FRAP reagent 290 µl ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลาเป็นเวลา 4 นาที

3.3.7 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 nm

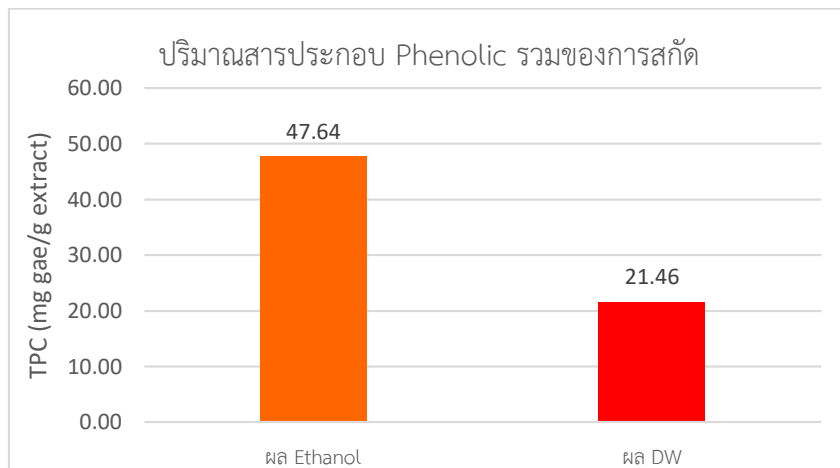
ผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลผักปลังที่สกัดด้วย DW และ EtOH ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารพฤกษเคมีของผลผักปลัง และเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ Phenolic และ Flavonoid และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในผลผักปลังที่สกัดโดยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เพื่อหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระในแต่ละชนิด จากนั้นนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ทางผู้วิจัยรายงานผลตามวัตถุประสงค์มีรายละเอียดดังนี้

1. ผล Total Phenolic Compound (TPC)

ตารางที่ 1 ตารางแสดงปริมาณ Phenolic ที่ได้จากผลผักปลังที่สกัดด้วย DW และ EtOH

Condition	TPC (mg gae/ g extract)			Mean	SD
	n=1	n=2	n=3		
ผล EtOH	49.64	48.05	45.23	47.64	2.23
ผล DW	24.52	18.54	21.33	21.46	2.99



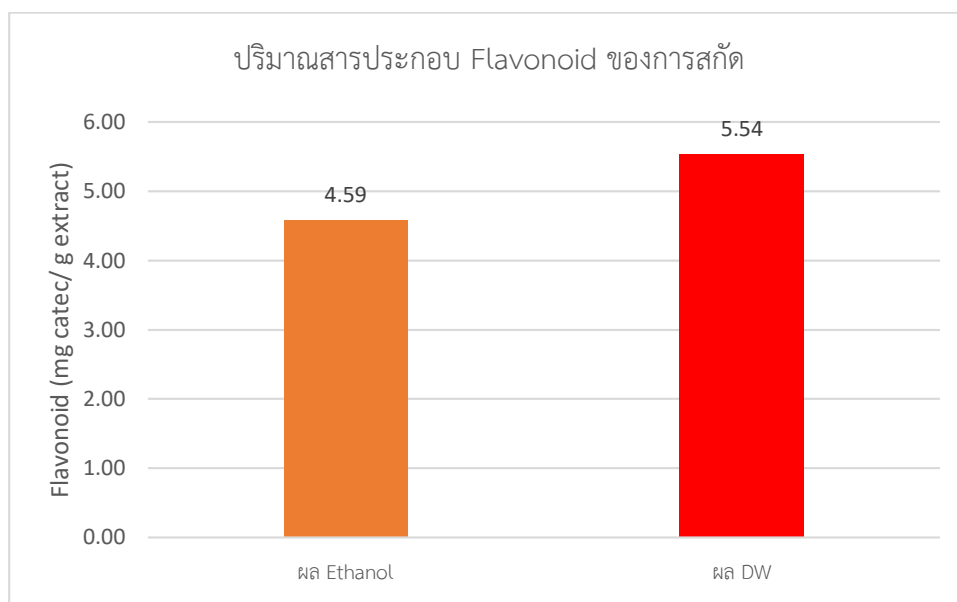
ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงปริมาณ Phenolic ที่ได้จากผลผักปลังที่สกัดด้วย DW และ EtOH

จากตารางที่ 1 พบว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70% นำมาหาปริมาณ Phenolic ทั้งสิ้น 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังนี้ 49.64 mg gae/g extract, 48.05 mg gae/g extract และ 45.23 mg gae/g extract ตามลำดับ เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจึงได้ค่าเฉลี่ยที่ 47.64 ± 2.23 mg gae/g extract ซึ่งมีปริมาณ Phenolic มากกว่า การสกัดผลด้วย DW ที่ทำการทดลอง 3 ครั้งได้ผลการทดลองดังนี้ 24.52 mg gae/g extract, 18.54 mg gae/g extract และ 21.33 mg gae/g extract ตามลำดับ เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจึงได้ค่าเฉลี่ยที่ 21.46 ± 2.99 mg gae/g extract ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70%

2. ผล Flavonoid

ตารางที่ 2 ตารางแสดงปริมาณ Flavonoid ที่ได้จากผลผักปลังที่สกัดด้วย DW และ EtOH

Condition	Flavonoid (mg catec/ g extract)			Mean	SD
	n=1	n=2	n=3		
ผล EtOH	3.87	5.97	3.92	4.59	1.20
ผล DW	4.79	6.39	5.43	5.54	0.81



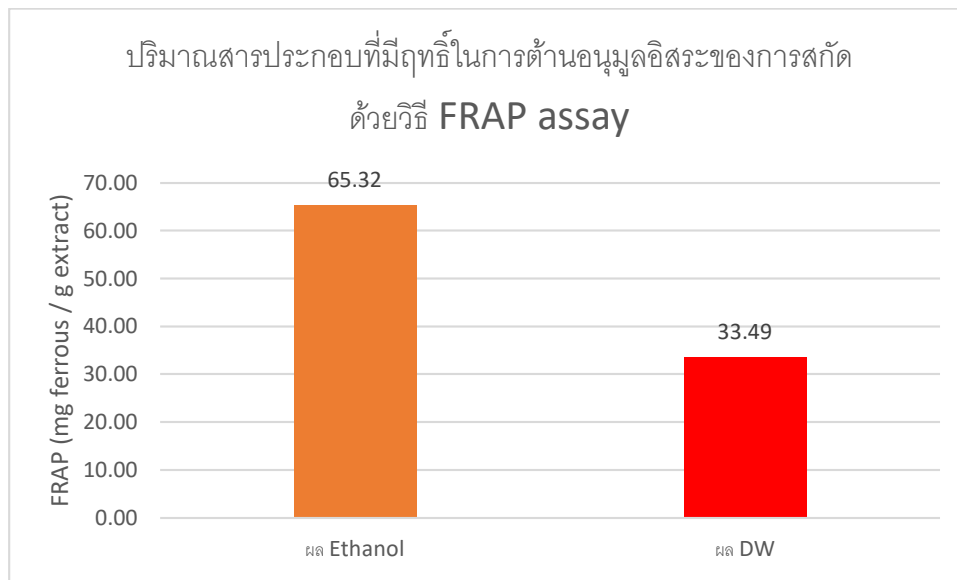
ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงปริมาณ Flavonoid ที่ได้จากผลผักปลังที่สกัดด้วย DW และ EtOH

จากตารางที่ 2 พบว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ DW นำมาหาปริมาณ Flavonoid ทั้งสิ้น 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังนี้ 4.79 mgCE/g extract, 6.39 mgCE/g extract และ 5.43 mgCE/g extract ตามลำดับ เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจึงได้ค่าเฉลี่ยที่ 5.54 ± 0.81 mgCE/g extract ซึ่งมีปริมาณ Flavonoid มากกว่า การสกัดผลด้วย EtOH 70% ที่ทำการทดลอง 3 ครั้งได้ผลการทดลองดังนี้ 3.87 mgCE/g extract, 5.97 mgCE/g extract และ 3.92 mgCE/g extract ตามลำดับ เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจึงได้ค่าเฉลี่ยที่ 4.59 ± 1.20 mgCE/g extract ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ DW

3. ผล FRAP Assay

ตารางที่ 3 ตารางแสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในสารที่ได้จากผลผักปลังที่สกัดด้วย DW และ EtOH

Condition	FRAP (mg ferrous/ g extract)			Mean	SD
	n=1	n=2	n=3		
ผล EtOH	65.44	62.73	68.78	65.32	3.53
ผล DW	33.44	33.59	33.45	33.49	0.08



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงปริมาณสารประกอบที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากผลผักปลังที่สกัดด้วย DW และ EtOH ด้วยวิธี FRAP assay

จากตารางที่ 3 พบว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70% นำมาทำ FRAP assay ทั้งสิ้น 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังนี้ 65.44 mgF/g extract, 62.73 mgF/g extract และ 68.78 mgF/g extract ตามลำดับ เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจึงได้ค่าเฉลี่ยที่ 65.32 ± 3.53 mgF/g extract ซึ่งมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันมากกว่า การสกัดผลด้วย DW ที่ทำการทดลอง 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังนี้ 33.44 mgF/g extract, 33.59 mgF/g extract และ 33.45 mgF/g extract ตามลำดับ เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจึงได้ค่าเฉลี่ยที่ 33.49 ± 0.08 mgF/g extract ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการสกัดจากผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70%

สรุปผล

ในการวิจัยเรื่องการศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลผักปลังที่สกัดด้วย DW และ EtOH ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารพฤกษเคมีของผลผักปลัง และเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ Phenolic และ Flavonoid และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในผลผักปลังที่สกัดโดยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เพื่อหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระในแต่ละชนิด จากนั้นนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ทางผู้วิจัยจึงสรุปผลตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

จากการใช้สถิติเชิงพรรณนาจากตารางที่ 1 พบว่าการสกัดผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70% มีปริมาณ Phenolic มากกว่าการสกัดผลผักปลังโดยใช้ DW ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 47.64 ± 2.23 mg gae/g extract และ 21.46 ± 2.99 mg gae/g extract ตามลำดับ การสกัดผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70% จึงเหมาะสมในการใช้เพื่อสกัดสาร Phenolic มากกว่า DW

จากการใช้สถิติเชิงพรรณนาจากตารางที่ 2 พบว่าการสกัดผลผักปลังโดยใช้ DW มีปริมาณ Flavonoid มากกว่าการสกัดผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 5.54 ± 0.81 mgCE/g extract และ 4.59 ± 1.20 mgCE/g extract ตามลำดับ การสกัดผลผักปลังโดยใช้ DW จึงเหมาะสมในการใช้เพื่อสกัดสาร Flavonoid มากกว่า EtOH 70%

จากการใช้สถิติเชิงพรรณนาจากตารางที่ 3 พบว่าการสกัดผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70% มีปริมาณสารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ มากกว่าการสกัดผลผักปลังโดยใช้ DW ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 65.32 ± 3.53 mgF/g extract และ 33.49 ± 0.08 mgF/g extract ตามลำดับ การสกัดผลผักปลังโดยใช้ EtOH 70% จึงเหมาะสมในการใช้เพื่อสกัดสารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP assay มากกว่า DW

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การศึกษาสารพฤกษเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลผักปลังที่สกัดโดย DW และ Ethanol สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจาก ได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวีวรรณ วงศ์ภูมิชัย ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมถึงให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ ห้องแล็บชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อการทดลองในครั้งนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณ ศิริณัช ติมนันท์ ที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำ จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. ผักพื้นบ้าน.

แหล่งข้อมูล: <http://singburi.doae.go.th/acri>. ค้นเมื่อ 31 มีนาคม 2565.

กัญญา ตีวีเศษ. 2548. ผักพื้นบ้านภาคเหนือ, ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ องค์การ

สงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2539. หนังสือสมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. “ผักปลัง Ceylon Spinach”.

สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

ดร.วิทย์ เทียงบูรณธรรม. 2542. หนังสือพจนานุกรมสมุนไพรไทย, ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 5. “ผักปลัง”.

สำนักพิมพ์ รวมสาส์น, กรุงเทพฯ.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว. (ม.ป.ป). อนุมูลอิสระคืออะไร? ทำไมต้องสารต้านอนุมูลอิสระ.

แหล่งข้อมูล: <http://dna.kps.ku.ac.th>. ค้นเมื่อ 31 มีนาคม 2565.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. สารานุกรมสมุนไพร: รวมหลักเภสัชกรรมไทย, ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์

โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

สมพร หิรัญรามเดช. 2546. หนังสือสมุนไพรใกล้ตัว เล่มที่ 13 ว่าด้วยสมุนไพรแต่งสี กลิ่น รส. สำนักพิมพ์ สาย

วิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

โชติอนันต์. 2550. รักษาโรคด้วยสมุนไพรใกล้ตัว. สำนักพิมพ์ The Knowledge Center, กรุงเทพฯ.

Bangkok Hospital. (ม.ป.ป.). สาเหตุที่ก่อให้เกิดสารอนุมูลอิสระในร่างกาย.

แหล่งข้อมูล: <https://bangkokhatyai.com>. ค้นเมื่อ 31 มีนาคม 2565.

Draelos ZD. 2001. Botanicals as topical agents. Clin Dermatol. 19: 474- 7.

Dweck AC. 2009. The internal and external use of medicinal plants. Clin Dermatol. 27: 148-58.

Krishnendu P. 2016. Cell growth inhibition and apoptosis by extract of *Basella alba* plant on U937 cells. World J Pharm Pharm Sci. 5:1251-61.

Maisuthisakul P, Pasuk S, Ritthiruangdej P. 2008. Relationship of antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. J Food Compos Anal. 21:229-40.

NParks. (n.d.). *Basella alba*. Available: <https://www.nparks.gov.sg>. Accessed Mar 31, 2022.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุพันธ์ กงบังเกิด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร. จรรย์ธร บุญญานุภาพ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชคณิต จงจิตวิมล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รองศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี ศรีธาวีรัตน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ ศรีแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชจรี สิงห์พันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น้ำฝน เบ้าทองคำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ ปานปราณีเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมมา ตั้งวรรณวิทย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
รองศาสตราจารย์ ธรรม์ณชาติ วันแต่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดพิรุณ ศุภรากรสกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อาจารย์ ดร.ณัฐพล ปีกการะนัง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อาจารย์ ดร.วศินี รุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อาจารย์ ดร. ฤทัยรัตน์ น้อยคนดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา ชูมณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรักษ์ รอดเกตุ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อาจารย์ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นรัตวี รัตน์วัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรางค์รัตน์ พันแสง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อีสระ ตั้งสุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัชชัย เครือมือ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล จันทร์มา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูริย์ สอนทน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อาจารย์ ดร.สุพรรณษา น้อยนคร	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมนิยา วันชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจษฎาพร ปาคำวัง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดวงจันทร์ สีหราช	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
sci.pcru.ac.th

83 ม.11 ถ.สระบุรี-หล่มสัก ต.สะเดียง
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทร.056-717122