



วารสาร ผลิตภัณฑ์เกษตร

MAEJO JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2568 VOL.7 NO.1 JANUARY - APRIL 2025



ISSN 3027-7183 [Online]

ThaiJo
วารสารผลิตภัณฑ์เกษตร



วารสารผลิตกรรมการเกษตร Maejo Journal of Agricultural Production

วารสารผลิตกรรมการเกษตร หรือ Maejo Journal of Agricultural Production (MJAP) จัดทำโดยคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อการเผยแพร่ผลงานวิจัยด้านการเกษตรหรือที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ของนักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการ ทั้งในและนอกสถาบัน มีกำหนดตีพิมพ์เผยแพร่ปีละ 3 ฉบับ โดยกำหนดออกในเดือนเมษายน สิงหาคม และธันวาคม ของทุกปี โดยเริ่มตีพิมพ์ฉบับแรกในเดือนเมษายน 2562 ปัจจุบันวารสารได้รับการคัดเลือกเข้าสู่ฐานข้อมูลของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thailand Citation Index, TCI) ให้เป็นวารสารที่มีคุณภาพกลุ่มที่ 2 (TCI กลุ่ม 2) ตั้งแต่ กุมภาพันธ์ 2568

นโยบายการจัดพิมพ์

รับบทความวิชาการด้านการเกษตร หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร เช่น นวัตกรรมและเทคโนโลยีด้านการเกษตร เป็นต้น ตีพิมพ์ในรูปแบบ บทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full length article) แบบเนื้อหา (Short communication) รวมถึงบทความประมวลความรู้เชิงวิเคราะห์ (Review article) หรือบทความปริทัศน์ โดยบทความดังกล่าวจะต้องไม่เคยได้รับการตีพิมพ์ หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ในวารสารอื่นมาก่อน บทความอาจจะเขียนโดยใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ แต่บทความจะต้องมีภาษาอังกฤษด้วย หากบทความเขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งฉบับ ผู้ประพันธ์ต้องรับผิดชอบการตรวจแก้ไขภาษาเอง หากบรรณาธิการพบว่าการใช้ภาษาอังกฤษไม่สามารถสื่อสารได้ชัดเจน อาจจะปฏิเสธการพิจารณาบทความได้ ยกเว้นผู้ประพันธ์แก้ไขการใช้ภาษาและมีเอกสารยืนยันว่าได้ผ่านการตรวจแก้ไขภาษาจากผู้เชี่ยวชาญภาษาอังกฤษแล้วจึงจะลงทะเบียนรับบทความและดำเนินการขั้นตอนต่อไป บทความที่ตีพิมพ์ในวารสาร จะต้องส่งในรูปแบบการเขียนตามที่กำหนด (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในคำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับตีพิมพ์) มีค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์ 3,500 บาท โดยจ่ายหลังจากตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบเบื้องต้น ก่อนจะติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิให้ตรวจประเมินบทความ ทั้งนี้ ค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์ดังกล่าวจะไม่ได้รับคืนไม่ว่าจะเป็นกรณีใด ๆ และไม่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาคุณภาพเพื่อตอบรับการตีพิมพ์ สำหรับผู้สนใจบทความสามารถเข้าถึงเนื้อหาผลงานตีพิมพ์ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (Open access)

ทุกบทความที่จะได้รับการตีพิมพ์จะได้รับการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ท่าน จากหลากหลายสถาบันและไม่ได้มาจากสถาบันเดียวกันกับผู้ประพันธ์บทความ เมื่อผ่านการตรวจสอบและแก้ไขตามคำแนะนำแล้ว บรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งพิมพ์ตามที่เห็นสมควร และไม่รับพิจารณาต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์การตีพิมพ์ของวารสาร

เนื้อหาบทความในวารสารนี้ เป็นความคิดเห็นของผู้เขียน โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจอ่าน คณะผู้จัดทำไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยและมีใช่ความรับผิดชอบของคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ติดต่อสอบถาม

วารสารผลิตกรรมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

อีเมล jap@mju.ac.th เว็บไซต์ <http://jap.mju.ac.th>

โทรศัพท์ +66 5387 3618 โทรสาร +66 5387 3628

ที่ปรึกษา

อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ คณะผลิตกรรมการเกษตร

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ คณะผลิตกรรมการเกษตร

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา หาญนอก

บรรณาธิการผู้ช่วย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผานิตย์ นาขยัน

อาจารย์ ดร.จุฑามาศ อาจนาเสียว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เข็มฮัก

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.กมล เลิศรัตน์

ศาสตราจารย์ ดร.दनัย บุญเกียรติ

ศาสตราจารย์ ดร.โสระยา ร่วมรังสี

ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช

ศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน

รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรม

รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย รัตน์ขเลศ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล เศรษฐบุตร

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐา โพธารมณ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธิ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตี ศรีตันทิพย์

รองศาสตราจารย์ ดร.พีระศักดิ์ ฉายประสาท

รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ สาครวาสี

รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภิดา อ่ำทอง

รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชิต พลบูรณ์การ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะศักดิ์ ชุ่มพฤษ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรวัฒน์ สนิทชน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร ไรจน์ทินกร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พหล ศักดิ์คะทัศน์

อาจารย์ ดร.วิบูล เป็นสุข

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

คณะกรรมการดำเนินการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ พลະปัญญา

นางสาวนวลทิพย์ ชัยลั่นฟ้า

นางอภิชนา วงศ์วารเดชะ

นางสาวมณฑนา ทับทิมทอง

เรื่องเล่า ... เล่มนี้

MAEJO JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ในหนึ่งรอบปี ย่อมมีหลายฤดูกาล ซึ่งแต่ละฤดูก็มีความสวยงามในแบบฉบับของมัน เช่นกันกับวารสาร ผลิตรกรรมเกษตรที่ย่อมมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อบรรณาธิการวารสารฯ รองศาสตราจารย์ ดร. ชีรนุช เจริญกิจ มีวาระเกษียณในปี พ.ศ. 2568 นี้ ก็ใกล้ถึงรอบของ ว่าที่บรรณาธิการคนใหม่จะได้เข้ามารับผิดชอบและช่วยบริหารจัดการวารสารในลำดับต่อไป ก็ได้แต่หวังว่า ผู้อ่านทุกท่านยังจะให้การสนับสนุนและติดตามอยู่เหมือนเดิม

เมื่อวารสารฯ ถูกจัดอยู่ใน Tier 2 ในการประเมินรอบที่ผ่านมา (2568) ต้องยอมรับว่า ทีมงานทุกคนตกใจกับผลการประเมินที่ผิดจากที่คาดหวัง แต่เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด ก็ค้นพบสาเหตุที่แท้จริง จึงได้วางแผนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และทีมงานก็ไม่ได้ย่อท้อ ในทางกลับกัน กลับคิดว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง เราต้องปรับเปลี่ยน เพื่อปรับปรุงในสิ่งที่เราอาจพองไปบ้าง ในเล่มที่ 1 ของปีที่ 7 นี้ ทีมงานวารสารฯ ได้ปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน โดยเพิ่มการตรวจสอบและเพิ่มรายละเอียดบางส่วนให้มากขึ้น เพื่อสร้างมาตรฐานคุณภาพของวารสารฯ และสร้างความเชื่อมั่นของผู้อ่านและผู้แต่งให้มากขึ้น ส่วนตัวมีความเชื่อว่า ทุกการเปลี่ยนแปลง จะนำมาซึ่งโอกาสใหม่เสมอ การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้พวกเราได้เรียนรู้สิ่งใหม่ และพยายามพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าเดิม

สำหรับสิ่งใหม่ที่ผู้อ่านจะได้เห็นในเล่มนี้คือ รายการเอกสารอ้างอิง ที่ได้ปรับเป็นรายการภาษาอังกฤษทั้งหมด แนวคิดนี้มาจากแผนยกระดับวารสารฯ ให้เข้าสู่มาตรฐานสากล ช่วงเปลี่ยนถ่ายยากยากเสมอ แต่เมื่อทุกอย่างลงตัว เราจะมาชมดอกไม้ที่เริ่มผลิบานไปด้วยกันค่ะ

สวัสดิ์ค่ะ



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา หาญนอก
รองบรรณาธิการ

สารบัญ

ทัศนคติ ความพร้อม และความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของสมาชิกกลุ่มเชียงใหม่แฟร์มิลค์จังหวัด
ลำพูน

1

ธนกฤต ทวีวงษ์ จักรพงษ์ พวงงามชื่น นครเศร รังควัต และปิยะ พลະปัญญา

ผลของปุ๋ยรียควบคุมการปลดปล่อยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และ กข41

13

เครือวัลย์ จันทรเพ็ญ เพ็ญนภา จักรสมศักดิ์ จีราภรณ์ อินทสาร และสาวิกา กอนแสง

การลดการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในผักสลัดที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์

22

รุจิรา ตะติ เพ็ญนภา จักรสมศักดิ์ และสาวิกา กอนแสง

ความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่

32

ดวงแข เจริญนกุล สายสกุล พองมูล* สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และณารักษ์ เวชสิทธิ์นิรภัย

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของ
เกษตรกรในพื้นที่ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

44

ศุภชัย สุทธิเจริญ เสาวลักษณ์ สุทธิเจริญ และภาณุทัศน์ แสนสุภา

การพัฒนาเครื่องปิ้งย่างปลาแบบสายพานตะแกรง เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตแกงไตปลาตัว

56

ปิยะพงษ์ สิงห์บัว รักพงษ์ ชันธิวิธิ สवास อาจสาลี กันตพงษ์ แซ่โฮ และวิรุณ โมณะตระกูล

การใช้ระบบสมาร์ฟาร์มในการให้น้ำร่วมกับการใช้สารสกัดจากพืชเป็นเหยื่อพิษควบคุมแมลงวันฟริกเพื่อ
เพิ่มผลผลิตฟริก

67

กันตภณ มะหาหมัด คุณยา ศรีโยม ไสว บัวแก้ว และวนิดา เพ็ชรลมูล

การปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศให้สามารถออกดอกได้ตลอดปีเพื่อการผลิตในประเทศไทย

79

พรหมพร ธิวงศ์เวียง เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร และณฤมล เข้มกลัดเงิน

ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

90

ภัทรมน มหุวรรณ ปิยะ พลະปัญญา นครเศร รังควัต และพหล ศักดิ์คะทัศน์

การบดลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกที่เหมาะสมเพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

101

สุนทร สืบคำ เจษฎากร ไชยจิตร พงศธร ทะตัน เสมอขวัญ ต้นติกุล บัณฑิต หิรัญสถิตพร สมคิด ดีจริง
บัวเรียม มณีวรรณ และระวิน สืบคำ

แนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในตำบลหนองคล้า อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร

114

ชวนกร ธรรมานิตย์ ชลารฐ จูเจริญ และพัชรชาติ ศรีบุญเรือง

สารบัญ (ต่อ)

ผลของวิธีการทำแห้งต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพปริมาณไซยาในดองเหลือ และคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของฟลาวมันสำปะหลังสายพันธุ์ระยะของ 11	124
กฤติกา ชุมหวีจิตร และนิสากร ศรีธัญรัตน์	
การเลี้ยงโคเนื้อสู่การผลิตโคขุนคุณภาพของวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคเนื้อ อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช	136
สุภาวรรณ ชุมพงศ์* มณฑิชา พุทชาคำ และนารีรัตน์ สี่ระสาร	
การประเมินปริมาณไนโตรเจนในใบสดของกล้วยไม้สกุลหวายไซเนียพันธุ์เอียสกุลแบบไม่ทำลายตัวอย่างด้วยเทคนิคการวิเคราะห์พหุตัวแปรของการสะท้อนแสงที่มองเห็นได้	148
ศุภสุดา การุจี สิรินาฏ น้อยพิทักษ์ วันรัฐ อับดุลลาการิม และศุภธิดา อับดุลลาการิม	
การปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้งของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ตำบลปลายกลัด อำเภอบางซ้าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	161
พิมพ์พิดา ทับทัน และนริศรา อินทะศิริ	
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้เทคโนโลยีเครื่องมือ หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ สำหรับการจัดการสวนปาล์มน้ำมันแปลงใหญ่ของเกษตรกร จังหวัดกระบี่	172
วัชรศิษฐ์ ยิ่งขจร สุภาภรณ์ เลิศศิริ ฤติดา มณีวรรณ และชลาธร จูเจริญ	
คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ	184
Guide for Authors	188

ทัศนคติ ความพร้อม และความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของสมาชิกกลุ่มเชียงใหม่เฟรชมิลค์ จังหวัดลำพูน

Attitude, Readiness and Needs towards Organic Dairy Farming of Chiang Mai Fresh Milk Group Members in Lamphun Province

ธนกฤต ทวีวงษ์ จักรพงษ์ พวงงามชื่น* นครเศ รังควัด และปิยะ พลະปัญญา

Thanakrit Tavevong Jukkaphong Pong-ngamchuen* Nakarate Rungkawat and Piya Palapanya

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและการพัฒนาชนบท คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: jukkaphong.mju@gmail.com

(Received: 4 April 2023; Revised: 14 June 2023; Accepted: 3 July 2023)

Abstract

Currently, consumer demand for organic food in Thailand is rapidly increasing, including organic raw milk products. Meanwhile, Thailand was able to produce organic raw milk in relatively small amounts. Therefore, it was necessary to change the dairy farming style to meet organic livestock standards. Therefore, this research focuses on the study of basic personal, economic, social, psychological characteristics, needs, factors affecting needs, and problem and obstacles as well as suggestions for raising organic dairy farming of farmers. Data were collected by interview schedule and a set of questions from 146 out of 192 Chiang Mai fresh milk group members in Lamphun province by purposive sampling method. Specifically, 146 farms, 1 person each farm who signed the sale of fresh milk with Chiang Mai Fresh Milk Co., Ltd. consisting 91 from Mae Tha, 28 from Ban Thi, and 27 from Ban Hong raw milk purchase center. Obtained data were analyzed by descriptive and inferential statistics, and rationale content analysis. The results reveal that most of the farmers (87.00%) were male, with an average age of 47.26 years old, completed secondary school (34.20%), and married (86.50), while, they were engaged in agriculture as their main occupation (96.60%) and only 18.50% were general employment as their supplement occupation. They had average annual dairy income of 663,356.16 baht and 33,179.45 baht for the average annual non-dairy income. Farmers had average holding area for dairy farming of 3.06 rai. Besides, most of the farmers (82.20%) had never attended organic farming training. They were members of Chiang Mai fresh milk group, Lamphun province 9.25 years on average and they were most perceived information regarding organic dairy farming via online media (54.80%). As a whole, farmers' attitudes toward organic farming and readiness to raise organic dairy farming were both in moderate level ($\bar{X}$ =3.25 and $\bar{X}$ =3.37). However, farmers' needs for organic dairy farming as a whole was at the high level ($\bar{X}$ =3.82). Moreover, the study found 8 factors

affecting farmers' needs for organic dairy farming as followed: gender, age, educational attainment, average annual non-dairy income, training on organic farming information perceiving on organic dairy farming via online media, attitude on organic farming, and readiness of organic dairy farming. The main problems of farmers were the treatment of dairy cows with antibiotics and chemical contamination of roughage. The reducing of organic livestock standards for the use of certain antibiotics on dairy cows and encourage farmers to grow roughage crops according to organic standards.

Keywords: Attitude, readiness, need of organic dairy farming, Chiang Mai fresh milk group members

บทคัดย่อ

กระแสความต้องการบริโภคอาหารปลอดภัยของผู้บริโภคในประเทศไทยมีเพิ่มมากขึ้น รวมไปถึงผลิตภัณฑ์จากนํ้านมดิบอินทรีย์ ในขณะที่ประเทศไทยสามารถผลิตนํ้านมดิบอินทรีย์ได้ในปริมาณที่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงโคนมให้ได้มาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์จึงเป็นเรื่องจำเป็น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปที่ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม ลักษณะทางจิตวิทยา ความต้องการ ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการ และปัญหาอุปสรรคตลอดจนข้อเสนอแนะในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกร โดยเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์และชุดคำถามจากสมาชิกกลุ่มเชียงใหม่เฟรชมิลค์จังหวัดลำพูนจำนวน 146 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจงจากสมาชิกผู้ลงนามในสัญญาซื้อขายนํ้านมดิบกับบริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด จำนวน 146 ฟาร์ม ๆ ละ 1 คน จากสมาชิกทั้งหมด 192 คน จากศูนย์รับนํ้านมดิบอำเภอแม่ทา 91 คน อำเภอบ้านธิ 28 คน และอำเภอบ้านโฮ่ง 27 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา สถิติเชิงอนุมาน และการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงเหตุผล ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 87.00) เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 47.26 ปี สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ร้อยละ 34.20) สมรสแล้ว (ร้อยละ 86.50) โดยเกษตรกรเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 96.60) ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นอาชีพหลัก และรับจ้างทั่วไปเป็นอาชีพรอง (ร้อยละ 18.50) รายได้เฉลี่ยต่อปีจากการเลี้ยงโคนม 663,356.16 บาท และ 33,179.45 บาท สำหรับรายได้เฉลี่ยต่อปีนอกเหนือจากการเลี้ยงโคนม มีพื้นที่ถือครองในการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 3.06 ไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 82.20) ไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ เป็นสมาชิกกลุ่มเชียงใหม่เฟรชมิลค์จังหวัดลำพูนเฉลี่ย 9.25 ปี และมีการรับรู้ข่าวสารด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ผ่านสื่อออนไลน์มากที่สุด (ร้อยละ 54.80) เกษตรกรมีทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์และมีความพร้อมในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ =3.25 และ $\bar{X}$ =3.37) และเกษตรกรมีความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.82) ในขณะที่พบ 8 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกรได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อปีนอกเหนือจากการเลี้ยงโคนม การเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ การรับรู้ข่าวสารด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ผ่านระบบออนไลน์ ทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์ และความพร้อมในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ปัญหาหลักของเกษตรกรคือ การรักษาโคนมด้วยยาปฏิชีวนะและการปนเปื้อนสารเคมีในอาหารหยาบ โดยเกษตรกรต้องการให้มีการลดหย่อนมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ด้านการใช้ยาปฏิชีวนะบางชนิดกับโคนมและส่งเสริมการปลูกพืชอาหารหยาบให้ได้มาตรฐานอินทรีย์ให้แก่เกษตรกร

คำสำคัญ: ทัศนคติ ความพร้อม ความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ สมาชิกกลุ่มเชียงใหม่เฟรชมิลค์

คำนำ

น้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนมเป็นแหล่งอาหารที่มีความสำคัญต่อประชากรทั่วโลก ดังนั้นกระบวนการผลิตน้ำนมดิบจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะเป็นจุดเริ่มต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งต้องคำนึงถึงคุณภาพ ความสะอาด ความปลอดภัยของผู้บริโภคในทุกขั้นตอน ดังนั้น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในฐานะหน่วยงานที่มีความรับผิดชอบด้านการควบคุมดูแลการผลิตน้ำนมดิบ จึงได้จัดทำมาตรฐานสินค้าเกษตรเกี่ยวกับน้ำนมดิบ เพื่อใช้กำกับดูแลการผลิตน้ำนมดิบ พัฒนามาตรฐานการจัดการคุณภาพน้ำนมดิบให้มีประสิทธิภาพได้มาตรฐาน สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ในอนาคต รวมถึงจัดทำมาตรฐานเกษตรเรื่อง การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม (มกษ. 6402- 2552) ไว้เป็นมาตรฐานเพื่อส่งเสริมสินค้าเกษตรให้ได้คุณภาพและมาตรฐานปลอดภัย (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2019) ซึ่งใช้เป็นแนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตน้ำนมดิบให้ได้คุณภาพ โดยครอบคลุมตั้งแต่การเลี้ยงในฟาร์มจนถึงการขนส่งน้ำนมดิบไปยังศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ ซึ่งมีข้อกำหนดในด้านองค์ประกอบพื้นฐานของฟาร์มเลี้ยงสัตว์ คือ มีที่ตั้งฟาร์ม ตลอดจนมีการออกแบบสิ่งก่อสร้างโรงเรือนและคอกฟาร์มที่เหมาะสมการจัดการด้านอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพโคนมได้รับอาหารเพียงพอและเหมาะสมตามช่วงอายุ ไม่ใช้สารต้องห้าม มีสถานที่ป้องกันอาหารปนเปื้อนหรือเสื่อมสภาพ มีน้ำสะอาดเพียงพอ และแหล่งน้ำไม่มีความเสี่ยงปนเปื้อนจากสิ่งที่เป็นอันตราย มีคู่มือการจัดการฟาร์ม บุคลากรเพียงพอและได้รับการฝึกอบรมการเลี้ยงโค มีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี มีสัตว์แพทย์ที่ดูแลสุขภาพโค การทำความสะอาดบำรุงรักษาโรงเรือน และอุปกรณ์ให้สะอาด มีการควบคุมและป้องกันโรค ตรวจติดตามสุขภาพโคนม

มีการจัดการสวัสดิภาพสัตว์ มีการกำจัดขยะ และของเสียในการผลิตน้ำนมดิบ ผู้รีดต้องมีสุขภาพดีไม่เป็นโรคติดต่อ มีการรีดนมถูกวิธี และมีคุณภาพน้ำนมเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน มีการบันทึกข้อมูลผลการปฏิบัติงานที่สำคัญที่มีผลต่อสุขภาพและการควบคุมโรค ซึ่งการปฏิบัติตามมาตรฐานเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมอุตสาหกรรมนมไทยให้เข้มแข็งในอนาคต (Organic Livestock Center, 2010) อย่างไรก็ตาม ความต้องการบริโภคน้ำนมดิบที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัยสูงของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศในปัจจุบันมีมากขึ้นทุกวัน ดังนั้นมาตรฐานของน้ำนมดิบที่ผู้บริโภคต้องการคือน้ำนมดิบที่ได้มาตรฐานอินทรีย์

ปัจจุบันกระแสของการบริโภคอาหารที่ปลอดภัยตามมาตรฐานอินทรีย์กำลังแพร่หลายไปทั่วทุกมุมโลก รวมไปถึงประเทศไทยด้วย โดยผู้ผลิตอาหารในประเทศไทยในภาคเอกชนให้ความสำคัญไปที่การใช้วัตถุดิบทางการเกษตรที่ได้มาตรฐานอินทรีย์ เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐานอินทรีย์ มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์เพื่อจำหน่ายต่อไป (Lamphun Provincial Livestock Office, 2022) เช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์จากนมวัวที่ต้องการวัตถุดิบ คือ น้ำนมดิบที่ได้มาตรฐานอินทรีย์ สำหรับประเทศไทยจังหวัดลำพูนเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีเกษตรกรเลี้ยงโคนมเพื่อส่งน้ำนมดิบให้แก่บริษัทเอกชนมากเป็นอันดับ 2 ของภาคเหนือตอนบน ซึ่งเป็นการเลี้ยงโคนมในมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) สำหรับฟาร์มโคนม โดย Lamphun Provincial Livestock Office (2022) เป็นผู้กำหนดมาตรฐาน และจำหน่ายน้ำนมดิบให้แก่บริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาคำนึงถึงความปลอดภัยจากผลิตภัณฑ์การเกษตรมากยิ่งขึ้น และให้ความสนใจกับการปนเปื้อนกับสารเคมีในกระบวนการผลิตเป็นหลัก ประกอบกับกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกด้านการรักษาสุขภาพ โดยประชาชนหันมา

บริบทผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในระบบอินทรีย์มากขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้รับ ความสนใจ คือ ผลิตภัณฑ์ที่มาจากน้ำมันมะพร้าว แต่ในทางตรงกันข้าม น้ำมันที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณน้อย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตจากภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย บริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก น้ำมันมะพร้าวดิบในมาตรฐานอินทรีย์ในอนาคตอันใกล้ ดังนั้น การศึกษาถึงข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ สังคม ลักษณะทางจิตวิทยา ความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานการเลี้ยงโคนม อินทรีย์ ตลอดจนความต้องการและปัจจัยที่มีผลต่อ ความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่ม สมาชิกเชียงใหม่เฟรชมิลค์จังหวัดลำพูน จึงเป็นเรื่อง จำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ อินทรีย์ของบริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด ในอนาคตอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสม (mixed method) โดยผู้วิจัยได้มีการกำหนดวิธีการ ดำเนินการวิจัยไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

สถานที่ ประชากร และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

การศึกษานี้ดำเนินการในพื้นที่บริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด โดยเป็นบริษัทเอกชนที่ สนับสนุนสหกรณ์โคนมในจังหวัดลำพูนทั้ง 3 แห่ง ที่ตั้งเป็นศูนย์รับน้ำมันดิบ คือ 1) ศูนย์รับน้ำมันดิบ อำเภอแม่ทา 2) ศูนย์รับน้ำมันดิบอำเภอบ้านธิ และ 3) ศูนย์รับน้ำมันดิบอำเภอบ้านโฮ่ง โดยประชากรในการ ศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เกษตรกรเจ้าของและหุ้นส่วน ฟาร์มผู้เลี้ยงโคนมจำนวนทั้งสิ้น 192 คนจากทั้งหมด 146 ฟาร์ม โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากเจ้าของ หรือหุ้นส่วนฟาร์มที่ลงนามซื้อขายน้ำมันดิบกับ บริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด เพียงฟาร์มละ 1 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยมาจากศูนย์รับน้ำมันดิบอำเภอแม่ทา จำนวน 91 คน

ศูนย์รับน้ำมันดิบอำเภอบ้านธิ จำนวน 28 คน และ ศูนย์รับน้ำมันดิบอำเภอบ้านโฮ่ง จำนวน 27 คน รวมกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาทั้งสิ้น 146 คน

เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้ มี 2 ประเภท คือ แบบสัมภาษณ์ (interview schedule) และ ชุดคำถาม โดยแบบสัมภาษณ์ใช้สำหรับเก็บรวบรวม ข้อมูลเชิงปริมาณจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อคำถามเกี่ยวกับลักษณะ ส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ และลักษณะ ทางสังคมของเกษตรกรกลุ่มสมาชิกเชียงใหม่ เฟรชมิลค์ จังหวัดลำพูน ซึ่งเป็นข้อคำถามในลักษณะ ปลายปิดและปลายเปิด (close-ended and open-ended questions)

ตอนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับลักษณะทาง จิตวิทยา ซึ่งประกอบไปด้วย ตัวแปรทัศนคติต่อ การทำเกษตรอินทรีย์ และความพร้อมในการเลี้ยง โคนมอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มเชียงใหม่เฟรชมิลค์ จังหวัดลำพูน โดยเป็นข้อคำถามในลักษณะปลายปิด (close-ended questions) และทั้งสองตัวแปร มีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับตามแบบของ Likert (1967)

ตอนที่ 3 ข้อคำถามเกี่ยวกับความต้องการ ในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ใน 3 ด้าน คือ ด้านการ ส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่ ด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และด้านการตลาดและผลตอบแทน เป็นข้อคำถาม ในลักษณะปลายปิด (close-ended questions) แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ตามแบบของ Likert (1967) โดยตัวแปรทัศนคติ ความพร้อมและความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ของเกษตรกรกลุ่มเชียงใหม่เฟรชมิลค์จังหวัดลำพูน มีการแบ่งช่วงคะแนนเฉลี่ยและการตีความหมาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ช่วง คะแนน เฉลี่ย	ค่า คะแนน	ระดับทัศนคติ/ระดับความ พร้อม/ระดับความต้องการ	การวิเคราะห์ข้อมูล
4.51-5.00	5	เห็นด้วยมากที่สุด/พร้อม มากที่สุด/ต้องการมากที่สุด	หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสังคมศาสตร์สำเร็จรูป โดยมี รายละเอียดดังนี้
3.51-4.50	4	เห็นด้วยมาก/พร้อมมาก/ ต้องการมาก	1. สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ ลักษณะทางสังคม ลักษณะ ทางจิตวิทยา ซึ่งประกอบด้วย ทัศนคติต่อการทำ เกษตรอินทรีย์ ความพร้อมในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ และความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted mean score)
2.51-3.50	3	เห็นด้วยปานกลาง/พร้อม ปานกลาง/ต้องการปานกลาง	2. สถิติเชิงอนุมาน (inferential statistic) ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการเลี้ยง โคนมอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มเชียงใหม่แฟรชมิลค์ ได้แก่ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) ด้วยวิธี Stepwise
1.51-2.50	2	เห็นด้วยน้อย/พร้อมน้อย/ ต้องการน้อย	3. การวิเคราะห์เนื้อหาเชิงเหตุผล (rationale content analysis) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นของเกษตรกร กลุ่มเชียงใหม่แฟรชมิลค์จังหวัดลำพูน ในเรื่อง มาตรฐานการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ใน 8 ด้าน
1.00-1.50	1	เห็นด้วยน้อยที่สุด/พร้อม น้อยที่สุด/ต้องการน้อยที่สุด	

ตอนที่ 4 ข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรค
และข้อเสนอแนะในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของ
เกษตรกรกลุ่มเชียงใหม่แฟรชมิลค์จังหวัดลำพูน
โดยเป็นข้อคำถามปลายเปิด (open-ended
questions) เพื่อให้เกษตรกรได้แสดงความคิดเห็น

สำหรับชุดคำถามใช้ในการเก็บรวบรวม
ข้อมูลเชิงคุณภาพจากกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยสร้างขึ้น
จากการค้นคว้าจาก เอกสาร ตำรา หนังสือ และ
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อคำถาม
8 ข้อ เกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ใน 8 ด้าน ได้แก่
ด้านแหล่งที่มาของสัตว์ ด้านการปรับเปลี่ยนระบบ
การผลิต ด้านอาหารสัตว์ ด้านการจัดการสุขภาพ
สัตว์ ด้านการขนส่งและการฆ่าสัตว์ ด้านโรงเรือน
และการเลี้ยงปล่อย ด้านการจัดการของเสีย และ
ด้านการจัดเก็บบันทึกข้อมูล โดยข้อคำถามทุกข้อ
อ้างอิงจาก National Bureau of Agricultural
Commodity and Food Standard (2018) ซึ่งมี
ลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด (open-ended
questions) เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างแสดงความคิดเห็น
(Worakitkasemsakul, 2011)

ลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

เกษตรกรกลุ่มสมาชิกเชียงใหม่แฟรชมิลค์
ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 87.00) เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย
47.26 ปี โดยกลุ่มตัวอย่างประมาณหนึ่งในสาม
(ร้อยละ 34.20) สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลาย สมรสแล้ว (ร้อยละ 68.50) โดยเกือบทั้งหมด
(ร้อยละ 96.60) ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็น
อาชีพหลัก และรับจ้างทั่วไปเป็นอาชีพรอง (ร้อยละ
18.50) มีรายได้เฉลี่ยต่อปีจากการเลี้ยงโคนม
663,356.16 บาท มีรายได้เฉลี่ยต่อปี นอกเหนือการ
เลี้ยงโคนม 33,179.45 บาท และมีพื้นที่ถือครองใน

การเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 3.06 ไร่ โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 82.20) ไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ในช่วงปี พ.ศ. 2564 เป็นสมาชิกกลุ่มเลี้ยงใหม่แฟรมิลค์จังหวัดลำพูนเฉลี่ย 9.25 ปี และเกษตรกรมีการรับรู้ข่าวสารด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ผ่านทางสื่อออนไลน์มากที่สุด (ร้อยละ 54.80) โดยผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางใกล้เคียงกับการศึกษาของ Sompakdi *et al.* (2014) ที่พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุอยู่ระหว่าง 30-49 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ทั้งนี้ โดยทั่วไปแล้วเพศชายมีบทบาททางสังคมมากกว่าผู้หญิง เช่น เป็นผู้นำชุมชน หรือเป็นตัวแทนเกษตรกร ทำให้มีโอกาสได้พบปะแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประสบการณ์มากกว่า โดยเพศชายมีสัญชาติญาณในการตัดสินใจในการดำเนินงานต่าง ๆ ที่ดี (Poung-ngamchuen and Krongthong, 2012)

ลักษณะทางจิตวิทยาของกลุ่มตัวอย่าง

ประเด็นทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์ จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรกลุ่มสมาชิกเลี้ยงใหม่แฟรมิลค์จังหวัดลำพูน มีทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.25) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นว่าการทำเกษตรอินทรีย์ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับสูงที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.21) รองลงมาคือ เกษตรกรมีความคิดเห็นว่าการทำเกษตรอินทรีย์นั้นปลอดภัยกว่าการทำเกษตรในประเภทอื่น ๆ และการทำเกษตรอินทรีย์มีผลต่อสุขภาพของเกษตรกรเองและผู้บริโภคอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน (ค่าเฉลี่ย 3.90 และ 3.86 ตามลำดับ) ในขณะที่เกษตรกรมีทัศนคติอยู่ระดับต่ำสุดในประเด็นการยื่นขอรับรองมาตรฐานอินทรีย์ที่มีความซับซ้อน ยุ่งยากหลายขั้นตอน (ค่าเฉลี่ย 2.33) ทั้งนี้ จากการสังเกตพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุสูง ประกอบอาชีพเลี้ยงโคนมมานานโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับและการปฏิบัติตามมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ ประกอบกับเกษตรกร

บางรายไม่สามารถอ่านออกเขียนได้ จึงเป็นเรื่องยากในการเตรียมเอกสารข้อมูลต่าง ๆ ในการยื่นขอรับรองมาตรฐานอินทรีย์

สำหรับความพร้อมในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรกลุ่มสมาชิกเลี้ยงใหม่แฟรมิลค์จังหวัดลำพูน มีความพร้อมในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.37) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า เกษตรกรมีความพร้อมในด้านการจัดการการเลี้ยงโคนมให้เป็นไปตามธรรมชาติมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.50) รองลงมา คือ ความพร้อมในการจัดการโรงเรือนและอุปกรณ์ต่าง ๆ และ ความพร้อมในการจัดการสุขภาพสัตว์ด้วยวิธีทางธรรมชาติในระดับที่ใกล้เคียงกัน (ค่าเฉลี่ย 3.42 และ 3.40 ตามลำดับ) ในขณะที่เกษตรกรมีความพร้อมในระดับน้อยที่สุดในประเด็นการฆ่าสัตว์ให้เป็นไปตามระบบอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 3.18) ทั้งนี้ จากการพูดคุยแบบไม่เป็นทางการพบว่า เกษตรกรไม่มีความมั่นใจในความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ตลอดจนความไม่แน่ใจในการปฏิบัติตามประเด็นมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Sompakdi *et al.* (2014) และ Poung-ngamchuen *et al.* (2016) ที่พบว่าเกษตรกรมีความพร้อมระดับปานกลางในการเข้าสู่มาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์สำหรับการเลี้ยงโคนมและการปลูกพืชอาหารสัตว์อินทรีย์

ความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของกลุ่มตัวอย่าง

ความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสมาชิกเลี้ยงใหม่แฟรมิลค์จังหวัดลำพูนในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.82) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า เกษตรกรมีความต้องการด้านตลาดและผลตอบแทนมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.13) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่ต้องการให้สหกรณ์โคนมเลี้ยงใหม่แฟรมิลค์เพิ่มอัตราเงินปันผลรายปี (ค่าเฉลี่ย 4.29) และการประกันราคาน้ำนมดิบ (ค่าเฉลี่ย 4.17) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ Sompakdi *et al.*

(2014) และ Pong-ngamchuen *et al.* (2016) ที่พบว่าความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์และการปลูกพืชอาหารสัตว์อินทรีย์ของเกษตรกรอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นสูงสุดในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำการเกษตรทั่วไปให้มาเป็นเกษตรอินทรีย์ โดย Pong-ngamchuen *et al.* (2015) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าสิ่งที่สำคัญที่สุดต่อความต้องการของเกษตรกร คือ การส่งเสริมด้านการตลาด การกำหนดราคาและการส่งเสริมให้มีการผลิตผลผลิตทางการเกษตรตามมาตรฐานการเกษตรอย่าง ต่อเนื่อง ในขณะที่ Sompakdi *et al.* (2014) ได้กล่าวเสริมว่าเกษตรกรโคนมส่วนใหญ่ต้องการให้กำหนดราคารับซื้อน้ำนมดิบอินทรีย์สูงกว่าน้ำนมดิบทั่วไป ตลอดจนต้องการให้มีการส่งเสริมการทำสัญญาซื้อขายน้ำนมดิบอินทรีย์แบบประกันราคา รวมทั้งต้องการให้มีการรณรงค์ส่งเสริมให้ผู้บริโภคดื่มนมอินทรีย์มากขึ้นรองลงมา คือ ความต้องการด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ค่าเฉลี่ย 3.69) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นการลดปัญหาดินเค็ม เนื่องจากการชะล้างสิ่งปฏิภูลของโคนม (ค่าเฉลี่ย 3.74) และการส่งเสริม

การลดปัญหามลพิษทางกลิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.69) และ ความต้องการด้านการส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่ (ค่าเฉลี่ย 3.64) โดยเฉพาะในประเด็นการส่งเสริมความรู้การเลี้ยงโคนมอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 3.76) และการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมด้วยการปฏิบัติจริง (ค่าเฉลี่ย 3.70) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการศึกษาของ Pong-ngamchuen *et al.* (2016) ที่พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ต้องการให้มีการส่งเสริมด้านการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตพืชอาหารสัตว์อินทรีย์ และการส่งเสริมช่องทางการรับรู้ข่าวสารที่เหมาะสมกับเกษตรกร เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Sompakdi *et al.* (2014) โดยพบว่าเกษตรกรต้องการให้ส่งเสริมและฝึกอบรมด้านการจัดการฟาร์มโคนมอินทรีย์ ตลอดจนต้องการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดบันทึกข้อมูลและจัดทำบัญชีฟาร์ม จากผลการศึกษาทั้งหมดกล่าวได้ว่าการตอบสนองความต้องการของเกษตรกรในด้านการตลาด ด้านผลตอบแทน ตลอดจนการส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่เป็นประเด็นที่บริษัทเชียงใหม่เฟรชมิลค์ จังหวัดลำพูนควรให้ความสำคัญและเร่งดำเนินการ (Table 1)

Table 1 Level of needs on organic dairy farming of Chiang Mai fresh milk member group

Needs of organic dairy farming	$\bar{X}$	SD	Level of needs
Promotion from the extensionist of Chiang Mai Fresh Milk Co., Ltd.	3.64	.856	High
Environmental conservation	3.69	.865	High
Marketing and benefits	4.13	.691	High
Total	3.82	.693	High

ความคิดเห็นต่อมาตรฐานการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของกลุ่มตัวอย่าง

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มสมาชิกเชียงใหม่เฟรชมิลค์จังหวัดลำพูน เกี่ยวกับมาตรฐานการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ใน 8 ประเด็นพบว่า ในประเด็นแรก ด้านแหล่งที่มาของสัตว์ (1) เกษตรกรอธิบายว่าตนไม่สามารถแน่ใจได้ว่า โคนมที่ได้มาหรือซื้อมานั้น

ผ่านมาตรฐานอินทรีย์หรือไม่ ทำได้เพียงสอบถามว่า โคนมที่ซื้อมานั้นมีโรคหรือไม่และมีสุขภาพจะเป็นอย่างไร สำหรับในด้านการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตให้เป็นระบบผลิตปศุสัตว์อินทรีย์นั้น (2) เกษตรกรเกือบทั้งหมดกล่าวไปในทิศทางเดียวกันว่าต้องใช้เวลาในการปรับเปลี่ยน และควรให้ความสำคัญไปที่อาหารสัตว์ที่ผ่านมาตรฐานอินทรีย์

(3) เมื่อพิจารณาถึงการจัดการสุขภาพสัตว์ (4) เกษตรกรอธิบายว่าควรดูแลและให้อาหารเสริมแก่โคนมอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นเรื่องที่เกษตรกรปฏิบัติเป็นประจำอยู่แล้ว ในขณะที่มาตรฐานด้านการขนส่งเกษตรกรค่อนข้างกังวลเนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถทราบได้ว่ายานพาหนะที่ขนส่งโคนมนั้นมีการปนเปื้อนหรือไม่ แต่เกษตรกรไม่ห่วงเรื่องการฆ่าโคนมที่ปลดลงแล้ว (5) สำหรับมาตรฐานในด้านโรงเรือนและการเลี้ยงปล่อย (6) เกษตรกรให้ความสำคัญ

ไปที่การหมุนเวียนอากาศในคอกที่ไม่อับชื้นเกินไป ในขณะที่ประเด็นด้านการจัดการของเสีย (7) เกษตรกรส่วนใหญ่มีวิธีการจัดการคือ การเก็บมูลวัวไปตากทุกวันเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ยคอก ซึ่งอยู่ในมาตรฐานของปศุสัตว์อินทรีย์ และมาตรฐานสุดท้ายคือการจัดเก็บบันทึกข้อมูล (8) ถือได้ว่าเป็นปัญหาหลักที่เกษตรกรกังวลในกรณีเข้าสู่ระบบปศุสัตว์อินทรีย์ เนื่องจากไม่มีเวลา ไม่มีความรู้ในการจัดบันทึกข้อมูลของโคนมในแต่ละตัว

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสมาชิกเชียงใหม่แฟรชมิลค์จังหวัดลำพูน พบ 8 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับ

การศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อปีนอกเหนือจากการเลี้ยงโคนม การเข้ารับฝึกอบรมเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ในช่วงปี พ.ศ. 2564 การรับรู้ข่าวสารด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ทศนคติดต่อการทำเกษตรอินทรีย์ และความพร้อมในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ดังแสดง (Table 2)

Table 2 Factors influencing organic dairy farming of Chiang Mai fresh milk member group

Variables	Needs of Organic Dairy Farming	
	Beta	t-value
Constant		27.896
Gender	1.196	45.863**
Age	-.237	-41.962**
Education attainment	-.882	-.046**
Average annual non-dairy income	-.618	-30.306**
Training on organic farming in 2021	.468	35.733**
Information perceiving on organic dairy farming via online	-.662	-20.377**
Attitude on organic farming	-.510	-31.409**
Readiness of organic dairy farming	.506	18.830**
$R^2 = .998$		F value = 1249.272**

จากผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสมาชิกเชียงใหม่แฟรชมิลค์ พบ 8 ปัจจัย ที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบ 3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการเลี้ยงโคนมของเกษตรกร กล่าวคือ ตัวแปรเพศมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกร ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ไม่ว่าเกษตรกรจะเป็นเพศชายหรือเพศหญิงนั้น ก็มีผลต่อความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ในระดับใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกันกับการได้รับการฝึกอบรมด้านการเกษตรอินทรีย์ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ทั้งนี้เกษตรกรที่เคยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ มีโอกาสสูงในการปรับรูปแบบการเลี้ยงโคนมเพื่อเข้าสู่มาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kaewlaima *et al.* (2017) ที่ทำการศึกษารื่องปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร โดยพบว่า การได้รับการฝึกอบรมด้านเกษตรอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับการยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร และตัวแปรความพร้อมด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกรเช่นเดียวกัน กล่าวคือ เกษตรกรที่มีความพร้อมสูง จะมีโอกาสในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์สูงตามไปด้วย เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Pong-ngamchuen *et al.* (2016) ที่พบว่าความพร้อมในการปลูกพืชอาหารสัตว์อินทรีย์มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมการปลูกพืชอาหารสัตว์อินทรีย์ของเกษตรกร

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาพบตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกร 5 ตัวแปร กล่าวคือ อายุเฉลี่ยของเกษตรกรที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ทั้งนี้เกษตรกรที่มีอายุเฉลี่ยมาก มีโอกาสที่จะเลี้ยงโคนมในรูปแบบมาตรฐานอินทรีย์น้อย โดยจากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการพบว่าเกษตรกรที่มีอายุมากนั้นประกอบ

อาชีพการเลี้ยงโคนมมาเป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้ว ซึ่งส่งผลต่อการเปิดรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการเลี้ยงโคนม รวมไปถึงเทคโนโลยีการเลี้ยงโคนมแบบอินทรีย์ โดยผลการศึกษานี้สนับสนุนผลการวิจัยของ Pinthong *et al.* (2021) ซึ่งพบว่า อายุมีผลต่อการยอมรับการผลิตพืชอินทรีย์ของเกษตรกรอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตมะพร้าวอินทรีย์ ในขณะที่ตัวแปรด้านการศึกษาของเกษตรกรก็พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์เช่นกัน กล่าวคือ เกษตรกรที่มีการศึกษาในระดับสูงมีโอกาที่จะเลี้ยงโคนมในมาตรฐานอินทรีย์ค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรที่จบการศึกษาในระดับสูง มีความรู้สูง ส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพรองอื่น ๆ เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่ครอบครัวนอกเหนือจากรายได้จากการเลี้ยงโคนม ในทางตรงกันข้ามเกษตรกรที่มีการศึกษาในระดับที่ไม่สูงมากนัก โอกาสในการประกอบอาชีพเสริมอื่น ๆ ค่อนข้างน้อย ดังนั้น เกษตรกรเหล่านี้จึงพยายามที่จะพัฒนาการเลี้ยงโคนมที่ตนเองทำมานานแล้วให้ได้มาตรฐานที่สูงขึ้นเพื่อเพิ่มรายได้ นั่นคือการเลี้ยงโคนมตามมาตรฐานอินทรีย์

จากผลการศึกษาข้างต้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ Sompakdi *et al.* (2014) ที่ศึกษาเรื่องความพร้อมและความต้องการของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในเขตพื้นที่องค์ส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (ภาคเหนือ) สำหรับการเข้าสู่มาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ของประเทศไทย ซึ่งพบว่า ตัวแปรเพศ อายุ และระดับการศึกษาของเกษตรกรมีผลต่อความต้องการของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมสำหรับการเข้าสู่มาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ของประเทศไทย แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าจากการศึกษาพบเกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งตรงกันข้ามกับการศึกษาของ Sompakdi *et al.* (2014) ที่พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีการศึกษาหา

ความรู้เพิ่มเติมมากขึ้นกว่าในอดีต ประกอบกับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนหนึ่งในปัจจุบันจบการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นมากกว่าในอดีต

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษายังพบว่า รายได้เฉลี่ยต่อปีนอกเหนือจากการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ เกษตรกรที่มีรายได้เฉลี่ยต่อปีนอกเหนือจากการเลี้ยงโคนมที่ค่อนข้างสูงจะส่งผลต่อโอกาสในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ที่ไม่สูงมากนัก ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่า เกษตรกรที่มีรายได้เฉลี่ยต่อปีนอกเหนือจากการเลี้ยงโคนมที่ค่อนข้างสูงจะมีอาชีพหลักเป็นข้าราชการ จึงไม่มีความสนใจในการปรับเปลี่ยนมาเลี้ยงโคนมตามมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ ในทางตรงกันข้าม เกษตรกรที่มีรายได้เฉลี่ยต่อปีนอกเหนือจากการเลี้ยงโคนมที่ค่อนข้างต่ำ มีโอกาสสูงในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากส่วนใหญ่เกษตรกรมีอาชีพหลักในการเลี้ยงโคนมอยู่แล้ว จึงต้องการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงโคนมให้เข้าสู่มาตรฐานอินทรีย์เพื่อเพิ่มมูลค่าน้ำนมดิบให้สูงขึ้น ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Pong-ngamchuen *et al.* (2016) ซึ่งพบว่า รายได้เฉลี่ยต่อปีของเกษตรกรมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการส่งเสริมการปลูกพืชอาหารสัตว์อินทรีย์

นอกจากนี้ ยังพบว่าการรับรู้ข่าวสารทางด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ผ่านระบบออนไลน์มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ เกษตรกรที่ได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ผ่านทางระบบออนไลน์ จะมีโอกาสการปรับการเลี้ยงโคนมเข้าสู่มาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ค่อนข้างยาก ในทางตรงกันข้ามเกษตรกรที่มีการรับรู้ข่าวสารด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ผ่านช่องทางอื่น ๆ มีโอกาสในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์สูงมากขึ้น ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเข้าถึงเครือข่ายออนไลน์ได้ แต่จากการ

สัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่า เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์จากช่องทางอื่น ๆ มากกว่า เช่น ป้ายประชาสัมพันธ์ การเยี่ยมเยียนของเจ้าหน้าที่ เป็นต้น ซึ่งเป็นช่องทางการรับรู้ข้อมูลข่าวสารที่ทำให้เกษตรกรตัดสินใจเลี้ยงโคนมอินทรีย์มากขึ้น ซึ่งสนับสนุนผลการวิจัยของ Sookplung *et al.* (2022) ที่พบว่าการได้รับข่าวสารในการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ในขณะที่ผลการวิจัยนี้ตรงกันข้ามกับการศึกษาของ Pong-ngamchuen *et al.* (2016) โดยพบว่าการรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการส่งเสริมการปลูกพืชอาหารสัตว์อินทรีย์ของเกษตรกร

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษายังพบว่าทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการเลี้ยงโคนมอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ เกษตรกรที่มีทัศนคติที่ดีในการทำเกษตรอินทรีย์ อาจส่งผลต่อความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ที่ลดลง ในทางตรงกันข้าม เกษตรกรที่มีทัศนคติที่ไม่ดีในการทำเกษตรอินทรีย์อาจส่งผลต่อความต้องการสูงในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ทั้งนี้จากการพูดคุยอย่างไม่เป็นทางการกับเกษตรกรพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้สึกดีและยอมรับการทำการเกษตรอินทรีย์โดยเฉพาะโคนมอินทรีย์ แต่เนื่องด้วยมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ที่ค่อนข้างสูงมาก ตลอดจนการไม่ได้รับการให้ความรู้ ความเข้าใจและการฝึกอบรมเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ จึงเป็นเหตุให้เกษตรกรส่วนใหญ่นั้นไม่ตัดสินใจเลี้ยงโคนมตามมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ ซึ่งผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Kaewlaima *et al.* (2017) ที่ทำการศึกษารื่องปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ทัศนคติของเกษตรกรในการทำเกษตรอินทรีย์มีผลต่อการยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรเช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Pinthong

et al. (2021) ที่ทำการศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตมะพร้าวอินทรีย์ของเกษตรกร โดยผลการศึกษาพบว่า ทักษะคิดต่อการผลิตมะพร้าวอินทรีย์มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการผลิตมะพร้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของกลุ่มตัวอย่าง

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรพบปัญหาและอุปสรรคหลักในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ 2 ประเด็นคือการรักษาโรคที่เกิดกับโคนมซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ยาปฏิชีวนะทั้งในการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ หรือเส้นเลือด และการกินซึ่งไม่สอดคล้องกับมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ และเกษตรกรยังไม่พบแนวทางอื่นในการรักษาที่เป็นไปตามมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ ปัญหาอีกประเด็นหนึ่งคือ อาหารหยาบ หญ้าเนเปียร์และข้าวโพดอาหารสัตว์ กล่าวคือ เพื่อความมั่นใจในมาตรฐานอินทรีย์ของอาหารหยาบที่ต้องให้โคนมกิน เกษตรกรจำเป็นต้องเป็นผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์หรือข้าวโพดด้วยตนเอง หรือถ้าเกษตรกรซื้ออาหารหยาบจากภายนอกนั้น ไม่สามารถยืนยันได้อย่างแน่นอนว่ามีการเจือปนของสารเคมีหรือไม่

จากปัญหาอุปสรรคในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ข้างต้น เกษตรกรได้ให้ข้อเสนอแนะกับปัญหาดังกล่าวไว้ว่า ถ้าเป็นไปได้ควรมีการผ่อนปรนหรือลดหย่อนมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์ในด้านการใช้ยาปฏิชีวนะบางชนิด เช่น วัคซีนรักษาโรคปากและเท้าเปื่อย (FMD) เป็นต้น ในขณะที่ปัญหาด้านอาหารหยาบเกษตรกรต้องการให้บริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด จังหวัดลำพูนจัดหาหรือจำหน่ายอาหารหยาบอินทรีย์ให้แก่เกษตรกรที่ไม่มีพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์จำพวกอาหารหยาบ และส่งเสริมให้ความรู้ในการปลูกพืชอาหารสัตว์ให้แก่เกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกเป็นของตนเอง

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงทัศนคติ ความพร้อม ความต้องการ และปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มเชียงใหม่เฟรชมิลค์จังหวัดลำพูน ใน 3 ด้าน คือ ด้านการส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่ ด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และด้านการตลาดและผลตอบแทน สามารถสรุปได้ว่าเกษตรกรมีทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์ และความพร้อมในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์อยู่ในระดับที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่มีทัศนคติและความพร้อมอยู่ในระดับปานกลางต่อการทำเกษตรอินทรีย์หรือการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจูงใจให้เกษตรกรหันมาปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงโคนมในมาตรฐานปศุสัตว์อินทรีย์นั้นไม่ใช่เรื่องง่าย ดังนั้น บริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด ควรให้ความสำคัญไปที่การปรับแนวความคิด (mindset) กับการทำเกษตรอินทรีย์เชิงบวกให้กับเกษตรกรมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจในการเตรียมความพร้อมทุก ๆ ด้าน สำหรับการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ในอนาคต อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่มีความต้องการมากในการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ ทั้งนี้เป็นผลจากเหตุปัจจัย 8 ประการ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อปีนอกเหนือจากการเลี้ยงโคนม การเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ การรับรู้ข่าวสารด้านการเลี้ยงโคนมอินทรีย์ผ่านสื่อออนไลน์ และทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ดังนั้น เพื่อให้เป้าหมายในการผลิต นำนมดิบอินทรีย์ และผลิตภัณฑ์นมอินทรีย์ของบริษัท เชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด ประสบผลสำเร็จ บริษัทฯ ควรมีกิจกรรมส่งเสริมเพื่อรณรงค์การเลี้ยงโคนมอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับเหตุปัจจัยทั้ง 8 ประการข้างต้นโดยเร่งด่วน เช่น การประกันราคาสำหรับ นำนมดิบอินทรีย์เท่านั้น หรือการจัดกิจกรรมให้ความรู้ การศึกษาดูงานเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมอินทรีย์จากหน่วยงานภายนอกเพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้แก่เกษตรกร เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Kaewlaima, N., S. Sreshthaputra, B. Limnirankul and P. Kramol. 2017. Factors affecting farmer's adoption of organic agricultural practices, Mae Ho Phra subdistrict, Mae Taeng district, Chiang Mai province. *Journal of Agriculture* 33(3): 387-395. [in Thai]
- Lamphun Provincial Livestock Office. 2022. History of dairy farming in Thailand, upper northern region and Lamphun province. Available: <http://polo-lpn.dld.go.th> (April 1, 2024). [in Thai]
- Likert, R. 1967. The method of constructing and attitude scale. In *Reading in Fishbein, M (Ed.), Attitude Theory and Measurement*. Wiley & Son, New York.
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2019. Guidance on the application of Thai agricultural standard TAS 6402(G)-2019. Good agricultural practices for dairy cattle farm. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Ministry of Agriculture and Cooperatives. [in Thai]
- National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2018. Agricultural product standard ACT 9000 volume 2. Available: https://www.acfs.go.th/standard/download/ORGANIC-PART-_LIVESTOCK_2561.pdf (April 2, 2023) [in Thai]
- Organic Livestock Center. 2010. Transition to organic dairy production system. Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok. [in Thai]
- Pinthong, S., N. Yinguad and W. Niemhom. 2021. Factors affecting adoption of organic coconut production of farmers in Ban Saphan district, Prachuap Khiri Khan. *Journal for Social Science Research* 12(1): 192-211. [in Thai]
- Poung-ngamchuen, J. and N. Krongthong. 2012. People's participation in Dong Na Tham community forest management project, Ubon Ratchathani, Thailand. *Kasetsart Journal (Social Sciences)* 33(3): 486-498.
- Poung-ngamchuen, J., P. Poonnoy and T. Buwjoom. 2016. Farmer's readiness and needs of cultivating extension of organic animal feed plants for organic feed factory in upper northern Thailand. *Journal of Agricultural Research and Extension* 33(3): 35-45. [in Thai]
- Poung-ngamchuen, J., S. Supaudomrerkrirat and N. Leeratanakorn. 2015. Sustainable quality of Life according to the philosophy of sufficiency economy of the people in Omkoi district, Chiang Mai province. *Maejo University Chiang Mai* [in Thai]
- Sompakdi, C., C. Phonprapai and T. Sindecharak. 2014. Readiness and requirements of dairy farmers in the operational area (Northern region) of the dairy farming promotion organization of Thailand in approaching Thai agricultural standard for organic livestock. *Thai Journal of Science and Technology* 3(3): 182-195. [in Thai]
- Sookplung, D., Thawornratana, C. and A. Jai-aree. 2022. Factors affecting organic farming of farmers in Suphan Buri province. *Journal of Multidisciplinary in Humanities and Social Sciences* 5(3): 1166-1684. [in Thai]
- Worakitkasemsakul, S. 2011. Research methodology in behavioral science and social science. Faculty of Education, Udon Thani Rajabhat University. [in Thai]

ผลของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และ กข41 Effects of Controlled-Release Urea on Growth and Yield of Rice Varieties Pathum Thani 1 and RD41

เครือวัลย์ จันทรเพ็ญ¹ เพ็ญภา จักรสมศักดิ์³ จีราภรณ์ อินทสาร¹ และสาวิกา กอนแสง^{2*}

Kruawan Janpen¹ Pennapa Jaksomsak³ Jiraporn Inthasan¹ and Sawika Konsaeng^{2*}

¹ สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Program in Soil Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

² สาขาวิชาเกษตรเคมี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² Program in Agricultural Chemistry, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

³ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

³ Department of Plant and Soil Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Mueng, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: sawika.k@gmail.com

(Received: 4 April 2023; Revised: 20 July 2023; Accepted: 29 August 2023)

Abstract

Fertilizer application in paddy fields normally uses chemical fertilizer with a high rate and many times of applications. These may cause the leaching of fertilizer and a lack of nutrients for the rice plant. It has been reported that controlled-released fertilizer (CRF) could increase fertilizer use efficiency. However, the information on rice was limited. Therefore, this research aimed to determine the effects of CRF on the growth and yield of rice varieties Pathum Thani 1 and RD41 which were grown under paddy field conditions. Three treatments, including twice applied of uncoated fertilizer ($N-P_2O_5-K_2O = 23-9-13$) at 50 kg/rai (F-50), once applied as basal fertilizer of CRF at 50 (CRF-50) and 37.5 kg/rai (CRF-37.5). The results found that the yield of both varieties applied with CRF at 50 kg/rai was higher than those applied with uncoated fertilizer at the same rate. Moreover, the application of CRF-37.5 had no significant difference in Pathum Thani 1 when compared with F-50. While it gave a higher yield in RD41. In addition, the decrease in fertilizer rating did not have negative effects on rice growth. The information from this research can be used as a guideline for efficient fertilizer management in the rice field.

Keywords: Rice, chemical fertilizer, controlled-released fertilizer (CRF)

บทคัดย่อ

การใส่ปุ๋ยในนาข้าวเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมาก และมีการใส่ปุ๋ยหลายครั้ง ซึ่งอาจเกิดการสูญเสียธาตุอาหาร ทำให้ข้าวได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ ทั้งนี้มีรายงานการใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย (CRF) ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย แต่ยังขาดข้อมูลการใช้ในการผลิตข้าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของปุ๋ย CRF ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และ กข41 ในแปลงปลูกแบบนาดำ กรรมวิธีในการทดลอง ได้แก่ ใส่ปุ๋ยเคมี ($N-P_2O_5-K_2O = 23-9-13$) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง ที่ระยะแตกกอ และระยะดอกบาน ใส่ปุ๋ย CRF ครั้งเดียวรองพื้นก่อนปลูกอัตรา 50 และ 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ย

CRF อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบในอัตราเดียวกัน นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ย CRF 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ ในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ข้าวพันธุ์ กข41 การใส่ปุ๋ยดังกล่าวทำให้ได้ผลผลิตที่สูงกว่า และการลดอัตราปุ๋ยไม่ทำให้ การเจริญเติบโตของต้นข้าวลดลง ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการจัดการปุ๋ย ในนาข้าวให้มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ข้าว ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย (CRF)

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นธัญพืชที่มีการปลูกมากที่สุดเป็นอันดับสองรองจากข้าวโพด (Department of Rice, 2016) นอกจากนี้ยังเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศ ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวมากเป็นอันดับ 6 ของโลก โดยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 68.677 ล้านไร่ ซึ่งคิดเป็น 52.24 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดของประเทศ ในปี พ.ศ. 2563/2564 และได้ผลผลิตเฉลี่ย 311 กิโลกรัมต่อไร่ (Office of Agricultural Economics, 2022) ประเทศไทยนอกจากการปลูกข้าวเพื่อบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังเป็นการปลูกเพื่อส่งออก ดังนั้นจึงต้องใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในปริมาณมากด้วยเช่นกัน สำหรับการใส่ปุ๋ยในนาข้าว นั้น เกษตรกรเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นหลัก และขาดการบำรุงดินที่ถูกต้อง จึงอาจทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง และเป็นสาเหตุให้ผลผลิตลดลงได้ ซึ่งอาจทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เนื่องจากต้องเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ธาตุอาหารในปุ๋ยเคมี มักละลายน้ำได้ง่าย ส่งผลให้เกิดการสูญเสียจากการทำปฏิกิริยากับดิน การเคลื่อนที่ไปกับน้ำ และการถูกตรึงให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ (Inthasan, 2020) ดังนั้น ในการใส่ปุ๋ยแต่ละครั้งจึงมีโอกาสเกิดการสูญเสียที่สูงมาก ส่งผลให้พืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอและไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้การแบ่งใส่ปุ๋ยหลายครั้งต่อฤดูกาลเพาะปลูกเพื่อต้องการลดการสูญเสียธาตุอาหารนั้น กลับทำให้ต้นทุนด้านค่าแรงในการเพาะปลูกเพิ่มสูงขึ้น และยังพบอีกว่า ในอนาคตแรงงานจะขาดแคลนมากยิ่งขึ้นเมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่แล้วปรากฏว่าประเทศไทยสามารถผลิตข้าวเฉลี่ยได้เพียง 311 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกกันในประเทศไทย เช่น พันธุ์ปทุมธานี 1 นั้นมีศักยภาพการให้ผลผลิต

650-774 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ กข41 มีศักยภาพการให้ผลผลิต 722 กิโลกรัมต่อไร่ (Department of Rice, 2016)

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย ซึ่งเป็นปุ๋ยเคมีที่เคลือบด้วยสารเคลือบพอลิเมอร์ชนิดพิเศษที่มีทั้งพอลิเมอร์แบบเคมีและอินทรีย์ สารเคลือบชนิดนี้ออกแบบมาเพื่อให้ปุ๋ยที่อยู่ภายในค่อย ๆ ละลายปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องเป็นเวลานาน และยังพอมะกับความต้องการของพืช ความหนาและรูพรุนของพอลิเมอร์ที่เคลือบเป็นตัวควบคุมกลไกดังกล่าว ทำให้พืชได้ธาตุอาหารอย่างเพียงพอและต่อเนื่องตลอดช่วงอายุของพืช (Hong and Park, 2000) สำหรับประเทศไทยนั้น มีการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยประเภทนี้ในการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น การใช้วัสดุนาโนเคลือบปุ๋ยเพื่อใช้ในแปลงอ้อย ผลการทดสอบพบว่า การใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยช่วยให้อ้อยมีการเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น จึงให้ผลตอบแทนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยไม่เคลือบ (Hoisan *et al.*, 2020; Tawicharodom *et al.*, 2019; Chawanasak *et al.*, 2022) อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาผลของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยในข้าว ซึ่งในนาข้าวมักพบการสูญเสียธาตุอาหารจากการใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยไนโตรเจน โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรียเกิดการสูญเสียได้สูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณยูเรียที่ใส่ไปทั้งหมด (Cantarella *et al.*, 2018) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของปุ๋ยยูเรียควบคุมการปลดปล่อยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และพันธุ์ กข41 ซึ่งอาจทำให้เกิดการใช้ปุ๋ยได้อย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการวิจัยที่ศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง ตำบลปากจั่น อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พิกัด 14°26'49.5"N 100°36'43.2"E ดินในแปลงทดลองจัดอยู่ในชุดดินอยุธยา กลุ่มชุดดินที่ 2 เป็นดินในอันดับ Vertisols มีลักษณะเป็นดินลึกลงมาก ดินบนเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง (Department of Land Development, 2005) ผลการ

วิเคราะห์ดินในแปลงทดลองก่อนปลูกพบว่าสมบัติดินมีการเปลี่ยนแปลงจากสมบัติดินตามกลุ่มชุดดิน เนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินในพื้นที่ โดยมีค่า pH 6.82 อินทรีย์วัตถุในดิน 2.43 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 32.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แลโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 154 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1)

Table 1 Soil properties before the experiment

pH	Organic matter (%)	Total N (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
6.82	2.43	0.12	32.6	154

Remarks: Soil analysis methods: pH-1:1 soil: water, Organic matter-Walkley and Black, total N-Kjeldahl, available P-Bray II, exchangeable K-extracted by ammonium acetate and analyzed by atomic absorption spectrophotometer

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ มีทั้งหมด 3 กรรมวิธี (Table 2) ทำการทดสอบในข้าว 2 พันธุ์ คือ ปทุมธานี 1 (Pathum Thani 1, PTT1) และ กข41 (RD41) เริ่มต้นจากเตรียมแปลงปลูกข้าว ขนาด 3x3 เมตร (9ตารางเมตร) จำนวน 12 แปลง หลังจากนั้นเตรียมต้นกล้าโดยการแช่เมล็ดข้าวในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและบ่มเมล็ด เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดทั้งหมดไปเพาะในถาดเพาะ เมื่ออายุต้นกล้า 20 วัน ย้ายลงดำในแปลง ระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร (25 ต้นต่อตารางเมตร) รักษาระดับน้ำในแปลงปลูกประมาณ 5-10 เซนติเมตร สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 23-9-13 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และช่วงเวลาใส่ปุ๋ยในการทดลอง อ้างอิงจากการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในพื้นที่ ในการเตรียมปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีจะเตรียมในปริมาณ 2,000 กรัม กรรมวิธี F-50 (ปุ๋ยเคมีไม่เคลือบสูตร 23-9-13 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 281 กรัมต่อแปลง) เตรียมจาก ยูเรีย (46-0-0) 800 กรัม ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 400 กรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 440 กรัม

และสารตัวเติม 360 กรัม การใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ เป็นการใส่ปุ๋ยที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (F-50) แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในอัตราที่เท่ากัน (Table 2) ใส่ปุ๋ยด้วยวิธีการหว่าน ตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว ครั้งที่ 1 ใส่ที่ระยะแตกกอ (อายุข้าว 30 วันหลังปักดำ) การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ที่ระยะออกดอก (อายุข้าว 50 วันหลังการปักดำ) สำหรับปุ๋ยเคลือบ (CRF) เป็นการเคลือบใบโอพลีเมอร์เฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรีย แล้วนำมาผสมกับไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) เช่นเดียวกับปุ๋ยที่ไม่เคลือบ การเตรียมปุ๋ยเคลือบทั้งสองกรรมวิธี เตรียมโดยใช้ปุ๋ยยูเรียเคลือบ 800 กรัม ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต 400 กรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ 440 กรัม และสารตัวเติม 360 กรัม การใส่ปุ๋ยในกรรมวิธี CRF-50 ใส่ในปริมาณ 281 กรัมต่อแปลง ส่วนกรรมวิธี CRF-37.5 เป็นการใส่ปริมาณ 211 กรัมต่อแปลง ลักษณะของปุ๋ย CRF ที่ใช้ในการทดลองแสดงดัง Figure 1 ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยเคลือบทุกกรรมวิธี เป็นการใส่ก่อนปักดำ ด้วยวิธีการหว่านแล้วคลุกปุ๋ยลงไปใต้ผิวดิน 5-10 เซนติเมตร (Table 2)

Table 2 Details of fertilizer application treatment in this experiment

Treatment	Details	(N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	Time of application	Applied rate (kg/rai)
F-50	Uncoated fertilizer at the recommended rate	23-9-13	30 and 50 days after transplanting	25 and 25 (Total 50)
CRF-50	CRF at the recommended rate	23-9-13	Before planting	50
CRF-37.5	CRF at 75% of the recommended rate	23-9-13	Before planting	37.5



Figure 1 Physical appearance of fertilizer used in the study. (A) uncoated fertilizer (B) Controlled-Release Fertilizer (CRF)

สุ่มวัดการเจริญเติบโตของข้าวจำนวน 5 กอ ต่อแปลงที่ระยะแตกกอ (40 วันหลังปักดำ) และ ระยะดอกบาน (60 วันหลังปักดำ) ซึ่งประกอบด้วย ความสูงต้น (วัดจากผิวดินถึงปลายใบที่ระยะแตกกอ หรือวัดจากผิวดินถึงใบธงที่ระยะดอกบาน) จำนวน หน่อตอกอ ค่าความเขียวของใบข้าว โดยใช้เครื่อง SPAD meter (รุ่น SPAD-502Plus, ประเทศญี่ปุ่น)

วัดใบอ่อน ที่แผ่ขยายเต็มที่ (youngest emerged blades; YEB) ที่ระยะแตกกอ และใบธงระยะ ดอกบาน เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว เก็บข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ซึ่ง ประกอบด้วย จำนวนรวงตอกอ ผลผลิตฟางแห้ง และ ผลผลิตที่ความชื้นของเมล็ด 14 เปอร์เซ็นต์ คำนวณ จากสมการ

$$\text{ผลผลิตที่ความชื้นของเมล็ด 14 เปอร์เซ็นต์} = \frac{(\text{น้ำหนักเมล็ด} \times \text{ความชื้นที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์})}{\text{ความชื้นของเมล็ด}}$$

สุ่มเก็บรวงข้าวจำนวน 10 รวง นับจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบ แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีจากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดดี}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}} \times 100$$

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) ด้วย One-way ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

โดยใช้ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ตอบสนองต่อกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันส่งผลให้การเติบโตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และ กข41 (Table 4) มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับข้าวปทุมธานี 1 นั้น การใส่ปุ๋ย CRF-50 รองพื้นก่อนปลูกเพียงครั้งเดียว ทำให้ความสูงข้าว 70.7 เซนติเมตร และจำนวนหน่อ 19.1 หน่อต่อกอที่ระยะแตกกอ และความสูง 108.8 เซนติเมตร และจำนวนหน่อ 21.4 หน่อต่อกอที่ระยะ

ดอกบานสูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ (F-50) ที่ให้ความสูง 58.6 เซนติเมตร จำนวนหน่อ 10.6 หน่อต่อกอ ที่ระยะแตกกอ และความสูง 100.4 เซนติเมตร และจำนวนหน่อ 16.1 หน่อต่อกอ ที่ระยะดอกบาน ขณะที่ระยะแตกกอต้นข้าวที่ใส่ปุ๋ย CRF-37.5 ให้ความสูง 64.5 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่า CRF-50 แต่มากกว่า F-50 ทั้งนี้ จำนวนหน่อในระยะแตกกอ (17.6 หน่อต่อกอ) ความสูงและจำนวนหน่อในระยะดอกบาน (106.8 เซนติเมตร และ 19.2 หน่อต่อกอ) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ CRF-50 (Table 3)

Table 3 Plant height, tillers and SPAD value of rice var. PTT1 at tillering and flowering stage

Treatments	Plant height (cm)	Tillers (no. tiller/hill)	SPAD value (SPAD unit)
At tillering stage			
F-50	58.6 C	10.6 B	30.0 C
CRF-50	70.7 A	19.1 A	34.8 A
CRF-37.5	64.4 B	17.6 A	31.1 B
F-test	*	*	*
CV (%)	10.12	4.60	2.01
At flowering stage			
F-50	100.4 B	16.1 B	34.6 A
CRF-50	108.8 A	21.4 A	32.8 B
CRF-37.5	106.8 A	19.2 AB	30.8 C
F-test	*	*	*
CV (%)	13.09	4.07	1.57

Remarks: Uppercase letters show the significant difference of means among fertilizer applications by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) at alpha 0.05, * means significant difference at $p \leq 0.05$

สำหรับข้าวพันธุ์ กข41 พบว่า การใส่ปุ๋ย CRF-50 ให้ความสูงและจำนวนหน่อต่อกอ มากกว่าการใส่ปุ๋ย F-50 ทั้งในระยะแตกกอ และระยะดอกบาน โดยมีความสูง 56.7 เซนติเมตร จำนวนหน่อ 11.7 หน่อต่อกอในระยะแตกกอ และมีความสูง 112.6 เซนติเมตร จำนวนหน่อ 15.1 หน่อต่อกอในระยะดอกบาน ทั้งนี้ พบว่า การใส่ปุ๋ย CRF-37.5 มีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย F-50 ยกเว้นในระยะแตกกอที่มีจำนวนหน่อต่อกอมากกว่า (Table 4) เมื่อพิจารณาผลของปุ๋ยยูเรียควบคุมการปลดปล่อยต่อความสูงและจำนวนหน่อต่อกอจะเห็นได้ว่า การให้ปุ๋ย CRF-50 ให้ความสูงและจำนวนหน่อต่อกอมากกว่าการใส่ปุ๋ยที่ไม่เคลือบในอัตราที่เท่ากัน รวมทั้งการใส่ปุ๋ย CRF อัตราที่น้อยลง (CRF-37.5) ให้ความสูงและจำนวนหน่อมากกว่าหรือไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ย

F-50 สอดคล้องกับงานวิจัยที่รายงานว่าการใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยทำให้ความสูงของต้นอ้อยใกล้เคียงกัน แม้จะมีธาตุอาหารในปุ๋ยปริมาณน้อยกว่า เนื่องจากปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารจากเมล็ดปุ๋ย ส่งผลให้ธาตุอาหารค่อย ๆ ละลายออกมาให้พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้อย่างต่อเนื่อง (Chawanasak *et al.*, 2022) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยช่วยชะลอกระบวนการดีไนโตรฟิเคชัน ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยซึ่งเป็นธาตุที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช (Mogan, 2009; Anitha and Bindu, 2016)

นอกจากนี้ ยังพบอีกว่าค่า SPAD ที่วัดได้จากทุกกรรมวิธีให้ค่า SPAD สูงกว่า 29 ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยในการศึกษานี้ทำให้ต้นข้าวได้รับไนโตรเจนที่เพียงพอสำหรับการสร้างผลผลิต (Pundonfai *et al.*, 2013) อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ย CRF มีผลต่อความแตกต่างของค่า SPAD ของใบ YEB และใบธง โดยค่า SPAD ที่วัดได้จากใบ YEB ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 (Table 3) ในระยะแตกกอที่ได้รับปุ๋ย CRF-50 มีค่า SPAD มากที่สุด (34.8) รองลงมาคือ CRF-37.5 (31.1) ส่วนกรรมวิธีใส่ปุ๋ยที่ไม่เคลือบ (F-50) มีค่า SPAD น้อยที่สุด (30.0) เมื่อข้าวเจริญเติบโตจนถึงระยะดอกบาน พบว่าค่า SPAD ที่วัดจากใบธงของข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ มีค่าสูงที่สุด (34.6) ทั้งนี้มากกว่าการ

ใส่ปุ๋ยเคลือบทั้งอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (32.8) และ 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (30.8) ตามลำดับ (Table 3)

สำหรับข้าวพันธุ์ กข41 (Table 4) พบว่าให้ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 กล่าวคือ กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคลือบอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า SPAD 33.3 ในใบ YEB ระยะแตกกอ ซึ่งมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคลือบอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยไม่เคลือบอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (31.1 และ 30.0 ตามลำดับ) ขณะที่ระยะดอกบาน ค่า SPAD ที่วัดจากใบธงของข้าว ที่มีการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ มีค่า SPAD สูงที่สุด (33.3) และมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคลือบทั้งอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (32.0) และ 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (30.8) ตามลำดับ (Table 4) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าค่า SPAD ในใบธงระยะดอกบานของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ที่ใส่ปุ๋ยกรรมวิธี F-50 มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงหลังจากการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ซึ่งปุ๋ยที่ไม่มีการเคลือบโดยเฉพาะยูเรียละลายน้ำได้ง่ายและปลดปล่อยธาตุอาหารทันที จึงทำให้ต้นข้าวได้รับธาตุอาหารอย่างรวดเร็ว และสูญเสียไปจากดินได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน ขณะที่ในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ย CRF มีพอลิเมอร์เคลือบไว้ จึงควบคุมการปลดปล่อยไนโตรเจนให้ช้าลง และมีช่วงเวลากการปลดปล่อยได้นานขึ้น แม้ว่าจะเป็นการใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกเพียงครั้งเดียว (Kuhathamakun and Saengsuwan, 2017)

Table 4 Plant height, tillers and SPAD value of rice var. RD41 at tillering and flowering stages

Treatments	Plant height (cm)	Tillers (no. tiller/hill)	SPAD value (SPAD unit)
At tillering stage			
F-50	51.3 B	6.2 B	30.0 B
CRF-50	56.7 A	11.7 A	33.3 A
CRF-37.5	56.1 AB	10.9 A	31.1 B
F-test	*	*	*
CV (%)	13.25	5.67	2.72

Table 4 Plant height, tillers and SPAD value of rice var. RD41 at tillering and flowering stages (Cont.)

Treatments	Plant height (cm)	Tillers (no. tiller/hill)	SPAD value (SPAD unit)
At flowering stage			
F-50	103.0 B	11.6 B	33.3 A
CRF-50	112.6 A	15.1 A	32.0 B
CRF-37.5	108.0 AB	13.1 AB	30.8 C
F-test	*	*	*
CV (%)	15.50	4.41	2.35

Remarks: Uppercase letters show the significant difference of means among fertilizer applications by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) at alpha 0.05, * means significant difference at $p \leq 0.05$

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์พทุมธานี 1 ที่ใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน แสดงดัง พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ย CRF 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 934.4 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักฟางแห้ง 963.6 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวนรวง

16.1 รวงต่อกอ และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 85.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบในอัตราเท่ากัน แบ่งใส่ 2 ครั้ง (F-50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ผลผลิตเมล็ด 786.2 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักฟางแห้ง 818.0 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวนรวง 12.5 รวงต่อกอ และเมล็ดดี 79.4 เปอร์เซ็นต์ (Table 5)

Table 5 Effects of CRF on yield and yield components of rice var. PTT1

Treatments	Grain yield (kg/rai)	Yield increasing (%)	Straw yield (kg/rai)	Panicles (no. panicle/hill)	Filled grain (%)
F-50	786.2 B	-	818.0 B	12.5 B	79.4 B
CRF-50	934.4 A	19	963.6 A	16.1 A	85.6 A
CRF-37.5	853.5 AB	9	888.0 AB	13.7 AB	82.3 B
F-test	*		*	*	*
CV (%)	26.53		29.55	4.24	15.18

Remarks: Uppercase letters show the significant difference of means among fertilizer applications by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) at alpha 0.05, * means significant difference at $p \leq 0.05$, the percentage of yield increasing is the increasing of yield in each treatment compared with uncoated fertilizer treatment (F-50)

ขณะที่ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข41 ที่ใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ย CRF 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักฟางแห้ง และจำนวนรวงต่อกอมากกว่า F-50 เช่นเดียวกัน โดยให้ผลผลิตเมล็ด 918.5 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักฟาง 976.0 กิโลกรัมต่อไร่ และ จำนวนรวง 15.4 รวงต่อกอ

ทั้งนี้ พบว่าการใส่ปุ๋ย CRF-37.5 ให้ผลผลิตเมล็ด 889.3 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ย CRF-50 ผลที่ได้จากการศึกษาสอดคล้องกับการทดลองของ Chen *et al.* (2017) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยเคลือบเพียงครั้งเดียวรองพื้นก่อนปลูกข้าวพันธุ์ Shengtaiyou 9712 สามารถใช้ทดแทนการใส่ปุ๋ยปกติแบ่งใส่ 2 ครั้งได้ และการลดอัตราปุ๋ยลง

25 เปอร์เซ็นต์ไม่ได้ทำให้ผลผลิตลดลง เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ย CRF ในการทดลองนี้พบว่า ผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในกรรมวิธีที่มีการลดอัตราปุ๋ยลง 25 เปอร์เซ็นต์ (CRF-37.5) ยังคงให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีปกติอัตราแนะนำที่ 50 กิโลกรัมต่อไร่แบ่งใส่ 2 ครั้ง (Table 5) นอกจากนี้ในข้าวพันธุ์ กข41 ก็ยังพบว่า การใส่ปุ๋ย CRF-37.5 สามารถให้ผลผลิตข้าวที่สูงกว่าการใส่ปุ๋ย F-50

อีกด้วย จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ย CRF ทั้งสองอัตรา มีแนวโน้มที่จะได้รับผลตอบแทนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีไม่เคลือบ เนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น 19-29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ย CRF มีต้นทุนปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นซึ่งอาจมีผลต่อการตัดสินใจยอมรับของเกษตรกรด้วยเช่นกัน (Table 6)

Table 6 Effects of CRF on yield and yield component of rice var. RD41

Treatments	Grain yield (kg/rai)	Yield increasing (%)	Straw yield (kg/rai)	Panicles (no. panicle/hill)	Filled grain (%)
F-50	709.5 B	-	807.2 B	12.2 B	72.9 B
CRF-50	918.5 A	29	976.0 A	15.4 A	80.5 AB
CRF-37.5	889.3 A	25	869.2 B	13.3 AB	81.4 A
F-test	*		*	*	*
CV (%)	32.64		35.13	5.35	16.95

Remarks: Uppercase letters show the significant difference of means among fertilizer applications by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) at alpha 0.05, * means significant difference at $p \leq 0.05$, the percentage of yield increasing is the increasing of yield in each treatment compared with uncoated fertilizer treatment (F-50)

สรุปผลการวิจัย

การทดลองใช้ปุ๋ย CRF สูตร 23-9-13 ที่เตรียมจากปุ๋ยยูเรียเคลือบด้วยไบโอโพลิเมอร์ ผสมกับไดแอมโมเนียมฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยมีการใส่ปุ๋ยในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และ 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบสูตร 23-9-13 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในแปลงปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และพันธุ์ กข41 พบว่า การใช้ปุ๋ย CRF ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถทำให้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และพันธุ์ กข41 ให้ผลผลิตได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบอัตราเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบอีกว่า การลดการใช้ปุ๋ย CRF ลง 25 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตได้ไม่แตกต่างหรือมากกว่าการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบการลดอัตราปุ๋ย CRF ไม่ทำให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวลดลง ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยสำหรับนาข้าวให้เกิดประสิทธิภาพ และช่วยลดการจัดการในด้านการใส่ปุ๋ยให้เหลือเพียงครั้งเดียว

ลดต้นทุนด้านแรงงาน ที่ค่าแรงมีแนวโน้มจะสูงขึ้น และมีโอกาสขาดแคลนได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทเจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส จำกัด ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัยทั้งหมด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่สนับสนุนปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย และศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงบ้านสภักดีน้ำมันใต้ ต.ปากจั่น อ.นครหลวง จ.พระนครศรีอยุธยา ที่สนับสนุนสถานที่ทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Anitha, K. and G. Bindu. 2016. Effect of controlled-release nitrogen fertilizer on methane emission from paddy field soil. *Proc. Technol.* 24: 1496-202.
- Cantarella, H., R. Otto, J.R. Soares and A.G.B. Silva. 2018. Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. *J. Adv. Res.* 13: 19-27.
- Chawanasak, S., C. Thongjoo, T. Inboonchuay and A. Phommuangkook. 2022. Effect of controlled release-nano material coated chemical fertilizers on growth, yield and yield components of sugarcane. *Journal of Agricultural Production* 4(2): 14-26. [in Thai]
- Chen, J., F. Cao, H. Xiong, M. Huang, Y. Zou and Y. Xiong. 2017. Effects of single basal application of coated compound fertilizer on yield and nitrogen use efficiency in double-cropped rice. *Crop. J.* 5(3): 265-270.
- Department of Land Development. 2005. Characteristics and properties of soil series in the central region of Thailand. Office of Soil Survey and Land Use Planning, Land Development Department, Bangkok. [in Thai]
- Department of Rice. 2016. Rice knowledge bank. Available: <https://newwebs2.ricethailand.go.th/webmain/rkb3> (February 10, 2023) [in Thai]
- Hoisan, R., C. Thongjoo, T. Inboonchuay, S. Chungopast, W. Kangwansupamonkon, K. Srichan, A. Phommuangkook, S. Karuna, S. Bootpetch, C. Khongsud, T. Saengngam and T. Klumchaun. 2020. Effect of chemical fertilizers coated with nano material controlling release of nutrients on growth and yield of 1st ratoon cane planted in Kamphaeng Saen soil series. *JSTKU* 9(1): 13-28.
- Hong, K. and S. Park. 2000. Polyurea microcapsules with different structures: Preparation and properties. *J. Appl. Polym. Sci.* 78(4): 894-898.
- Inthasan, J. 2020. Soil fertility. Designprint Media, Chiang Mai province. [in Thai]
- Kuhathamkun, N. and S. Saengsuwan. 2017. Urea controlled released fertilizers for agricultural applications. *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University* 19(3): 32-44. [in Thai]
- Mogan, K.T. 2009. Improve fertilizer use efficiency with controlled release sources on sandy soils in South Florida. Southwest Florida Research and education Center, Florida.
- Office of Agricultural Economics. 2022. Agricultural Statistics of Thailand 2022. Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- Pundonfai, N., S. Jongkaewwattana, and A. Shutsrirung. 2013. Estimation of nitrogen content in y-leaf of rice cv. Khao Dok Mali 105 by analyzing color digital camera image compared with chlorophyll meter (SPAD-502). *Proceeding of Graduate Research Conference, Khon Kaen University, February 22, 2013. Khon Kaen University, Khon Kaen province, Thailand* pp. 570-576. [in Thai]
- Tawicharodom, N., P. Duangpatra, P. Kantungkul and J. Romkaew. 2019. Agronomic effectiveness and economical worthiness of controlled release – nano material coated chemical fertilizers in sugar cane. *Khon Kaen Agricultural Journal* 47(2): 259-270. [in Thai]

การลดการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในผักสลัดที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์

Reduction of Phosphorus and Potassium Accumulations in Lettuce Grown in a Hydroponic System

รุจิรา ตะติ¹ เพ็ญญา จักรสมศักดิ์² และสาวิกา กอนแสง^{3*}

Rujira Tadi¹ Pennapa Jaksomsak² and Sawika Konsaeng^{3*}

¹ สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Program in Soil Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

² ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50200

² Department of Plant and Soil Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, San Sai, Chiang Mai 50200

³ สาขาวิชาเกษตรเคมี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

³ Program in Agricultural Chemistry, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: sawika.k@gmail.com

(Received: 16 May 2023; Revised: 14 July 2023; Accepted: 20 July 2023)

Abstract

This research aimed to evaluate the phosphorus (P) and potassium (K) accumulations, and the effects on growth and yield of lettuce grown in reduced phosphorus and potassium concentrations nutrient solution. Green oak and red oak plant were grown in a hydroponic system with four treatments of varying concentrations of KH_2PO_4 and KCl including 1) 0.1 mM KH_2PO_4 + 0.5 mM KCl ($\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$) 2) 0.1 mM KH_2PO_4 + 1.0 mM KCl ($\text{P}_{0.1}\text{K}_{1.0}$) 3) 0.3 mM KH_2PO_4 + 0.5 mM KCl ($\text{P}_{0.3}\text{K}_{0.5}$) and 4) 0.3 mM KH_2PO_4 + 1.0 mM KCl ($\text{P}_{0.3}\text{K}_{1.0}$). The results showed that the reduction of P and K affected different growth parameters although only the yield of red oak was decreased. Phosphorus accumulation of green oak in $\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$ and $\text{P}_{0.1}\text{K}_{1.0}$ was reduced from 5.31 mg/g in $\text{P}_{0.3}\text{K}_{1.0}$ to 2.58 and 1.89 mg/g. It was also found that K was dropped from 63.14 mg/g in $\text{P}_{0.3}\text{K}_{1.0}$ to 37.82 and 46.96 mg/g in treatments that reduced P or K or both P and K in the nutrient solution. In the same way, red oak had lower P concentration in $\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$ and $\text{P}_{0.1}\text{K}_{1.0}$ which were 3.65 and 2.96 mg/g. There were 69.73, 69.47, and 50.41 mg/g for potassium accumulation, in $\text{P}_{0.3}\text{K}_{1.0}$, $\text{P}_{0.1}\text{K}_{1.0}$ and $\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$, respectively. However, the higher sodium accumulation in red oak supplied with $\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$ was noted while not affecting green oak. The results from this study could be used for vegetable production with low P and K.

Keywords: Potassium, phosphorus, lettuce, fertilizer application

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเจริญเติบโต ผลผลิต การสะสมฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผักสลัดกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ลดความเข้มข้นฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ดำเนินการปลูกผักสลัดในระบบไฮโดรโปนิคส์ โดยมีการเติม KH_2PO_4 และ KCl ในสารละลายธาตุอาหารพืชต่างกัน 4 กรรมวิธีการทดลอง ประกอบด้วย 1) 0.1 mM KH_2PO_4 + 0.5 mM KCl ($\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$) 2) 0.1 mM KH_2PO_4 + 1.0 mM KCl

($P_{0.1}K_{1.0}$) 3) $0.3 \text{ mM KH}_2\text{PO}_4 + 0.5 \text{ mM KCl}$ ($P_{0.3}K_{0.5}$) และ 4) $0.3 \text{ mM KH}_2\text{PO}_4 + 1.0 \text{ mM KCl}$ ($P_{0.3}K_{1.0}$) ผลการศึกษาพบว่า การลดความเข้มข้นของธาตุอาหารส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดทั้งสองชนิดแตกต่างกัน โดยเฉพาะผลผลิตของเรดโอ๊ค นอกจากนี้การสะสมฟอสฟอรัสในกรีนโอ๊คลดลงจาก 5.31 mg/g ใน $P_{0.3}K_{1.0}$ เป็น 2.58 และ 1.89 mg/g ใน $P_{0.1}K_{0.5}$ และ $P_{0.1}K_{1.0}$ การสะสมโพแทสเซียมลดลงจาก 63.14 mg/g ใน $P_{0.3}K_{1.0}$ เป็น 37.82 และ 46.96 มิลลิกรัม/กรัม ในกรรมวิธีที่มีการลดความเข้มข้นของธาตุทั้งสอง หรือมีการลดธาตุใดธาตุหนึ่ง ส่วนเรดโอ๊คมีการสะสมฟอสฟอรัสใน $P_{0.1}K_{0.5}$ และ $P_{0.1}K_{1.0}$ ลดลงโดยมีค่า 3.65 และ 2.96 mg/g มีการสะสมโพแทสเซียมใน $P_{0.3}K_{0.5}$, $P_{0.1}K_{1.0}$ และ $P_{0.1}K_{0.5}$ 69.73 , 69.47 และ 50.41 mg/g ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการปลูกผักสลัดเรดโอ๊คด้วย $P_{0.1}K_{0.5}$ มีการสะสมโซเดียมเพิ่มขึ้น ผลจากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตผักที่มีฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำ

คำสำคัญ: โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส ผักสลัด วิธีการให้ปุ๋ย

คำนำ

ในประเทศไทยพบผู้ป่วยโรคไตเป็นอันดับ 3 ซึ่งมีประมาณ 8 ล้านคน และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (Manantapong *et al.*, 2022) สาเหตุมาจากการรับประทานอาหารที่มีโซเดียมสูง รวมทั้งการบริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ผักใบเขียวและผลไม้ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง แม้ว่าฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียม เป็นแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ แต่หน่วยไตของผู้ป่วยโรคไตและโรคไตเรื้อรัง (Chronic Kidney Disease; CKD) มีประสิทธิภาพลดลง จึงไม่สามารถขับแร่ธาตุออกมาได้หมด ส่งผลให้เกิดการสะสมของแร่ธาตุในเลือดสูงจนหัวใจทำงานผิดปกติ (Putcha and Allon, 2007) ในเลือดคนปกติควรมีระดับฟอสฟอรัสในเลือดต่ำกว่า 4.8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และระดับโพแทสเซียมเท่ากับ 3.5 - 5.5 มิลลิอีควิวาเลนต่อเดซิลิตร (Talukder *et al.*, 2016) ดังนั้น คนควรได้รับโพแทสเซียมจากการบริโภคอาหารวันละ $2,000$ - $3,500$ มิลลิกรัมต่อวัน หรือ 200 มิลลิกรัมโพแทสเซียมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และควรได้รับฟอสฟอรัสวันละ 800 - $1,000$ มิลลิกรัมต่อวัน หรือ 300 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (Pollock *et al.*, 2005) ในพืชอาหารมีการสะสมฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงกว่า 0.2 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เนื่องจากธาตุทั้งสองจัดเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมากฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบใน

สารอินทรีย์ที่สำคัญต่อพืชหลายชนิด เช่น นิวคลีโอโปรตีน (nucleoprotein) ที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์และการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมโดยโครโมโซม ฟอสโฟไลปิด (phospholipid) ที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างแป้ง โปรตีน และช่วยให้พืชออกดอกและแก่เร็วโพแทสเซียมจึงมีบทบาทในการเจริญเติบโต และพัฒนาส่วนต่าง ๆ ของพืช (Osotsapar, 2015) รวมทั้งเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้โดยผ่านท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหาร ทำหน้าที่ควบคุมการเปิดและปิดของปากใบ ควบคุมการแลกเปลี่ยนแร่ธาตุระหว่างนอกเซลล์และภายในเซลล์ของพืช มีความสำคัญต่อคุณภาพของมะเขือเทศเชอร์รี่ เช่น ขนาด สี สันรสชาติ และระยะเวลาในการเก็บรักษา (Manantapong *et al.*, 2022)

การที่ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังบริโภคพืชอาหารจึงส่งผลให้ได้รับปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงตามไปด้วย ทั้งนี้พืชอาหารบางชนิด เช่น ผักสลัดหรือผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) เป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยน้ำ 95 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 1 - 2 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 1 - 2 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินเอ วิตามินซี และแร่ธาตุหลายชนิด เช่น แคลเซียม เหล็ก และฟอสฟอรัส เป็นต้น (Jirakiattikun and Saelim, 2009) หากสามารถลดปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในพืชเหล่านี้ได้ จะเป็นประโยชน์ในการผลิตพืชอาหารทางเลือกที่ทำให้ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง

สามารถควบคุมปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในเลือดให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตราย ทั้งนี้พบว่า มีรายงานวิจัยในการผลิตพืชลดปริมาณโพแทสเซียมในพืชหลายชนิด เช่น สตรอว์เบอร์รี่ (Mondal *et al.*, 2017) ผักกินใบ (Manantapong *et al.*, 2019) ผักสลัด (Xu *et al.*, 2021) สวิสชาร์ด และผักโขม (D'Imperio *et al.*, 2019) มะเขือเทศ (Manantapong *et al.*, 2022; Diem and Godhold, 1993; Tsukagoshi *et al.*, 2021) แต่การผลิตพืชลดการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสยังมีอยู่น้อย และยังไม่พบการศึกษาการลดปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมร่วมกัน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสะสมฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผักสลัดที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ลดความเข้มข้นฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมลง รวมทั้งประเมินผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต ซึ่งจะสามารถใช้เป็นแนวทางการผลิตพืชโพแทสเซียม และฟอสฟอรัสต่ำสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังได้

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 กรรมวิธีการทดลอง (Table 1) 4 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำ ประกอบด้วยผักสลัด 6 ต้น มีการกำหนดกรรมวิธีการทดลองจากการทดลองเบื้องต้นของคณะผู้วิจัย ที่พบว่า การได้รับ KH_2PO_4 0.3 มิลลิโมลาร์ และ KCl 1.0 มิลลิโมลาร์ เป็นระดับที่เพียงพอต่อ

การเจริญเติบโตของผักสลัด (ข้อมูลไม่ได้นำเสนอ) ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2565 โดยเพาะเมล็ดผักสลัดกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ลงบนแผ่นฟองน้ำที่ตัดสำเร็จขนาด 2.54×2.54 เซนติเมตร เจาะตรงกลางก้อนฟองน้ำ สำหรับใส่เมล็ด นำฟองน้ำใส่ถาดพลาสติก รดน้ำให้ชุ่ม และวางไว้ในที่ร่ม หลังเพาะเมล็ด 3 วัน นำถาดเพาะออกมาวางที่แสงแดดรำไร และรักษาระดับน้ำในถาด ให้สูงประมาณ 1.5 เซนติเมตร ย้ายต้นกล้าอายุ 7 วัน ลงในสารละลายธาตุอาหารความเข้มข้น $1/2$ เท่าของสูตรปกติ (Siringam, 2014)

เมื่อต้นกล้าอายุ 21 วัน ย้ายต้นกล้าลงใน ถาดพลาสติกสีดำ ขนาด $31 \times 46.5 \times 18$ เซนติเมตร ที่บรรจุสารละลายธาตุอาหาร 10 ลิตร โดยมีระยะปลูก 5×5 เซนติเมตร ในระบบไฮโดรโพนิคส์ แบบ DFT (deep flow technique) และเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารที่ดัดแปลงจาก สูตร Enshi solution (Ogawa *et al.*, 2007) ประกอบด้วย 4 มิลลิโมลาร์ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 1 มิลลิโมลาร์ MgSO_4 , 0.025 H_3BO_3 , 0.004 มิลลิโมลาร์ $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.0004 มิลลิโมลาร์ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.0001 มิลลิโมลาร์ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.00002 $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ที่ได้รับ KH_2PO_4 และ KCl แตกต่างกันตามกรรมวิธีการทดลองที่กำหนด เปลี่ยนสารละลายทุกสัปดาห์ และปรับ pH ในสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ที่ระดับ 6.2 - 6.5 ตลอดการทดลอง

Table 1 Concentrations of KH_2PO_4 and KCl in nutrient solution

Treatments	KH_2PO_4 in nutrient solution (mM)	KCl in nutrient solution (mM)
$\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$	0.1	0.5
$\text{P}_{0.1}\text{K}_{1.0}$	0.1	1.0
$\text{P}_{0.3}\text{K}_{0.5}$	0.3	0.5
$\text{P}_{0.3}\text{K}_{1.0}$	0.3	1.0

1) การเจริญเติบโตและผลผลิต

เมื่อต้นผักสลัดอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด ทำการบันทึก ความสูงต้น ความยาวราก ความกว้างทรงพุ่ม นับจำนวนใบ และวัดค่า SPAD บนใบ

โดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (SPAD-502Plus, ประเทศญี่ปุ่น) บันทึกน้ำหนักสดต้น จากนั้นนำผักไปล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา และน้ำกลั่นตามลำดับ หั่นตัวอย่างเป็นขนาด 2-3 เซนติเมตร อบที่

อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ซึ่งนำหนักแห้งแล้วจึงนำมาบดละเอียด (Manantapong *et al.*, 2019) จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียม

2) การสะสมธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียม

ย่อยตัวอย่างพืชด้วยกรดผสมไนตริก-เปอร์คลอริก จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างมาวัดปริมาณโพแทสเซียม โดยทำให้สารละลายตัวอย่างเจือจางลง 10 เท่า ด้วย 0.5 โมลาร์ HCl และวัดปริมาณโซเดียม โดยทำให้สารละลายตัวอย่างเจือจางลง 80 เท่า ด้วย 0.5 โมลาร์ HCl อ่านค่าด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและผลผลิต

จากการทดลองปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คในสารละลายธาตุอาหารที่มีระดับความเข้มข้นของ KCl และ KH_2PO_4 ในสารละลายต่างกัน 4 กรรมวิธีการทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของ KH_2PO_4 หรือ KCl ที่ลดลงส่งผลกระทบต่อความสูงและความยาวรากของสลัดกรีนโอ๊ค กรรมวิธีการทดลองที่ได้รับ $\text{P}_{0.1}\text{K}_{1.0}$ และ $\text{P}_{0.3}\text{K}_{0.5}$ มีความสูง 12.46 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่า $\text{P}_{0.3}\text{K}_{1.0}$ (10.87 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(CECIL1011, ประเทศอังกฤษ) และวัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยการทำปฏิกิริยากับสารละลายวานาโดโมลิบเดต วัดค่าการดูดกลืนแสง โดยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (SavantaAAΣ, ประเทศออสเตรเลีย) ที่ช่วงคลื่น 430 นาโนเมตร (Puranapong *et al.*, 2005)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ด้วยโปรแกรม SX for windows เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Significant Difference (LSD) ที่ความเชื่อมั่น 95%

ส่วนความยาวรากของกรรมวิธีการทดลองที่ได้รับ KH_2PO_4 0.1 มิลลิโมลาร์ ทั้ง 2 กรรมวิธีการทดลอง ($\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$ และ $\text{P}_{0.1}\text{K}_{1.0}$) มีความยาวรากมากกว่ากรรมวิธีการทดลองอื่น (13.72 และ 14.63 เซนติเมตรตามลำดับ) ขณะที่ระดับความเข้มข้นของ KH_2PO_4 และ KCl ไม่มีผลต่อความกว้างทรงพุ่ม (21.81-23.39 เซนติเมตร) จำนวนใบ (11.15-11.89 ใบ) ค่า SPAD (24.97-26.28 หน่วย) และน้ำหนักสดต้น (36.83-43.97 กรัม) (Table 2)

Table 2 Average of height, canopy width, leaf number, root length, SPAD value and shoot fresh weight of green oak lettuce in a hydroponic system at harvest (42 days after sowing)

Treatments	Plant Height (cm)	Canopy width (cm)	No. of Leaf/Plant (number)	Root length (cm)	SPAD value (unit)	Shoot fresh weight (g/plant)
$\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$	11.78ab	22.37	11.54	13.72a	25.94	43.97
$\text{P}_{0.1}\text{K}_{1.0}$	12.46a	22.40	11.89	14.63a	24.97	39.83
$\text{P}_{0.3}\text{K}_{0.5}$	12.46a	23.39	11.83	11.13b	25.58	46.00
$\text{P}_{0.3}\text{K}_{1.0}$	10.87b	21.81	11.15	11.34b	26.28	36.83
F-test	*	ns	ns	**	ns	ns
LSD _{0.05}	1.17	2.75	0.76	1.50	2.75	9.46

Remarks: Different lowercase letters designate a significant difference concentration in nutrient solution with LSD at $p \leq 0.05$

ns means non-significant difference, * and ** mean significant at $p \leq 0.05$ and 0.01, respectively

การเจริญเติบโตของสลัดเรดโอ๊คที่แสดงใน (Table 3) พบว่า ความสูง ความยาวราก และค่า SPAD

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสลัดเรดโอ๊คมีความสูง 12.32 - 12.83 เซนติเมตร

ความยาวราก 23.25 - 26.12 เซนติเมตร ค่า SPAD 37.98 - 40.17 หน่วย ทั้งนี้พบว่าความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ และน้ำหนักสดต้นมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างแต่ละกรรมวิธีการทดลอง ความกว้างทรงพุ่มของสลัดเรดโอ๊คที่ได้รับ $P_{0.3}K_{0.5}$ มีค่ามากที่สุด (21.58 เซนติเมตร) ส่วน $P_{0.3}K_{0.5}$ มีจำนวนใบมากกว่า $P_{0.1}K_{0.5}$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า กรรมวิธีการทดลองที่มีการลดระดับความเข้มข้น KH_2PO_4 หรือ KCl ทำให้น้ำหนักสดต้นลดลง 25.9 - 32.8 เปอร์เซ็นต์

การที่การเจริญเติบโตของผักสลัดได้รับผลกระทบจากการลดระดับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหาร เนื่องจากธาตุทั้งสองเป็นธาตุจำเป็นสำหรับพืช การได้รับฟอสฟอรัสที่มีความเข้มข้นต่ำเกินไปจะส่งผลกระทบต่ออัตราการขนส่งฟอสฟอรัสไปยังผิวรากพืช รวมทั้งพืชจะมีการปรับตัวเพื่อลดการใช้ฟอสเฟตและนำฟอสเฟตเข้าสู่เซลล์และนำกลับมาใช้ใหม่ ทำให้อัตราส่วนการเจริญเติบโตของส่วนยอดลดลง (Neocleous and Savvas, 2019; Peret *et al.*, 2011; Silber, 2008; Zhu *et al.*, 2020) ส่วนโพแทสเซียมที่ลดลงทำให้การสังเคราะห์แสงและอัตราการคายน้ำลดลง โดยการกระตุ้นการปิดปากใบ (Marek *et al.*, 2019) ส่งผลต่อน้ำหนักสด ความสูง และปริมาณคลอโรฟิลล์ (Prajapati and Modi, 2012; Wakeel *et al.*, 2011) ผลการเจริญเติบโตของ

ผักสลัดในงานวิจัยนี้ได้รับผลกระทบดังกล่าวเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำหนักสดของสลัดเรดโอ๊คในกรรมวิธีการทดลองที่ได้รับทั้งฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในระดับต่ำ ($P_{0.1}K_{0.5}$) หรือได้รับฟอสฟอรัสหรือโพแทสเซียมระดับต่ำอย่างใดอย่างหนึ่ง ($P_{0.1}K_{1.0}$ และ $P_{0.3}K_{0.5}$) มีน้ำหนักสดต้นน้อยกว่ากรรมวิธีการทดลองที่ได้รับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพียงพอส ($P_{0.3}K_{1.0}$) (Table 3) ทั้งนี้ผลกระทบเหล่านี้อาจเป็นผลมาจากความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารที่ลดลงอยู่ในระดับที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง หรือการลดลงนั้นทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารอื่น (Osotsapar, 2015) เช่น การขาดฟอสฟอรัสยังทำให้พืชขาดโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (Chimma *et al.* 2019; Adams, 2002; Onthong and Osaki, 2006) การขาดโพแทสเซียมทำให้พืชดูดใช้ธาตุบางชนิดได้มากขึ้น ได้แก่ ฟอสฟอรัส และแคลเซียม (Osotsapar, 2015) แมงกานีส แมกนีเซียม และโบรอน (Levine and Mattson, 2021) อย่างไรก็ตาม การตอบสนองด้านการเจริญเติบโตของสลัดทั้งสองชนิดต่อระดับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ลดลงไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุกลักษณะที่ทำการศึกษาเนื่องจากสัดส่วนธาตุอาหารที่พืชต้องการมีความแตกต่างกัน (Jirakiattikun and Saelim, 2009)

Table 3 The average of height, canopy width, leaf number, root length, SPAD value and shoot fresh weight of red oak lettuce in a hydroponic system at harvest (42 days after sowing)

Treatments	Plant Height (cm)	Canopy width (cm)	No. of Leaf/Plant (number)	Root length (cm)	SPAD value (unit)	Shoot fresh weight (g/plant)
$P_{0.1}K_{0.5}$	12.54	19.54b	10.91c	26.12	40.17	35.46b
$P_{0.1}K_{1.0}$	12.50	19.69b	11.00bc	24.54	38.69	35.96b
$P_{0.3}K_{0.5}$	12.83	21.58a	11.61ab	23.25	37.98	39.09b
$P_{0.3}K_{1.0}$	12.32	19.57b	11.66a	23.94	38.03	52.76a
F-test	ns	*	*	ns	ns	**
LSD _{0.05}	0.51	1.36	0.65	2.90	2.29	6.28

Remarks: Different lowercase letters designate a significant difference concentration in nutrient solution with LSD at $P \leq 0.05$ ns means non-significant difference, * and ** mean significant at $P \leq 0.05$ and 0.01, respectively

การสะสมธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ โซเดียม

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกันทำให้เกิดการสะสมธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในสลัดกรีนไค้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้ $P_{0.3}K_{0.5}$ และ $P_{0.3}K_{1.0}$ มีการสะสมฟอสฟอรัสมากกว่ากรรมวิธีการทดลองอื่น (5.39 และ 5.31 มิลลิกรัมต่อกรัม) ต้นที่ได้รับ $P_{0.1}K_{1.0}$ มีการสะสม

ฟอสฟอรัสน้อยที่สุด (1.89 มิลลิกรัมต่อกรัม) สำหรับการสะสมโพแทสเซียม สลัดกรีนไค้จากกรรมวิธี $P_{0.3}K_{1.0}$ มีการสะสมโพแทสเซียมมากที่สุด 63.14 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีการทดลองที่เหลือซึ่งมีค่าระหว่าง 37.82 - 46.96 มิลลิกรัมต่อกรัม นอกจากนี้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารไม่มีผลต่อการสะสมโซเดียมในสลัดกรีนไค้ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.50 - 0.55 มิลลิกรัมต่อกรัม (Table 4)

Table 4 Phosphorus (P) potassium (K) and sodium (Na) concentrations (mg/g) of green oak lettuce shoots grown in a hydroponic system supplied with various concentrations of KH_2PO_4 and KCl

Treatments	P concentration (mg/g)	P difference (%)	K concentration (mg/g)	K difference (%)	Na concentration (mg/g)
$P_{0.1}K_{0.5}$	2.86b	-52	37.82b	-40	0.53
$P_{0.1}K_{1.0}$	1.89c	-65	46.96b	-26	0.51
$P_{0.3}K_{0.5}$	5.39a	+1.5	46.62b	-26	0.51
$P_{0.3}K_{1.0}$	5.31a	-	63.14a	-	0.55
F-test	**		*		ns
LSD _{0.05}	0.47		0.12		0.07

Remarks: Different lowercase letters designate a significant difference concentration in nutrient solution with LSD at $p \leq 0.05$ ns means non-significant difference, * and ** mean significant at $p \leq 0.05$ and 0.01, respectively, the percentage of P and K differences are the increasing (+) or decreasing (-) of P or K concentrations in green oak shoot in each treatment compared with sufficient P and K treatment ($P_{0.3}K_{1.0}$)

ในสลัดเรดไค้พบว่า กรรมวิธีการทดลองที่มีการให้ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในระดับที่ต่างกันส่งผลให้การสะสมธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า การให้ฟอสฟอรัสในสารละลายระดับเพียงพอ ($P_{0.3}K_{0.5}$ และ $P_{0.3}K_{1.0}$) พืชจะมีการสะสมฟอสฟอรัสสูงกว่ากรรมวิธีการทดลองอื่น (มีค่า 6.85 และ 6.88 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ) การให้ฟอสฟอรัสในสารละลายระดับต่ำ เมื่อได้รับ $P_{0.1}K_{0.5}$

และ $P_{0.1}K_{1.0}$ ทำให้พืชมีการสะสมฟอสฟอรัสน้อยลง โดยมีค่า 3.65 มิลลิกรัมต่อกรัม และ 2.96 มิลลิกรัมต่อกรัม ด้านการสะสมโพแทสเซียมจะเห็นได้ว่าการได้รับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในระดับเพียงพอ ($P_{0.3}K_{1.0}$) มีการสะสมโพแทสเซียมสูงที่สุด (78.10 มิลลิกรัมต่อกรัม) รองลงมา คือ สลัดเรดไค้ที่ได้รับฟอสฟอรัสระดับต่ำและโพแทสเซียมระดับเพียงพอ ($P_{0.1}K_{1.0}$) และได้รับฟอสฟอรัสระดับเพียงพอและโพแทสเซียมระดับต่ำ ($P_{0.3}K_{0.5}$) ซึ่งมี

การสะสมโพแทสเซียม 64.47 และ 69.73 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ขณะที่การได้รับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในระดับต่ำ ($P_{0.1}K_{0.5}$) มีการสะสมโพแทสเซียมน้อยที่สุด (50.41 มิลลิกรัมต่อกรัม) อย่างไรก็ตาม การให้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่ำ ($P_{0.1}K_{0.5}$) ทำให้มีการมีการสะสมโซเดียมในปริมาณมากที่สุด 1.03 มิลลิกรัมต่อกรัม และสูงกว่าทุกกรรมวิธี (Table 5) มีงานวิจัยที่รายงานว่า การลดปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารลงสามารถลดการสะสมโพแทสเซียมได้ 25 เปอร์เซ็นต์ในมะเขือเทศ (Tsukagoshi *et al.*, 2021) และ 43 เปอร์เซ็นต์ ในสวิสชาร์ด (D'Imperio *et al.*, 2019) งานวิจัยนี้สามารถลดการสะสมโพแทสเซียมในสลัดกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คได้ 26 – 40 และ 11 - 35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการลดการสะสมฟอสฟอรัสในพืช การศึกษาก่อนหน้าของผู้วิจัยพบว่า การลดปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายจาก 0.6 มิลลิโมลาร์ KH_2PO_4 เป็น 0.2 และ 0.1 มิลลิโมลาร์ KH_2PO_4 ทำให้ฟอสฟอรัสสะสมในส่วนต้นของสลัดกรีนโอ๊คลดลงจาก 4.58 มิลลิกรัมต่อกรัม เป็น 3.59 และ 1.66 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (Tadi *et al.*, 2022)

ในการศึกษานี้พบว่า การสะสมฟอสฟอรัสในสลัดกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คมีค่าอยู่ระหว่าง 1.89 - 5.39 และ 2.96 - 6.88 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้สลัดทั้งสองชนิดที่ได้รับฟอสฟอรัส 0.1 มิลลิโมลาร์ KH_2PO_4 แต่ได้รับโพแทสเซียม 0.5 มิลลิโมลาร์ KCl ($P_{0.1}K_{0.5}$) มีการสะสมฟอสฟอรัสที่สูงกว่าการได้รับฟอสฟอรัส 0.1 มิลลิโมลาร์ KH_2PO_4 แต่ได้รับโพแทสเซียม 1.0 มิลลิโมลาร์ KCl ($P_{0.1}K_{1.0}$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4 และ Table 5) เนื่องจาก

การได้รับโพแทสเซียมในระดับที่ต่ำทำให้พืชมีการดูดฟอสฟอรัสได้มากขึ้น (Osotsapar, 2015) ในทางกลับกันพบว่า สลัดเรดโอ๊คที่ได้รับโพแทสเซียม 0.5 มิลลิโมลาร์ KCl แต่ได้รับฟอสฟอรัส 0.3 มิลลิโมลาร์ KH_2PO_4 ($P_{0.3}K_{0.5}$) มีการสะสมโพแทสเซียมไม่แตกต่างกับการได้รับ 1.0 มิลลิโมลาร์ KCl แต่ได้รับ 0.1 มิลลิโมลาร์ KH_2PO_4 ($P_{0.1}K_{1.0}$) เกิดจากการได้รับฟอสฟอรัสที่สูงขึ้นส่งเสริมให้มีการดูดโพแทสเซียมได้มากขึ้น (Onthong and Osaki, 2006) นอกจากนี้พืชที่ได้รับโพแทสเซียมต่ำจะดูดใช้โซเดียมได้สูงกว่าการได้รับโพแทสเซียมในปริมาณปกติ (Ogawa *et al.*, 2012; Pujos and Morard, 1997; Tomemori *et al.*, 2002) ในการศึกษาที่พบการสะสมโซเดียมในเรดโอ๊คที่เพิ่มขึ้นถึง 46 เปอร์เซ็นต์ เมื่อลดปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหาร ($P_{0.1}K_{0.5}$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Manantapong *et al.* (2019) ที่พบการสะสมโซเดียมเพิ่มขึ้นในผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ผักกาดเขียวอ่อน และคะน้าที่ได้รับปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายลดลง 1/2 และ 1/4 เท่า อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาที่พบว่าความเข้มข้นของโซเดียมในกรีนโอ๊คไม่ได้เพิ่มขึ้นดังที่พบในเรดโอ๊คอาจเนื่องมาจากความต้องการโพแทสเซียมในผักสลัดทั้งสองชนิดแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการดูดใช้ และการแทนที่โพแทสเซียมที่ขาดด้วยโซเดียม (Pujos and Morard, 1997) ดังนั้นผลจากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตผักที่มีฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำ สำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังเพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังสามารถบริโภคผักได้ โดยจำเป็นต้องมีการศึกษาวิธีการลดปริมาณโซเดียมในพืช ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย

Table 5 Phosphorus (P) potassium (K) and sodium (Na) concentrations (mg/g) of red oak lettuce shoots grown in a hydroponic system supplied with various concentrations of KH_2PO_4 and KCl

Treatments	P concentration (mg/g)	P difference (%)	K concentration (mg/g)	K difference (%)	Na concentration (mg/g)	Na difference (%)
$\text{P}_{0.1}\text{K}_{0.5}$	3.65b	-47	50.41c	-35	1.03a	+46
$\text{P}_{0.1}\text{K}_{1.0}$	2.96c	-57	67.47b	-14	0.59b	-13
$\text{P}_{0.3}\text{K}_{0.5}$	6.85a	-0.4	69.73b	-11	0.56b	-18
$\text{P}_{0.3}\text{K}_{1.0}$	6.88a	-	78.10a	-	0.68b	-
F-test	**		**		**	
LSD _{0.05}	0.53		6.58		0.16	

Remarks: Different lowercase letters designate a significant difference concentration in nutrient solution with LSD at $p \leq 0.05$

** means significant at $p \leq 0.01$, the percentage of P, K and Na differences are the increasing (+) or decreasing

(-) of P or K or Na concentrations in red oak shoot in each treatment compared with sufficient P and K treatment

($\text{P}_{0.3}\text{K}_{1.0}$)

สรุปผลการวิจัย

ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักสลัดทั้งสองชนิดแตกต่างกัน โดยมีผลต่อความสูง และความยาวรากของสลัดกรีนโอ๊ค รวมทั้งมีผลต่อความกว้างทรงพุ่มจำนวนใบ และน้ำหนักสดของผักสลัดเรดโอ๊ค อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับ การได้รับฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เพียงพอ การลดปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารทำให้การสะสมฟอสฟอรัสในสลัดกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คลดลง 52 - 65 และ 47 - 57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังทำให้การสะสมโพแทสเซียมในส่วนต้นของผักสลัดทั้งสองชนิดลดลง 26 - 40 และ 11 - 35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่ผักสลัดเรดโอ๊คที่ได้รับธาตุอาหารทั้งสองในระดับต่ำมีการสะสมโซเดียมในส่วนต้นเพิ่มขึ้น 46 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อ การสะสมโซเดียมในสลัดกรีนโอ๊ค

เอกสารอ้างอิง

- Adams, P. 2002. Nutritional control in hydroponics. pp. 211-261. *In*: Savvas, D., H.C. Passam. (Eds.), Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications. Athens, Greece.
- Chimma, S., S. Sukyankij, S. Samithiarporn, S. Jewprasert and T. Panich-pat. 2019. Growth and yield response of hybrid cucumber on phosphorus fertilizer. Thai Journal of Science and Technology 9(2): 276-286. [in Thai]
- D'Imperio, M., F. Montesano, M. Renna, A. Parente, A.F. Logrieco and F. Serio. 2019. Hydroponic production of reduced-potassium swiss chard and spinach: A feasible agronomic approach to tailoring vegetables for chronic kidney disease patients. Agronomy 9(10): 672. Available:

- <https://doi.org/10.3390/agronomy9100627>.
- Diem, B. and D.L. Godnold. 1993. Potassium, calcium and magnesium antagonism inclones of *Populus trichocarpa* Plant and Soil 155: 411-414. Available: <https://doi.org/10.1007/BF00025070>.
- Jirakiattikun, Y and N. Saelim. 2009. Growth of leaf lettuce cv. Red Oak grown in hydroponics with different nutrient solutions. Thai Science and Technology Journal 17(2): 81-88. [in Thai]
- Levine, C.P. and N.S. Mattson. 2021. Potassium-deficient nutrient solution affects the yield, morphology, and tissue mineral elements for hydroponic baby leaf spinach (*Spinacia oleracea* L.). Horticulturae 7(8): 213. Available: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7080213>.
- Manantapong, K., S. Anutrakulchai, R. Kraiklang, P. Kanyawongha and A. Sriprachote. 2019. The potassium concentration decreasing in vegetable planted in hydroponic system. Thai Journal of Soils and Fertilizers 41 (2): 26-35. [in Thai]
- Manantapong, K., A. Sriprachote, S. Anutrakulchai, R. Kraiklang and P. Kanyawongha. 2022. Effects of reducing potassium concentration on the quality of cherry tomatoes grown in the hydroponics system. Khon Kaen Agriculture Journal 50(4): 1006-1018. [in Thai]
- Marek, S., A. Soukup and E. Tylova. 2019. Potassium in root growth and development. Plant 8(10): 435. Available: <https://doi.org/10.3390/plants8100435>.
- Mondal, M.F., M. Asaduzzaman, M. Ueno, M. Kawaguchi, S. Yano, T. Ban, H. Tanaka and T. Asao. 2017. Reduction of potassium (K) content in strawberry fruit through KNO₃ management of hydroponics. The Horticulture Journal 86(1): 26-36. Available: <https://doi.org/10.2503/hortj.MI-113>.
- Neocleous, D. and D. Savvas. 2019. The effects of phosphorus supply limitation on photosynthesis, biomass production, nutritional quality, and mineral nutrition in lettuce grown in a recirculating nutrient solution. Scientia Horticulturae. 252: 379-387. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.007>.
- Ogawa, A., S. Taguchi and C. Kawachima. 2007. A cultivation of spinach with low potassium content for patients on dialysis. Japanese Journal of Crop Science 76(2): 232-237. Available: <https://doi.org/10.1626/jcs.76.232>.
- Ogawa, A., T. Eguchi and K. Toyofuku. 2012. Cultivation method for leafy vegetable and tomatoes with low potassium content dialysis patients Environmental Control in Biology 50(4): 407-414. Available: <https://doi.org/10.2525/ecb.50.407>.
- Onthong, J. and M. Osaki. 2006. Adaptations of tropical plants to acid soils. Tropics. 15(4): 337-347. Available: <https://doi.org/10.3759/tropics.15.337>.
- Osotsapar, Y. 2015. Plant Nutrients. Kasetsart University Press, Bangkok. [in Thai]
- Peret, B., M. Clement, L. Nussaume and T. Desnos. 2011. Root developmental adaptation to phosphate starvation:

- better safe than sorry. Trends in plant science 16(8): 442-450. Available: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.05.006>.
- Pollock, C., D. Voss, E. Hodson and C. Crompton. 2005. Caring for Australasians with renal impairment (CARI). The CARI guidelines. Nutrition and growth in kidney disease. Nephrology 10(5): 177- 230. Available: https://doi.org/10.1111/j.14401797.2005.00506_1.x.
- Prajapati, K. and H.A. Modi. 2012. The importance of potassium in plant growth - A review. Indian journal of plant sciences 1(2-3):177-186.
- Pujos, A. and P. Morard. 1997. Effects of potassium deficiency on tomato growth and mineral nutrition at the early production stage. Plant Soil 189: 189-196.
- Puranapong, N. 2005. Handbook of Soil and Plant Analysis. Maejo University, Chiang Mai. [in Thai]
- Putcha, N. and M. Allon. 2007. Management of hyperkalemia in dialysis patients. Semin. Dial 20(5): 431-439.
- Silber, A. 2008. Chemical characteristics of soilless media. In: Raviv, M., Lieth, J.H.(Eds.), Soilless Culture: Theory and Practice. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, pp. 209-244.
- Siringam, K. 2014. Effect of potassium on physiological responses of lettuce (*Lactuca sativa* var. Romana) cultivated in hydroponic system. Phranakorn Rajabhat Research Journal 9(1): 16-3. [in Thai]
- Tadi, R., P. Jaksomsak and S. Konsaeng. 2022. Effects of decreasing potassium and phosphorus on nutrient accumulation, growth and yield of green oak grown in hydroponic system. Proceedings of The 7th National Soil and Fertilizer Conference, December 7-9, 2022, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand. pp. 7-9. [in Thai]
- Talukder, M.R., M. Asaduzzaman, M. Ueno, M. Kawaguchi, S. Yano, T. Ban, H. Tanaka and T. Asao. 2016. Low potassium content vegetable research for chronic kidney disease patients in Japan. Nephrol. 2(1): 1-8.
- Tomemori, H., K. Hamamura and K. Tanabe. 2002. Interactive effects of sodium and potassium on the growth and photosynthesis of spinach and komatsuna. Plant Prod. Sci. 5(4): 281-285.
- Tsukagoshi, S., E. Hamano, M. Hohjo and F. Ikegami. 2021. Hydroponic production of low-potassium tomato fruit for dialysis patients. Int. J. Veg. Sci. 21: 1-10.
- Wakeel, A., M. Farooq, M. Qadir and S. Schubert. 2011. Potassium substitution by sodium in plants. Crit. Rev. Plant Sci. 30(4): 401-413.
- Xu, H., M. Johkan, S. Tsukagoshi and T. Maruo. 2021. Effect of nutrient quantitative management on potassium and sodium concentration in low-potassium lettuce. Hort. J. 90 (2): 154-160.
- Zhu, Q., H. Wang, Y.Z. Shan, H.Y. Ma, H.Y. Wang, F.T. Xie and X. Ao. 2020. Physiological response of phosphorus-efficient and inefficient soybean genotypes under phosphorus-deficiency. Russ. J. Plant Physiol. 67(1): 175-184.

ความต้องการการส่งเสริมปลูกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่

The needs of Community Enterprise Members on Cultivating Extension of Organic Hemp in Chiang Mai Province

ดวงแข เจริญนวกุล สายสกุล ฟองมูล* สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และนภาพร เวชสิทธิ์นिरภัย

Duangkhae Charoennawakul Saisakul Fongmul* Siriwat Wongsiri and Napharat Vetchasitniraphai

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและการพัฒนาชนบท คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Division of Resources Development and Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: saisakul_tor@yahoo.com

(Received: 10 August 2023; Revised: 30 August 2023; Accepted: 14 September 2023)

Abstract

The research objectives were to studies 1) level need of extension in growing organic hemp with the community enterprise; 2) the knowledge factors of the members on the growing organic hemp; and 3) factors affecting the need of extension in growing organic hemp, Chiang Mai Province. The questionnaire was used to collect the data in the study. For data collection, 140 members, which are the organic hemp farm outstanding provincial community enterprises for 2 consecutive years (2021-2022), are chosen to be the sample. The statistical tools that are used for data analysis consist of Frequency, Percentage, Average, Standard deviation, and Multiple regression analysis.

The study revealed that the community enterprise's members are still in the high weakness of extension even the total knowledge requirements in community enterprise's members were at moderate level. As the result we found the most needs of extension in growing organic hemp demand on marketing and plant processing ($\bar{X} = 4.45$), crop harvest ($\bar{X} = 4.20$), planting areas and seeds ($\bar{X} = 3.99$) and farming ($\bar{X} = 3.79$) respectively. The study also showed that age ($p = 0.030$), family member ($p = 0.014$), land area ($p = 0.001$), training ($p = 0.019$) and educational and knowledge of organic hemp cultivation ($p = 0.010$) are being key factors to demand ($p \leq 0.05$) for level need of extension in growing organic hemp of community enterprises.

Keywords: Community needs, agricultural extension, hemp, organic system

บทคัดย่อ

การวิจัย มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความต้องการการส่งเสริมปลูกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่ 2) เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับการปลูกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่ และ 3) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 140 คน ในปีการผลิต พ.ศ. 2564/2565 โดยเป็นสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกัญชงในจังหวัด

เชียงใหม่ที่ขึ้นทะเบียนเป็นวิสาหกิจชุมชนจากสำนักงานการเกษตรอำเภอ และได้รับใบอนุญาตปลูกกัญชงจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติอนุมาน ได้แก่ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่สมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่ มีความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์อยู่ในระดับความต้องการการส่งเสริมมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยระดับความต้องการการส่งเสริมมากที่สุด คือ ด้านการตลาดและการแปรรูป (ค่าเฉลี่ย 4.45) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยระดับความต้องการการส่งเสริมมาก ได้แก่ ด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.20) ด้านการเตรียมพื้นที่และเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.99) และด้านการเพาะปลูก (ค่าเฉลี่ย 3.79) ตามลำดับ ส่วนใหญ่สมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่มีความรู้เกี่ยวกับปลูกกัญชงอินทรีย์อยู่ในระดับความรู้ปานกลาง สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ได้แก่ อายุ ($p = 0.030$) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ($p = 0.014$) จำนวนพื้นที่ปลูกกัญชง ($p = 0.001$) การฝึกอบรมและการไปดูงานเกี่ยวกับกัญชงอินทรีย์ ($p = 0.019$) และความรู้การปลูกกัญชงอินทรีย์ ($p = 0.010$)

คำสำคัญ: ความต้องการของสมาชิกวิสาหกิจชุมชน การส่งเสริมการเกษตร กัญชง ระบบเกษตรอินทรีย์

คำนำ

กัญชง (Hemp) เป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในเขตเอเชียกลาง มีการกระจายแพร่ไปทั่วเอเชีย ตะวันออก อินเดีย ตลอดจนทวีปยุโรป และเป็นพืชในวงศ์ Cannabaceae คือวงศ์เดียวกับ กัญชา มีลักษณะคล้ายคลึงกับต้นกัญชา ในด้านลักษณะทางพฤกษศาสตร์เท่านั้น ไม่ใช่พืชที่เป็นสารเสพติดเหมือนกัญชา นิยมนำมาแปรรูปทำเป็นผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการถักทอ (Royal Park Rajapruek, 2019) ในประเทศไทยโดยมูลนิธิโครงการหลวง และสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (สวพส.) มีการศึกษาและพัฒนาสายพันธุ์ของกัญชง และขึ้นทะเบียนพันธุ์กับกรมวิชาการเกษตรปัจจุบันได้ถึง 8 สายพันธุ์ (Prabtook, 2021) โดยมุ่งพัฒนาพันธุ์ให้มีลักษณะตรงกับความต้องการใช้ประโยชน์ ซึ่งในระยะแรกมุ่งการใช้ประโยชน์จากเส้นใย ต่อมาจึงพัฒนาพันธุ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดและสารสำคัญในช่อดอก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมได้อย่างมากมาย เช่น เส้นใย อาหารเสริมและเครื่องดื่ม เครื่องสำอาง ยารักษาโรค (Food and Drug Administration, Ministry of Public Health, 2019) และยังพบว่าแนวโน้มความต้องการกัญชงใน

อุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะในอเมริกา จากการประเมินมูลค่าตลาดอุตสาหกรรมกัญชง ตั้งแต่ต้นน้ำถึงผลิตภัณฑ์ปลายน้ำ มีมูลค่ารวมถึงกว่า 28,000 ล้านบาท และยังมีการคาดการณ์ว่ามูลค่าตลาดภายในปี พ.ศ. 2568 จะโตได้ร้อยละ 10-15 คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 42,800 ล้านบาท (Center for Economic and Business Forecasting, 2022)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์กัญชงไทยออกสู่ตลาดอย่างกว้างขวาง จึงมีความจำเป็นต้องตระหนักถึงข้อควรระวังหลายข้อเพื่อส่งเสริมให้มีการเข้าถึงอย่างปลอดภัย ต่อสุขภาพและการใช้ประโยชน์สูงสุด ทำให้ผลิตภัณฑ์กัญชงต้องได้มาตรฐานระดับสูงซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ออกจำหน่ายสู่ตลาดมีหลายมาตรฐาน ภาครัฐควร มีการควบคุมให้ได้มาตรฐานและเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด เพื่อสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภค อีกประการหนึ่งคือ การสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ปลูกกัญชงเป็นสิ่งสำคัญที่สัมพันธ์ต่อการสร้างระบบโรงงานเพื่อการแปรรูปกัญชง และต้องเป็นระบบเกษตรกรรมที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม หากผู้ปลูกไม่มีความเข้าใจพื้นฐานเรื่องพืชสายพันธุ์กัญชง จะทำให้การเพาะปลูกไม่ถูกต้อง เกิดปัญหา

การปนเปื้อนของโลหะหนักที่เป็นอันตราย ผลลัพธ์คือ พืชกัญชา จะดูดสารพิษเข้าไปที่ต้น และการใช้สารเคมี เช่น ยาฆ่าแมลง เป็นจำนวนมาก จะทำให้สารเคมีเข้าไปอยู่ในน้ำมันที่มีสาร Cannabidiol (CBD) ที่สกัดออกมา เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรปลูกตามมาตรฐานเกษตรปลอดภัย และการปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ เพราะกัญชาสามารถดูดซึมสารต่าง ๆ จากดินได้มาก

ทั้งนี้ จังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดหนึ่งในภาคเหนือที่ส่งเสริมให้มีเกษตรอินทรีย์ (Highland Research and Development Institute, 2021) รวมทั้งสภาพพื้นที่ และสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชกัญชา จึงทำให้เกิดการรวมกลุ่มกันของเกษตรกรจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนเพื่อขออนุญาตปลูกกัญชา และที่สำคัญสมาชิกวิสาหกิจชุมชน มีความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชาอินทรีย์ในด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อให้ได้เส้นใย เมล็ด และสารสำคัญในช่อดอกที่มีคุณภาพดีและปลอดภัยต่อการบริโภค โดยให้เข้ากับหลักเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ.) และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ากระบวนการผลิตสินค้าจากกัญชามีความปลอดภัยและสอดคล้องตามหลักสากล โดยมีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการปลูกกัญชาอินทรีย์ เช่น มูลนิธิโครงการหลวงจังหวัดเชียงใหม่ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (สวพ.) รวมทั้งมูลนิธิเพื่อสถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สวพ.) และกรมวิชาการเกษตร ให้การพัฒนาพื้นที่เพาะปลูกกัญชา โดยได้ทำการฝึกอบรม และได้ถ่ายทอดองค์ความรู้การปลูกกัญชาอินทรีย์

จากการดำเนินงานที่ผ่านมาของเจ้าหน้าที่ได้มีการจัดฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจการปลูกกัญชาอินทรีย์ แต่การส่งเสริมในพื้นที่ยังไม่ประสบผลความสำเร็จเท่าที่ควรเกิดจากปัญหาขาดองค์ความรู้ และเทคโนโลยีด้านการปลูกกัญชาให้ได้ตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ที่ไม่เพียงพอ ดังนั้น การที่จะส่งเสริมปลูกกัญชาอินทรีย์ให้ประสบความสำเร็จ

เป็นไปตามนโยบายและแผนของหน่วยงานรัฐเพื่อให้เกิดพืชเศรษฐกิจใหม่และมีความปลอดภัยสูง จึงจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชาในจังหวัดเชียงใหม่ว่าเป็นอย่างไร มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปลูกกัญชาอินทรีย์ อยู่ในระดับใด และมีความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชาอินทรีย์ด้านใดบ้าง มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชาอินทรีย์และสมาชิกวิสาหกิจชุมชนมีปัญหอุปสรรคเกี่ยวกับการส่งเสริมปลูกกัญชาอินทรีย์ในประเด็นใดบ้าง พร้อมข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่าง ๆ นำข้อมูลวิจัยไปใช้เพื่อการวางแผนส่งเสริมด้านการเตรียมพื้นที่และเมล็ดพันธุ์ ด้านการเพาะปลูก ด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งด้านการแปรรูปและการส่งเสริมการตลาด เพื่อให้นำไปสู่การได้ผลิตภัณฑ์กัญชาที่มีคุณภาพและปลอดภัย ให้ได้รับมาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ.) และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ รวมทั้งเป็นการเตรียมพร้อมในการขยายตลาดไปยังต่างประเทศในอนาคตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญเพื่อศึกษาความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชาอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ สมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชาในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 12 อำเภอ 22 กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในปีการผลิต พ.ศ. 2564/2565 รวมทั้งสิ้น 215 คน (Chiang Mai Provincial Agriculture and Cooperatives Office, 2022) การคำนวณหาประชากรและกลุ่มตัวอย่างด้วยการใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างหลายขั้นตอน (multiple-stage random sampling) ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 หาขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ที่ได้มาจากประชากรของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกล้วยจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 12 อำเภอ 22 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนจากจำนวนประชากรทั้งหมด 215 คน จากสูตรของ (Yamane, 1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และกำหนดความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 140 คน ขั้นตอนที่ 2 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างแล้วจำนวน 140 คน ผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของประชากรแต่ละวิสาหกิจชุมชน โดยการใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิอย่างเป็นสัดส่วน (proportional stratified random sampling) เทียบสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างจากขนาดประชากรในแต่ละวิสาหกิจชุมชน ขั้นตอนที่ 3 เมื่อได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละวิสาหกิจชุมชนแล้วจึงนำรายชื่อสมาชิกในแต่ละวิสาหกิจชุมชนมาสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) แบบจับสลากไม่ใส่กลับจนได้ครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

แหล่งข้อมูลที่รวบรวมเพื่อใช้ในการวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยจำนวน 140 ชุด โดยใน 1 ชุด ประกอบด้วยคำถาม 4 ตอน ตอนแรกเป็นการสอบถามข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ตอนที่ 2 เป็นการทดสอบความรู้ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนเกี่ยวกับการปลูกกล้วยอินทรีย์ เป็นคำถามปรนัยแบบถูกและผิดจำนวน 12 ข้อ โดยตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอนที่ 3 เป็นคำถามแบบปลายเปิดเกี่ยวกับความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชน และ ตอนที่ 4 ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยอินทรีย์ และ 2) ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นการรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาค้นคว้าจาก ตำราหนังสือบทความ

วิชาการ วารสาร สิ่งตีพิมพ์ รวมถึงข้อมูลที่ค้นคว้าผ่านระบบออนไลน์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) มูลนิธิโครงการหลวงจังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกล้วยในจังหวัดเชียงใหม่ 2) การวัดระดับความรู้เกี่ยวกับการปลูกกล้วยอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกล้วยในจังหวัดเชียงใหม่ใช้แบบทดสอบวัดความรู้แบบถูก-ผิด เป็นคำถามปรนัย จำนวน 12 ข้อ (ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน) โดยการหาค่าอันตรายภาคขึ้น (Taweerat, 2000) จากสูตรอันตรายภาคขึ้น = ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด/ระดับชั้น ซึ่งจะได้ช่วงระดับคะแนนการทดสอบ หลังจากนั้นนำมาทดสอบความยากง่าย (difficulty index) และการตรวจสอบอำนาจการจำแนก (discrimination) เพื่อให้ทราบว่าเป็นแบบทดสอบในแต่ละข้อมีความยากง่าย และเหมาะสมมากน้อยเพียงใด 3) การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชน ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้การวัดระดับความต้องการการส่งเสริม 5 ระดับ ได้แก่ ความต้องการการส่งเสริมมากที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.21-5.00 ความต้องการการส่งเสริมมาก ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.41-4.20 ความต้องการการส่งเสริมปานกลาง ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.61-3.40 ความต้องการการส่งเสริมน้อย ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.81-2.60 ความต้องการการส่งเสริมน้อยที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00-1.80 4) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกล้วยในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) และ

5) การวิเคราะห์ปัญหา และอุปสรรคของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ คำถามปลายเปิด และระดับปัญหาให้เลือกตอบ 4 ระดับใช้ rating scale (Sukhvibul, 2010) ดังนี้ ปัญหามาก หมายถึง 3 คะแนน ปัญหาปานกลาง หมายถึง 2 คะแนน ปัญหาน้อย หมายถึง 1 คะแนน ไม่มีปัญหา หมายถึง 0 คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปแปลผลเป็น

ค่าเฉลี่ยและนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์การพิจารณาโดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ มีปัญหามาก ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.01-3.00 มีปัญหาปานกลาง ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.01-2.00 มีปัญหาน้อย ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.01-1.00 และไม่มีปัญหา ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.00

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม

สมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 51 ปี มีสถานภาพสมรส การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน มีจำนวนแรงงานในภาคการเกษตรเฉลี่ย 2 คน มีรายได้ในครัวเรือนเฉลี่ย 59,428 บาทต่อปี มีจำนวนหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ย

21,061 บาท แหล่งเงินทุนที่ใช้เฉลี่ย 1 แหล่ง มีจำนวนพื้นที่การปลูกเฉลี่ย 1 ไร่ มีช่องทางการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกกัญชงอินทรีย์เฉลี่ยอยู่ที่ 1 แห่ง มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้ง ต่อปี เรื่องที่ติดต่อส่วนใหญ่เป็นเรื่องการเพาะปลูก เคยได้เข้ารับการฝึกอบรมและการไปดูงานเกี่ยวกับกัญชงอินทรีย์เฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี จากหน่วยงานรัฐและเอกชน ประสบการณ์การปลูกกัญชงอินทรีย์เฉลี่ย 2 ปี (Table 1)

Table 1 Results of basic characteristics of the community enterprise's members, economy and society

Variable	(n = 140)	
	$\bar{X}$	S.D.
Gender (1 = male, 0 = female)	0.53	0.50
Age (years)	51.24	13.19
Marital status (1 = married, 0 = other)	0.70	0.46
Education level (1 = elementary school, 0 = uneducated)	0.85	0.36
Family member (number)	4.81	2.93
Number of workers in the household (number)	3.00	1.98
Number of labors in agricultural (number)	2.00	2.20
Household income (bath/year)	59,428.57	81,241.99
Household debt (bath/year)	21,061.42	69,568.80
source of funds for growing hemp (1= personal capital, 0 = other)	1	0.48
Amount of land for hemp planting (rai)	1	0.77
1Channel to receive organic agricultural news (1 = online, 0 = other)	1	0.50
Contact with extension officer (times/year)	1.43	2.28
Training about organic hemp (times/year)	1	1.61
Experience in organic hemp (years)	2	3.46

ความรู้ในการปลูกกล้วยอินทรีย์

จากผลการศึกษาความรู้ในการปลูกกล้วยอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกล้วยในจังหวัดเชียงใหม่ โดยการวัดระดับความรู้ใช้แบบทดสอบเป็นแบบถูก-ผิด ซึ่งใช้คำถามปรนัยจำนวน 12 ข้อ (ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน) ทำการทดสอบค่าความยากง่าย และค่าอำนาจการจำแนกของข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ในการปลูกกล้วยอินทรีย์พบว่าแต่ละข้อมีค่าดัชนีความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.70-0.79 และค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.39 ซึ่งแบบทดสอบ

มีความเหมาะสม จากนั้นได้นำมาตรวจนับคะแนนเพื่อจัดระดับความรู้ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชน ที่ได้จากสูตรการหาค่าอันตรภาคชั้น แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 0-4 คะแนน มีความรู้อยู่ในระดับน้อย 5-8 คะแนน มีระดับความรู้ปานกลาง 9-12 คะแนน มีระดับความรู้มาก พบว่าสมาชิกวิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่ มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.73 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 12 คะแนน และมีความรู้มากที่สุดในเรื่องของประโยชน์ที่ได้รับจากกล้วย ดังแสดงผลใน (Table 2)

Table 2 Frequency and percentage of knowledge of the community enterprise's members

(n = 140)

Level of knowledge in growing organic plant	Number	Percent
Hight	57	40.7
Moderate	79	56.4
Low	4	2.9
$\bar{X} = 8.73$ Min - Max = 0-12 S.D. = 1.90		

Remarks: Most = 9-12 Moderate = 5-8 Low = 0-4

ความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยอินทรีย์

จากการศึกษาพบว่า สมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกล้วยในจังหวัดเชียงใหม่ มีค่าคะแนนเฉลี่ยความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยอินทรีย์มากที่สุด ได้แก่ ด้านการตลาดการแปรรูป รองลงมา ด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ด้านการเพาะปลูก และด้านการเตรียมพื้นที่และเมล็ดพันธุ์ โดยในภาพรวมพบว่าสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกล้วยมีความต้องการการส่งเสริม

ปลูกกล้วยอินทรีย์อยู่ในระดับความต้องการการส่งเสริมมาก (Table 3)

นอกจากนั้น สมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกล้วยในจังหวัดเชียงใหม่มีความต้องการให้มีการส่งเสริมความรู้ในเรื่องอื่น ๆ ได้แก่ ความรู้ระบบมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการปลูกกล้วยอินทรีย์ ความรู้พันธุ์กล้วยและเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ การกำหนดราคา และแหล่งเงินทุน

Table 3 An average mean score, standard deviation, and a level need of the community enterprise's members

(n = 140)

Need of agricultural extension in growing organic hemp of community enterprise's members	$\bar{X}$	S.D.	Description
Planting areas	3.99	1.07	Most
Planting and care of plants	3.79	1.26	Most
Crop Harvest	4.20	0.86	Most
Marketing and plant processing	4.45	0.97	Mostly
Total	4.10	1.04	Most

Remarks: Mostly = 4.21-5.00 Most = 3.41-4.20 Moderate = 2.61-3.40 Low = 1.81-2.60 Lowest = 1.00-1.80

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูก กัญชงอินทรีย์

จากการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้สถิติอนุมาน คือ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกเข้า (multiple regression analysis) (Prasit-Rathsint, 2002) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระหลายตัวว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ในทิศทางใด (เชิงบวกหรือเชิงลบ) กับตัวแปรตาม และมีระดับความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้ตัวแปรอิสระจำนวน 16 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ การสมรส ระดับการศึกษาจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงานภาคการเกษตร รายได้ในครัวเรือน จำนวนหนี้สินในครัวเรือน ขนาดพื้นที่ปลูกกัญชง แหล่งเงินทุนที่ใช้ในการปลูกกัญชงอินทรีย์ การรับรู้ข่าวสารด้านการเกษตร การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร การฝึกอบรมและการไปดูงานเกี่ยวกับกัญชงอินทรีย์ ประสบการณ์การปลูกกัญชงอินทรีย์ ความรู้เกี่ยวกับการปลูกกัญชงอินทรีย์ และปัญหาในการปลูกกัญชงอินทรีย์ เพื่อหาความสัมพันธ์

กับตัวแปรตาม คือ ความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่ เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละคู่พบว่า ไม่มีตัวแปรคู่ใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงที่ก่อให้เกิดปัญหา (multiple collinearity) อันเป็นการละเมิดเงื่อนไขเบื้องต้นในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และความรู้เกี่ยวกับการปลูกกัญชงอินทรีย์ที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่พบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมด 16 ตัวแปรสามารถพยากรณ์ความผันแปรของตัวแปรตาม คือ ความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่เท่ากับร้อยละ 66 ($R^2 = .66$) โดยเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) พบว่า มีทั้งหมด 5 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางลบ 2 ตัวแปร ได้แก่ ระดับการศึกษา ($p = 0.015$) และประสบการณ์ในการปลูกกัญชงอินทรีย์ ($p = 0.006$)

ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความรู้เกี่ยวกับการปลูกกล้วยงอินทรีย์ ($p = 0.010$) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่แหล่งเงินทุนปลูกกล้วยงอินทรีย์ และปัญหาในการปลูกกล้วยงอินทรีย์

1. ระดับการศึกษา พบว่าสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับประถมศึกษาจะมีความต้องการในการส่งเสริมปลูกกล้วยงอินทรีย์มากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีการศึกษาสูงกว่ามีโอกาสเรียนรู้ และเข้าถึงแหล่งข้อมูลการปลูกกล้วยงอินทรีย์ได้มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wanmaung *et al.* (2021) ได้ศึกษาความต้องการการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าระดับการศึกษามีความสัมพันธ์ต่อเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ในจังหวัดเชียงใหม่

2. แหล่งเงินทุนในการปลูกกล้วยงอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กับความต้องการในการส่งเสริมปลูกกล้วยงอินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kananit *et al.* (2017) ได้ศึกษาเรื่องความต้องการของเกษตรกรต่อการได้รับการพัฒนาการเกษตรจากองค์การบริหารส่วนตำบลห้วยทอง อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น พบว่า เกษตรกรที่มีแหล่งเงินทุนมากกว่า 1 แห่งขึ้นไปมีความต้องการได้รับการพัฒนาการเกษตรจาก อบต.ห้วยทอง มากกว่าเกษตรกรที่มีแหล่งเงินทุนน้อยแห่ง เนื่องจากเกษตรกรมีภาระหนี้สินในครัวเรือนต้องการสนับสนุนเงินทุน และปัจจัยการผลิตเพื่อให้สามารถทำการเกษตรได้อย่างต่อเนื่อง

3. ประสิทธิภาพการปลูกกล้วยงอินทรีย์ มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการในการส่งเสริมปลูกกล้วยงอินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chantharawit (2014) ได้ศึกษาเรื่อง การผลิตหม่อนผลสดและความต้องการการส่งเสริมของเกษตรกรในจังหวัดสกลนคร พบว่าประสิทธิภาพการผลิตหม่อนผลสดมีความสัมพันธ์ต่อการผลิตหม่อนผลสด ความต้องการการส่งเสริมของเกษตรกรใน

($p = 0.001$) และมีความสัมพันธ์ทางสถิติในเชิงบวก โดยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้สามารถอธิบายตัวแปรอิสระทั้งหมด 5 ตัวแปรที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยงอินทรีย์ (Table 4) ได้ดังนี้

จังหวัดสกลนคร และสอดคล้องกับการศึกษาของ Panyayeun (2020) ได้ศึกษาเรื่อง ความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกรอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง พบว่า ประสิทธิภาพการปลูกผักปลอดภัยมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกรอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง โดยส่วนใหญ่เกษตรกรมีประสิทธิผลการเพาะปลูกผักปลอดสารพิษ มาเป็นเวลานานทำให้มีความรู้ความเข้าใจในการเพาะปลูกผักเป็นอย่างดี

4. ความรู้เกี่ยวกับการปลูกกล้วยงอินทรีย์ ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกล้วยง พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยงอินทรีย์ สามารถอธิบายได้ว่า สมาชิกวิสาหกิจชุมชนที่มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกกล้วยงอินทรีย์เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มความต้องการการส่งเสริมปลูกกล้วยงอินทรีย์มากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากความรู้ที่สมาชิกวิสาหกิจชุมชนได้รับนั้นส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดในการปลูกกล้วยงให้เป็นไปตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ เช่น การจัดการพื้นที่เพาะปลูก การจัดการแหล่งน้ำ และการควบคุมป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืช ซึ่งนับได้ว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการปลูกกล้วยงอินทรีย์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์กล้วยงที่มีคุณภาพปราศจากการปนเปื้อนของสารเคมี และช่วยผลักดันให้กล้วยงเป็นพืชเศรษฐกิจใหม่สามารถสร้างรายได้ให้กับสมาชิกวิสาหกิจชุมชน ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวได้สอดคล้องกับงานวิจัย Kaewjareonsri *et al.* (2020) ที่พบว่าเกษตรกรในอำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ ที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มความต้องการในการส่งเสริมปลูกพืชสมุนไพรในระบบอินทรีย์มากกว่าเกษตรกรที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำเกษตร

อินทรีย์น้อย และยังสอดคล้องกับ Wongsra (2021) ที่พบว่า การที่เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์มากขึ้นสามารถช่วยให้ เกษตรกรมีการปฏิบัติในการปลูกข้าวตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย

5. ปัญหาเกี่ยวกับการปลูกกล้วยอินทรีย์ของเกษตรกรอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกันกับงานวิจัยของ Inpuwa *et al.* (2019) ได้ศึกษาความต้องการการส่งเสริมการผลิตข้าวตามมาตรฐานเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรนาแปลงใหญ่

อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม พบว่า เกษตรกรมีปัญหการส่งเสริมการผลิตข้าวตามมาตรฐานเกษตรดีที่เหมาะสม ในประเด็นปัญหาด้านวิธีการส่งเสริมจากหน่วยงานรัฐที่ไม่ทั่วถึง เนื่องจากอัตราค่าจ้างหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ไม่มีเพียงพอ โดยมีข้อเสนอแนะจากเกษตรกรด้านวิธีการส่งเสริมการเกษตรด้วยการสร้างความรู้ความเข้าใจกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมในพื้นที่

Table 4 Factors having relationships with needs of the community enterprise's members

(n = 140)

Independent variables	Dependent variables need of community enterprise's members		
	B	t	p
Gender	.098	1.017	.311
Age	-.002	-.552	.582
Marital status	-.072	-.750	.454
Education level	-.390	-2.477	.015*
Family member	-.014	-.640	.524
Number of labors in agricultural	.012	.179	.858
Household income	-2.845E-9	-.005	.996
Household debt	-2.709E-7	-.418	.677
Amount of land for hemp planting	-.035	-.652	.516
Sources of funds used to grow organic hemp	.315	3.708	.001**
Channel to receive organic agricultural news	.022	.705	.482
Contact with agricultural extension officers	-.059	-.644	.521
Training about organic hemp	-.129	-1.183	.239
Experience in growing organic hemp	-.053	2.815	.006*
Knowledge of organic hemp cultivation	.045	2.634	.010*
Problems in growing organic hemp	.575	5.458	.001**
Constant	2.523	6.118	0.001**
R ² = .66 (66.0%) F = 14.559 p = 0.000**			

Remarks: *Statistically significant level at 0.05, ** statistically significant level at 0.01

ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า สมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่ มีค่าคะแนนเฉลี่ยของปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์มาก โดยมีด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว รองลงมา ด้านการเตรียมพื้นที่และเมล็ดพันธุ์ ถัดมาด้านการแปรรูปและการตลาด และด้านการเพาะปลูกตามลำดับ โดยในภาพรวมพบว่าสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงในจังหวัดเชียงใหม่ มีปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับความต้องการการส่งเสริมปลูก

กัญชงอินทรีย์อยู่ในระดับปัญหามาก (Table 5) ข้อเสนอแนะของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงเกี่ยวกับการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์ในจังหวัดเชียงใหม่ คือ ควรมีการพัฒนาความร่วมมือกันระหว่างสมาชิกผู้ปลูกกัญชงเพื่อพัฒนาไปสู่การเป็นเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชงอินทรีย์ระดับจังหวัด ทั้งนี้เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชง และเจ้าหน้าที่ควรมีการสนับสนุนด้านพันธุ์และเมล็ดพันธุ์กัญชง รวมทั้งความรู้ข้อมูลกฎหมายที่เกี่ยวกับพระราชบัญญัติกัญชาและกัญชง

Table 5 An average mean score, standard deviation, and a level problem of the community enterprise's members

(n = 140)			
Problem in growing organic hemp of the community enterprise's members	$\bar{X}$	S.D.	Description
Planting areas	2.14	0.93	Most
Planting and care of plants	1.67	0.98	Moderate
Crop Harvest	2.52	0.77	Most
Marketing and plant processing	2.03	0.98	Most
Total	2.09	0.91	Most

Remarks: Most = 2.01-3.00 Moderate = 1.01-2.00 Low = 0.01-1.00 No Problem = 0

สรุปผลการวิจัย

สมาชิกวิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 51 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาปริญญาตรี มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกกัญชงอินทรีย์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีความรู้มากที่สุดในเรื่องของประโยชน์ที่ได้รับจากกัญชง ความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์อยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีความต้องการการส่งเสริมมากที่สุด คือ ด้านการแปรรูปและการตลาด ส่วนด้านที่มีความต้องการการส่งเสริมมาก ได้แก่ ด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ด้านการเตรียมพื้นที่และเมล็ดพันธุ์ และด้านการเพาะปลูก ตามลำดับ และจากการศึกษา

พบว่า ปัจจัย ระดับการศึกษา แหล่งเงินทุน ประสบการณ์ ในการปลูกกัญชงอินทรีย์ ความรู้เกี่ยวกับกัญชงอินทรีย์ และปัญหาในการปลูกกัญชงอินทรีย์ มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะนำไปสู่รูปแบบการส่งเสริมปลูกกัญชงอินทรีย์ที่ดีและเหมาะสมให้กับสมาชิกวิสาหกิจชุมชนต่อไป และส่วนใหญ่สมาชิกวิสาหกิจชุมชนมีปัญหาเกี่ยวกับการปลูกกัญชงอินทรีย์อยู่ในระดับมาก โดยมีปัญหาด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมากที่สุด รองลงมามีปัญหาด้านการเตรียมพื้นที่และเมล็ดพันธุ์ ถัดมาด้านการแปรรูปและการตลาด และด้านการเพาะปลูก ตามลำดับ ผู้ศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะให้กับ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น มูลนิธิโครงการหลวงกรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร และสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ ดังนี้

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการให้ความรู้การปลูกกัญชงอินทรีย์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเพาะปลูกแบบแม่นยำ เนื่องจากกัญชงเป็นพืชที่ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิด และสภาพแวดล้อมต้องให้เหมาะสมกับพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพตามต้องการ รวมทั้งเป็นพืชที่มีความอ่อนไหวต่อสภาพอากาศ หากอากาศร้อนมากจะทำให้สารสำคัญในช่อดอกที่มีประโยชน์ลดลง หรือหากอากาศชื้นจะทำให้เกิดโรคโคนเน่า และเชื้อรา ส่งผลให้ผลผลิตเสียหายและขาดทุน

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีศูนย์รวมแหล่งข้อมูลสถิติและองค์ความรู้ที่ถูกต้อง เพื่อให้สามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่น่าเชื่อถือให้ได้มากที่สุด และภาครัฐสามารถใช้ติดตามภาวะตลาดกัญชงเพื่อออกมาตรการสนับสนุนได้ทันทั่วทั้งที่ ควรมีความชัดเจนและเหมาะสมของกฎหมายในทางปฏิบัติเพราะหากมีการเปลี่ยนแปลงภายหลัง จะส่งผลกระทบต่อ การปลูกและการลงทุนที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้ การทำงานของภาครัฐควรมีการประสานความร่วมมืออย่างเป็นระบบเพื่อลดความซับซ้อนของกฎเกณฑ์ที่เป็นอุปสรรคในการเข้าถึงข้อมูลและการปลูกกัญชง และควรมีการสนับสนุนแหล่งเงินทุนที่มีดอกเบี้ยต่ำ ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการปลูกกัญชงให้เป็นพืชเศรษฐกิจใหม่

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐกับเอกชน ผลักดันให้มีการส่งเสริม ผู้ปลูกกัญชงรายย่อยสามารถเข้าถึงประโยชน์จากอุตสาหกรรมกัญชงเพื่อป้องกันการผูกขาดจากนายทุนรายใหญ่ และควรพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตอย่างต่อเนื่องด้วยการส่งเสริมงานวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและ

แลกเปลี่ยนกับต่างประเทศ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศในระยะยาวต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคุณคณาจารย์ บุคลากร สาขาวิชาพัฒนบริหารการและส่งเสริมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้คำปรึกษาและตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณสมาชิกวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชง จังหวัดเชียงใหม่ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Center for Economic and Business Forecasting, University of the Thai Chamber of Commerce. 2022. Market Value Assessment of Hemp-Cannabis. Available: https://cebf.utcc.ac.th/upload/analysis_file/file_th_689d21y2022.pdf (June 9, 2022) [in Thai]
- Chantharawit, S. 2014. Mulberry fruit production and extension needs of farmers in Sakon Nakhon province. Master of Science in Agriculture in Agricultural Extension and Development School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirath Open University. [in Thai]
- Chiang Mai Provincial Agriculture and Cooperatives Office. 2022. Hemp growers' community enterprise group member registration database, Chiang Mai Provincial Agricultural Office. Chiang Mai province. [in Thai]
- Food and Drug Administration, Ministry of Public Health. 2019. Hemp plant parts and their uses. Available: <https://cannabisinfo.fda>.

- moph.go.th/news/news-2 (October 5, 2023)
[in Thai]
- Highland Research and Development Institute (Public Organization). 2021. HRDI collaborates with ARDA and TSRI to develop hemp for industry. Available: <https://www.hrdi.or.th/Activities/Detail/372> (July 27, 2022)
[in Thai]
- Inpuwa, S., S. K. Sansern and N. Seerasarn. 2019. Extension need for rice production adhering good agricultural practice of farmer of the large agriculturalland plot for rice production in Na Kae district Nakhon Phanom province. Khon Kaen Agriculture Journal 47 (1): 1023-1030.
[in Thai]
- Kaewjareonsri, W., P. Kruekum, N. Rungkawat and S. Fongmul. 2020. Need for organic herbal plants growing promotion of farmers in Phayuhakhiri district, Nakhon Sawan province. Journal of Agricultural Research and Extension 37(3): 39-48. [in Thai]
- Kananit, S., P. Prapatigul and C. Wongsamun. 2017. Farmers' needs for agricultural development from wathong subdistrict administrative organization Phuwiang district, Khon Kaen province. Khon Kaen Agriculture Journal 45(1): 1515-1521.
[in Thai]
- Panyayeun, S. 2020. Need for the promotion of non-toxin vegetable growing of farmers in Muangpan district, Lampang province. Master of Science in Resources Development and Agricultural Extension. Maejo University.
[in Thai]
- Prabtook, W. 2021. Hemp from Narcotic Plants to New Economic Crops. Kehakaset Magazine 45(4): 67-75. [in Thai]
- Prasit-Rathsint, S. 2002. The use of statistics in research correctly and in accordance with international standards. Fuangfa Printing, Bangkok. [in Thai]
- Royal Park Rajapruek. 2019. Hemp and the Royal Project. Available: <https://www.royalparkrajapruek.org/Knowledge/view/389> (September 6, 2022) [in Thai]
- Sukhvibul, T. 2010. Considerations in creating estimation tools (Rating Scale) for research. Available: <http://ms.src.ku.ac.th/schedule/files/2553/oct/1217086> (October 2, 2023)
[in Thai]
- Taweerat, P. 2000. Methods in behavioral and social science research. Chulalongkorn University Book Center, Bangkok. [in Thai]
- Wanmaung, A., W. Intaruccomporn, P. Prapatigul and S. Suriyong. 2021. Farmers' needs of organic rice production extension in Chiang Mai province. Journal of Agricultural Production 3(3): 57-66. [in Thai]
- Wongsa, K. 2021. Rice cultivation practice according to organic agriculture standards of farmers in Muang district, Chiang Rai province. Master of Science in Resources Development and Agricultural Extension. Maejo University. [in Thai]
- Yamane T. 1973. Statistics : an introductory analysis. Harper & Row, New York.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรในพื้นที่ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

The Factors Affecting the Acceptance of Good Agricultural Practices (GAP) for Vegetable Cultivation among Farmers in Borabue District, Maha Sarakham Province

ศุภชัย สุทธิเจริญ¹ เสาวลักษณ์ สุทธิเจริญ^{2*} และภาณุทัศน์ แสนสุภา¹

Suphachai Suttichareon¹ Soawalak Sutticharoen^{2*} and Phanutat Saensupha¹

¹ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai, Maha Sarakham 44150

² คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

² Faculty of Public Health, Mahasarakham University, Kantharawichai, Maha Sarakham 44150

* Corresponding author : saowalak.na@msu.ac.th

(Received: 14 June 2023; Revised: 7 August 2023; Accepted: 19 September 2023)

Abstract

This research's objectives were to examine. 1) The socioeconomic and personal backgrounds of farmers that implement Good Agricultural Practices (GAP) for their vegetable production 2) factors associated with the adoption vegetables production on Good Agricultural Practices (GAP) 3) adoption of vegetable production on Good Agricultural Practices (GAP) 4) problems and obstacles of farmers. Data were collected by interview from a sample of vegetable production on Good Agricultural Practices (GAP) farmers living in 83 peoples in Maha sarakham province. Statistical analysis were performed using percentage, mean, standard deviation and multiple regression analysis. The results showed most of the farmers an average are of 54.77 years with a primary level of education. The average number of members in the household is 4.53 peoples with incomes of 48,481.93 baht / year an average land holding of 14.22 rai and dept are 162,783.13 baht/year. Good Agricultural Practices (GAP) training is provided on average 2.93 times year, had 4.51 years of experience. Most farmers received information by training the promotion officers or related departments on average 2.53 time/year and farmer had a moderate level of the overall perception of good agricultural practices (GAP). The results revealed that the overall adoption was at a high level. Their adoption of good agricultural practices (GAP) on a highest level. Multiple regression analysis showed that income from vegetables planting and Farmer's debt were significantly associated with the adoption of vegetables production on Good Agricultural Practices (GAP).

Keyword: Safe vegetable, adoption, Good Agricultural Practices (GAP)

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัย 1) ลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคมและระดับความรู้ตามแนวทางการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร 2) ระดับการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐาน GAP ของเกษตรกร 3) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และ 4) ปัญหาในการปลูกผักของเกษตรกร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ ตัวอย่างที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกผักในอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 83 ราย ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (enter multiple regression analysis) ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ย 54.77 ปี สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน เฉลี่ย 4.53 คน มีรายได้จากการปลูกผัก เฉลี่ย 48,481.93 บาท มีการถือครองที่ดินเฉลี่ย 14.22 ไร่ มีภาระหนี้สินคงค้าง เฉลี่ย 162,783.13 บาท เคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เฉลี่ย 2.93 ครั้ง มีประสบการณ์ในการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เฉลี่ย 4.51 ปี การรับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เฉลี่ย 2.53 ครั้ง และมีระดับความรู้ในการปฏิบัติตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดี อยู่ในระดับปานกลาง เกษตรกรมีระดับการยอมรับต่อการส่งเสริมการปลูกผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีการยอมรับด้านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี อยู่ในระดับมากที่สุด จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (enter multiple regression analysis) พบว่า รายได้จากการปลูกผัก และภาระหนี้สินของเกษตรกร มีความสัมพันธ์เชิงบวก กับการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05

คำสำคัญ: การยอมรับ ปลูกปลอดภัย การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP)

คำนำ

การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (good agricultural practice) เป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นโดย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ที่ครอบคลุมถึงข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี สำหรับการผลิตพืช เพื่อเก็บเกี่ยวผลิตผลสำหรับใช้เป็นอาหาร เช่น พืชผัก ไม้ผล พืชไร่ พืชเครื่องเทศพืชสมุนไพร ทุกขั้นตอนของการผลิตในระดับฟาร์มและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งมีการบรรจุและรวบรวมผลิตผล เพื่อจำหน่าย มาตรฐานนี้ถือเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเข้ามาช่วยควบคุมมาตรฐานสินค้าเกษตรที่ก่อให้เกิดความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการบริโภคผัก โดยมาตรฐานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ผลิตผลที่ปลอดภัย มีคุณภาพเหมาะสมในการบริโภค โดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ความปลอดภัย และสวัสดิภาพของผู้ปฏิบัติงาน (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards,

2021) สำหรับประเทศไทยได้มีการเริ่มจัดทำมาตรฐานทางการเกษตรที่ดี (GAP) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 โดยเน้นการปฏิบัติตามคู่มือการผลิต สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) เป็นหน่วยงานที่กำกับ ดูแล และกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร โดยมีกรมวิชาการเกษตรเป็นผู้ตรวจสอบและออกใบรับรองให้แก่เกษตรกร ภายใต้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตรซึ่งเป็นไปตามหลักการที่สอดคล้องกับ มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสากล มีกฎการปฏิบัติอยู่ 8 ข้อ ที่ครอบคลุมในเรื่อง แหล่งน้ำ ที่ดิน วัตถุอันตรายทางการเกษตร การปฏิบัติก่อนการเก็บเกี่ยว การพักผลผลิตและการขนย้ายในแปลงปลูกและการเก็บรักษา การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว และการจัดบันทึกเพื่อการตามสอบย้อนหลัง จากงานวิจัยพบว่า เกษตรกรไทยมีการใช้สารสารกำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.76 ของปริมาณการใช้ต่อไร่ต่อปี (Praneetvatakul and Sirijinda, 2005) และ

มีแนวโน้มที่ประเทศไทยต้องนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้นทุกปีในอัตราขยายตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.50 ผักเป็นพืชที่มีความเสี่ยงด้านการปนเปื้อนสารเคมีสูง จากพฤติกรรมการผลิตผักของเกษตรกรที่ใช้ระยะเวลาสั้นและให้ผลตอบแทนเร็ว การบริโภคของผู้บริโภคมีความต้องการตลอดปี จึงทำให้เกษตรกรมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น เพื่อสอดคล้องกับความต้องการ ในปี พ.ศ. 2553 สำนักงานศุลกากรแห่งสหภาพยุโรป ได้ตรวจพบ สารเคมีตกค้างเกินค่าปริมาณที่กำหนดไว้ตามมาตรฐาน (Pornsiriprathan, 2011) จึงส่งผลให้เกษตรกรไทย ต้องมีการปรับตัวในการผลิตผักให้มีความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น ผลของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชมีทั้ง ผลกระทบเชิงลบและผลกระทบเชิงบวก ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการสารกำจัดศัตรูพืชที่ดีเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ในพื้นที่อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม เป็นพื้นที่ที่มีการทำการเกษตร เป็นอันดับ 1 ของจังหวัด มีพืชผลทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ พืชผัก มันแกว พืชไร่และอื่น ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้เห็นถึงปัญหาและความสำคัญของการผลิตผักของเกษตรกรในพื้นที่ว่า เกษตรกรยังมีการผลิตผักที่มีการใช้สารเคมี ได้แก่ สารเคมีในการป้องกันกำจัดวัชพืช แมลงศัตรูพืชและปุ๋ยเคมีในการผลิตผักเป็นจำนวนมาก แต่มีการผลิตผักตามมาตรฐาน GAP ค่อนข้างน้อย (Mahasarakham Provincial Agricultural Office, 2018) และสืบเนื่องจากผู้วิจัยได้ลงศึกษาพื้นที่จริงพบว่า เกษตรกรในพื้นที่ที่มีการผลิตผักหลากหลายประเภท เช่น ผักกินใบ ได้แก่ คะน้า ผักบุ้ง กวางตุ้ง และอื่น ๆ ผักกินผลหรือผัก ได้แก่ พริก มะเขือ ถั่วฝักยาว บวบ มะระจีน แตงกวา มะนาว และอื่น ๆ ผักกินหัวหรือราก ได้แก่ ข่า ตะไคร้ และอื่น ๆ และพบว่า เกษตรกรมีการใช้สารเคมีในปริมาณมาก ยังไม่ค่อยมีการผลิตผักตามมาตรฐาน GAP หรือเกษตรกรบางรายเคยทำแต่เลิกทำการผลิตผักตามมาตรฐาน GAP ไปแล้ว จากการศึกษาเกษตรกรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี พบว่า เกษตรกรขาดแรงจูงใจในการปฏิบัติตาม

มาตรฐานที่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากเกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตามมาตรฐานและขาดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน เนื่องจากการรับรองมาตรฐานไม่ได้ทำให้เกษตรกรเข้าถึงตลาดที่มีมูลค่าสูงขึ้น (Schreinemachers *et al.*, 2012)

ดังนั้น ผู้วิจัยมีความคิดว่าการผลิตผักตามมาตรฐาน GAP ถือเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรผู้ผลิตผักที่ใช้สารเคมีในพื้นที่อำเภอบรบือ เพราะการผลิตผักตามมาตรฐาน GAP จะส่งผลดีต่อตัวเกษตรกร ทั้งในด้านราคาที่สูงขึ้นจากการผลิตผักโดยทั่วไป และสุขภาพที่ดีของเกษตรกรและผู้บริโภคด้วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับสำนักงานเกษตรจังหวัดมหาสารคาม ที่มีแนวทางและนโยบายในการส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ผลิตผักตามมาตรฐาน GAP ดังนั้นเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตผักตามมาตรฐาน GAP ผู้วิจัยจึงศึกษาความต้องการที่จะให้เกษตรกรโดยเป็นการยกระดับคุณภาพและส่งเสริมการผลิตผักให้เป็นไปตามมาตรฐาน GAP สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเกษตรกรรายอื่น ๆ ในพื้นที่ และเป็นข้อมูลสนับสนุนการส่งเสริมการผลิตผักตามมาตรฐาน GAP สำหรับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ได้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ เกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนเป็นเกษตรกรผู้ปลูกผักและทำการปลูกผักตามมาตรฐาน GAP ที่เข้าร่วมโครงการการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของสำนักงานเกษตรอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวนทั้งหมด 106 คน จากนั้นทำการกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Krejcie and Morgan (Krejcie and Morgan, 1970) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 83 คนใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ซึ่งใช้วิธีการจับสลากรายชื่อเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแบบไม่ใส่กลับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งต่อการยอมรับ การส่งเสริมการปลูกผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรใน อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ได้ดำเนินการวิจัยในปี พ.ศ. 2564-2565 และเก็บรวมข้อมูล ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ ได้ค่าความเที่ยงตรง (validity) ของเนื้อหา ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence; IOC) คือ 0.92 (Phatthiyathani, 2003) และการทดสอบความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบสอบถามโดยนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มประชากรซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 20 คน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงตามวิธีของ Cronbach's alpha coefficient ประกอบไปด้วย ลักษณะของคำถามแบบปลายปิดและคำถามปลายเปิด โดยแบ่งเนื้อหาการสัมภาษณ์ออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ของเกษตรกรผู้ปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ให้ข้อมูลโดยใช้ลักษณะคำถามแบบปลายปิด

ตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับระดับความรู้ตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ปลูกผักในอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคามที่มีความเชื่อมั่น (reliability) 0.97 โดยเป็นลักษณะคำถามเป็นแบบปรนัย คือ ถูกและผิด ทั้งแบบคำถามเชิงบวกและแบบคำถามเชิงลบ จำนวน 10 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ตคำถามผิด = 0 คะแนน ตอบคำถามถูก = 1 คะแนน เพื่อมาคำนวณความเหมาะสมของระดับความรู้ และจัดระดับคะแนนเฉลี่ย ในช่วงคะแนนต่าง ๆ (Ruangpraphan, 2013) โดยกำหนดคะแนนระดับความรู้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 0 - 3 คะแนน

หมายถึง ความรู้ 4 - 7 คะแนน หมายถึง ความรู้ปานกลาง และ 8 - 10 คะแนน หมายถึง ความรู้มาก

ตอนที่ 3 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับระดับการยอมรับการส่งเสริมการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ปลูกผักในอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม โดยได้ค่าความเชื่อมั่น (reliability) 0.87 โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการปฏิบัติตามมาตรฐาน 2) การได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานภาครัฐ 3) ด้านแรงจูงใจ และ 4) ด้านการตลาด โดยใช้ลักษณะคำถามแบบปลายปิดแบบการประมาณค่า ทั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้มาตรวัดที่ปรับมาจาก วิธีของลิเคิร์ต (Likert Scale) (Likert, 1967). โดยได้กำหนดค่าคะแนน โดยมีการวัดระดับการยอมรับ 5 ระดับ คือ ยอมรับมากที่สุด คะแนนเท่ากับ 5 ยอมรับมาก คะแนนเท่ากับ 4 ยอมรับปานกลาง คะแนนเท่ากับ 3 ยอมรับน้อย คะแนนเท่ากับ 2 และยอมรับน้อยที่สุด คะแนนเท่ากับ 1 หลังจากนั้นผู้วิจัย จะนำคะแนนที่ได้มาทำการแบ่ง 5 ระดับ เพื่อใช้ในการแปลผลระดับการ ดังนี้ ยอมรับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.21 - 5.00) ยอมรับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.41 - 4.20) ยอมรับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.61 - 3.40) ยอมรับน้อย (ค่าเฉลี่ย 1.81 - 2.60) และยอมรับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.80) ตามลำดับ

ตอนที่ 4 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ปลูกผักในอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม โดยใช้ลักษณะคำถามแบบปลายเปิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ส่วนการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (enter multiple regression analysis)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม

จากการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 86.70) มีอายุเฉลี่ย 54.77 ปี จบการศึกษาระดับ ประถมศึกษา (ร้อยละ 55.40) เกษตรกรมีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 77.11) มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน เฉลี่ย 4.53 คน พบว่าในปี พ.ศ. 2564 เกษตรกรมีรายได้จากการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เฉลี่ย 48,481.93 บาท ซึ่งเกษตรกรผู้ให้ข้อมูลมีการถือครองที่ดินเฉลี่ย 14.22 ไร่ ทั้งนี้ พบว่า เกษตรกรได้แบ่งพื้นที่ทำกินเพื่อทำการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เฉลี่ย 0.24 ไร่ มีการใช้แรงงานภายในครัวเรือนในการปลูกผัก

เฉลี่ย 2.05 คน โดยใช้แหล่งเงินทุนของตัวเอง และมีภาระหนี้สินต่อครัวเรือนคงค้าง เฉลี่ย 162,783.13 บาท ในขณะเดียวกัน พบว่า เกษตรกรเคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เฉลี่ย 2.93 ครั้ง มีการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มออมทรัพย์ชุมชน (ร้อยละ 74.7) เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เฉลี่ย 4.51 ปี และในรอบปี พ.ศ. 2564 เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เฉลี่ย 2.53 ครั้ง โดยรับรู้ข่าวสารจากเจ้าหน้าที่ภาครัฐ (ร้อยละ 72.30) (Table 1)

Table 1 Results of basic characteristics of individual farmers, economy, society

(n=83)

General background	Percentage	$\bar{X}$	S.D.
Gender (female)	86.70	-	-
Age(year)	-	54.77	8.19
Education (secondary education)	55.40	-	-
Marital status (married)	77.11	-	-
Number of household members (number)	-	4.53	1.00
Income from vegetable GAP planting (Baht)	-	48,481.93	18,948.35
Size of land holding (rai)	-	14.22	8.76
Size of land vegetable GAP planting (rai)	-	0.24	0.03
Labor (number)	-	2.05	0.82
Debt (bath)	-	162,783.13	175,870.59
Training of GAP standard in the last year (time)	-	2.93	0.62
Membership of community savings group	74.7	-	-
Cooperatives	-	-	-
Experiences in vegetable GAP planting (year)	-	4.51	1.67
Received information about vegetable GAP planting in last year (times)	-	2.53	0.60

Table 1 Results of basic characteristics of individual farmers, economy, society (n=83) (Cont.)

General background	Percentage	$\bar{X}$	S.D.
Received information about vegetable GAP from government official	72.30	-	-

ระดับความรู้ของเกษตรกรผู้ปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP)

ระดับความรู้ของเกษตรกรในการปฏิบัติตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดี พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 61.4 เกษตรกรร้อยละ 36.1 มีความรู้ในระดับมาก และเกษตรกร ร้อยละ 2.4 มีความรู้ในระดับน้อย โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.60 คะแนน ซึ่งเกษตรกรได้คะแนนสูงสุดคือ 10 คะแนน และเกษตรกรได้คะแนนต่ำสุดคือ 3 คะแนน จากคำถามทั้งหมด 10 ข้อ โดยข้อคำถามที่เกษตรกรตอบผิด

มากที่สุด คือ เกษตรกรสามารถใช้สิ่งขับถ่ายของคนและสัตว์มาทำเป็นปุ๋ยหมักสำหรับพืชผักได้ คิดเป็นร้อยละ 60.20 รองลงมา คือ ข้อคำถามเกี่ยวกับแหล่งน้ำทางการเกษตรที่ไหลผ่านคอกปศุสัตว์สามารถนำมาใช้ในการเพาะปลูกพืชผักได้ คิดเป็นร้อยละ 53 และการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกษตรกรสามารถกำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยวเองได้ตามความเหมาะสมและใช้เครื่องมือชนิดใดก็ได้ที่มีอยู่ในฟาร์ม ในการเก็บเกี่ยวผลผลิต คิดเป็นร้อยละ 49.40 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Level of knowledge in Good Agricultural Practices

(n=83)

Levels of knowledge Good Agricultural Practices	Percentage
High level knowledge	36.10
Medium level knowledge	61.40
Less level knowledge	2.40
$\bar{X} = 6.60$ S.D. = 1.98 Min = 3 Max = 10	

Remarks: Level knowledge : high level 8 - 10 score, medium level 4 - 7 score , less level 0 - 3 score

การยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP)

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรมีการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.21) ซึ่งจำแนกตาม ด้านต่าง ๆ ได้ 4 ด้าน ดังนี้ 1) การยอมรับด้านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.39) 2) การยอมรับด้านการส่งเสริมจากหน่วยงานภาครัฐ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.20) 3) การยอมรับด้านแรงจูงใจ มีการยอมรับ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.06) และ 4) การยอมรับด้านการตลาด

มีการยอมรับอยู่ใน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.20) (Table 3) เนื่องจากการผลิตผักที่มีคุณภาพมีมาตรฐานรองรับที่เป็นปัจจัยที่ทำให้ตลาด ผู้บริโภคมีความต้องการผลผลิตมากขึ้นและราคาของผลผลิตสูงขึ้นตามไปด้วยผลที่ตามมา คือ เกษตรกรมีรายได้และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ในด้านการส่งเสริมจากหน่วยงานภาครัฐ ด้านแรงจูงใจ และด้านการตลาด เกษตรกรมีการยอมรับระดับมาก อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่ได้เข้าร่วมฝึกอบรมหรือได้รับการส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่ ให้ผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เกษตรกรที่ผ่านการอบรมมีทักษะเพิ่มมากขึ้นในด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับขั้นตอนในการ

เพาะปลูกและเกษตรกรสามารถจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ Ruengwongrojana (2015) ทำการศึกษาการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ของเกษตรกรผู้ผลิตพืช เทศบาลตำบลเกษตรพัฒนา อำเภอกาฬ จังหวัดสมุทรสาคร

พบว่า การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตพืชในภาพรวมทั้ง 8 ด้าน โดยแบ่งเกณฑ์ระดับการปฏิบัติเป็น 3 ระดับ มากไปน้อย มีค่าเฉลี่ยที่ 2.58 ซึ่งอยู่ในระดับการปฏิบัติมาก

Table 3 Level of adoption of vegetable production on Good Agricultural Practices (GAP)

Adoption	$\bar{X}$	S.D.	Level
Good Agricultural Practices standard	4.39	0.61	Highest
Receiving promotion from the government	4.20	0.71	High
Motivation	4.06	0.63	High
Economy and marketing	4.20	0.59	High
Total	4.21	0.64	Highest

Remarks: 4.21-5.00 Highest 3.41-4.20 High 2.61-3.40 Moderate 1.81-2.60 low 1.00-1.80 Lowest

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร

การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (enter multiple regression analysis) โดยการเลือกตัวแปรเข้าทั้งหมดเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใดกับ ตัวแปรตาม โดยเลือกตัวแปรอิสระจำนวน 9 ตัวแปร ได้แก่ อายุ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน รายได้จากการปลูกผัก ขนาดพื้นที่ถือครองจำนวนแรงงาน ภาระหนี้สินคงค้าง จำนวนครั้งของการฝึกอบรมเกี่ยวกับมาตรฐาน GAP ในปี พ.ศ. 2564 ประสบการณ์ในการปลูกผัก และความรู้ในการปลูกผักตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดี ส่วนตัวแปรตาม คือ การยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร (ค่าเฉลี่ยของการยอมรับรวม) ตัวแปรอิสระทั้งหมดได้รับการตรวจสอบว่า แต่ละคู่ไม่มีค่าสหสัมพันธ์สูงกว่า 0.65 ที่จะก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยตนเอง

(multicollinearity) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร pearson correlation อันเป็นการละเมิดข้อสมมติฐานที่กำกับเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (enter multiple regression analysis) (Prasitratasin, 2003)

ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (enter multiple regression analysis) โดยการนำเอาตัวแปร อิสระทั้ง 9 ตัวแปร เข้าไปในสมการแล้วคำนวณ พบว่า ค่า $F = 4.460$ และ $p = 0.000$ แสดงว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวที่มีความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตาม (การยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และเมื่อพิจารณา ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจในเชิงพหุ พบว่า $R^2 = 0.23$ หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมด อธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 23 ซึ่งตัวแปรอิสระทั้ง 9 ตัวแปร มีจำนวน 2 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05 ได้แก่ รายได้จากการปลูกผัก ปี พ.ศ. 2564 และจำนวนภาระหนี้สิน

คงค้าง ซึ่งตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปร มีความสัมพันธ์เชิงบวก (Table 4) ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1) รายได้จากการปลูกผัก มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี อธิบายได้ว่า ผักที่ผ่านกระบวนการรับรองมาตรฐานมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคเป็นที่ต้องการของตลาด ทำให้เกษตรกรผู้เพาะปลูกมีรายได้เพิ่มขึ้นและทำให้เกิดการยอมรับมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Praphaisri *et al.* (2015). พบว่า รายได้ครัวเรือนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการยอมรับวิธีการผลิตข้าวนาปีของเกษตรกร เนื่องจากเกษตรกรที่มีรายได้มาจากการผลิตข้าวนาปี จะมีการยอมรับวิธีการผลิตข้าวนาปีมากกว่าเกษตรกรที่มีรายได้น้อย จึงถือได้ว่ารายได้เป็นแรงจูงใจในการทำให้เกษตรกรยอมรับวิธีการผลิตข้าวนาปีและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ Janthong and Sakkatat (2017) พบว่า รายได้มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการยอมรับการปลูกเมล่อนผู้เลี้ยงเลี้ยงของเกษตรกร เนื่องจากเกษตรกรมองเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีการปลูกเมล่อนว่าใช้แล้วทำให้เกิดรายได้เพิ่มมากขึ้น

2) ภาระหนี้สินคงค้าง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี อธิบายได้ว่า เกษตรกร ที่มีภาระหนี้สินเพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มที่จะยอมรับ การส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐาน เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรที่มีภาระหนี้สินจำนวนมาก จำเป็นต้องหาแนวทางหรือวิธีการจัดการการที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายหรือลดต้นทุน ในการผลิตทุกขั้นตอน โดยเฉพาะการใช้จ่ายในการซื้อวัสดุ หรือสารป้องกัน และกำจัดแมลงศัตรูพืชที่มีราคาที่สูง ประกอบกับการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการผลิต

ผัก ของหน่วยงานภาคการเกษตรในพื้นที่ โดยเป็นการจัดการที่ช่วยให้เกษตรกรช่วยลดต้นทุนการผลิต และมีการควบคุมศัตรูพืชโดยการใช้สารเคมีน้อยลง ซึ่งทำให้เกษตรกรสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ ตลอดจนการวางแผนการบริหารจัดการในการเพาะปลูกอย่างมีแบบแผนอย่างเป็นขั้นตอนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Salee-Art *et al.* (2019) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรในเทศบาลตำบลศรี่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย พบว่าเกษตรกรที่มีภาระหนี้สินเพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มที่จะยอมรับ เทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย โดยภาระหนี้สินเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับ เทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับ Siritwatananukul *et al.* (2007) ที่ได้ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีด้านการจัดสวนลงของเกษตรกร ในอำเภอบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส พบว่าภาระการเป็นหนี้สินของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับการยอมรับด้านเทคโนโลยีของเกษตรกร และสอดคล้อง Pansa *et al.* (2008) ได้ศึกษาปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับของเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ เช่น ภาระหนี้สิน ความคาดหวังว่าจะจำหน่ายผลผลิตได้ในราคาที่สูงขึ้น และมีตลาดรองรับในอนาคต และ Herrera and Zandstra (1979) ที่กล่าวว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับนวัตกรรมในชนบท คือ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมมากกว่าปัจจัยอื่น ๆ เมื่อเกษตรกรที่มีภาระหนี้สินเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มที่จะยอมรับเทคโนโลยีการผลิตข้าวมากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมีภาระหนี้สินจำนวนมาก จำเป็นต้องหาแนวทางหรือวิธีการที่จะช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนหรือลดการใช้จ่าย ประกอบกับภาครัฐควรมีนโยบายที่จะช่วยทำให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มสูงขึ้น

Table 4 Multiple regression analysis of factors related to farmers adoption of vegetable production on Good Agricultural Practices (GAP)

Independence variable	Dependence Variable the adoption of vegetable production on Good Agricultural Practices (GAP)		
	B	t	p
Age (year)	-0.07	-0.66	0.51
No of family members	0.11	0.98	0.32
An Income from vegetable planting (Baht)	0.13	1.24	0.00**
Size of land holding (rai)	0.10	0.89	0.38
Labor (number)	0.05	0.42	0.68
Debt (bath)	1.22	2.11	0.04*
Training of GAP standard (time)	-0.01	-0.13	0.90
Experiences in vegetable planting (year)	-0.07	-0.60	0.56
knowledge in Good Agricultural Practices (Score)	0.10	0.90	0.90
Constant		3.669	
R ² = 0.23 (23%) F = 4.460 p = 0.00**			

Remarks: * statistical significance relationship 0.05, ** statistical significance relationship 0.01

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

เกษตรกรมีปัญหาในการปรับตัวเพื่อปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ในประเด็นด้านราคาผลผลิตที่ไม่แน่นอนมีการจำหน่ายผลผลิตได้ในราคาต่ำกว่าที่คาดไว้ รวมถึงปัญหาโรคพืชและแมลงศัตรูพืชที่เข้ามาทำลายผลผลิตของเกษตรกร ทำให้ผลผลิตเกิดความเสียหาย ประเด็นรองลงมาคือปัญหาแหล่งน้ำส่งผลให้เกษตรกรประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในฤดูร้อน โดยแหล่งน้ำที่มีอยู่มีปริมาณอย่างจำกัด และการจัดการแปลงเพาะปลูกเกษตรกรยังขาดเครื่องมือที่ช่วยทุ่นแรงในการบริหารจัดการภายในฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพ

เกษตรกรมีข้อเสนอแนะโดยให้ภาครัฐเข้ามาสนับสนุนด้านเมล็ดพันธุ์พืชและจัดทำแผนเชิงนโยบายในระดับจังหวัดในประเด็นการสนับสนุนเครื่องมือทุ่นแรงในการเกษตร การขุดลอกหนองน้ำ

สาธารณะเพื่อให้มีน้ำทำการเกษตร ที่เพียงพอตลอดทั้งปี ประเด็นรองลงมา เกษตรกรมีความต้องการให้ภาครัฐส่งเสริมด้านการตลาดโดยมีแหล่งกระจายสินค้าผลผลิตทางการเกษตรในระยะเริ่มแรกเพื่อที่จะทำให้คนในชุมชนมีงานทำและมีรายได้จากการปลูกผักให้สอดคล้องกับค่าครองชีพในปัจจุบันและเพื่อลดปัญหาภาระหนี้สินของเกษตรกรในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรมีทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) การยอมรับด้านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 2) การยอมรับด้านการส่งเสริมจากหน่วยงานภาครัฐ 3) การยอมรับด้านแรงจูงใจ และ 4) การยอมรับด้านการตลาด ในภาพรวมอยู่ใน

ระดับมาก สำหรับเหตุผลในการยอมรับการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเกษตรกรระบุว่า เป็นระบบการเกษตร ที่มีการพัฒนากระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง สามารถตรวจสอบขั้นตอนการผลิตทุกขั้นตอนจากเจ้าหน้าที่และมีใบรับรองการตรวจตามมาตรฐาน GAP ซึ่งทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น เพิ่มมูลค่าทางด้านราคา มีความต้องการของตลาดในปริมาณมาก และตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในด้านความปลอดภัยของอาหาร สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ได้แก่ รายได้จากการปลูกผัก และภาระหนี้สินคงค้างของเกษตรกร ในส่วนของปัญหา ได้แก่ การปรับตัวเพื่อปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ปัญหาโรคพืชและแมลงศัตรูพืชที่เข้ามาทำลายผลผลิตของเกษตรกร ทำให้ผลผลิตเกิดความเสียหาย ปัญหาแหล่งน้ำ ส่งผลให้เกษตรกรประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในฤดูร้อน โดยแหล่งน้ำที่มีอยู่มีปริมาณอย่างจำกัด ทั้งนี้เกษตรกรมีข้อเสนอแนะ โดยให้ภาครัฐเข้ามาสนับสนุนและจัดทำแผนเชิงนโยบายในระดับจังหวัด และให้ภาครัฐส่งเสริมด้านการตลาดในระยะเริ่มแรกลดปัญหาภาระหนี้สินของเกษตรกรในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใคร่เสนอแนะข้อคิดเห็นบางประการต่อสำนักงานเกษตรอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคามและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในงานส่งเสริมการเกษตรด้านการปลูกพืช GAP ให้ประสบความสำเร็จมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

1) จากผลการวิจัยยังมีเกษตรกร ยังมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการปลูกผักตามมาตรฐาน GAP ในบางประการดังนั้นเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรหาวิธีในการเพิ่มความรู้ ให้แก่เกษตรกรโดยอาศัยช่องทางการฝึกอบรมประจำปี ที่จัดขึ้น เช่น การจัดเวทีสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อให้เกษตรกรได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเกษตรกรผู้ปลูกพืชด้วยกันเอง และกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริม การเกษตร ซึ่งการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ดังกล่าว ส่งผลให้เกิด การนำความรู้ไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2) จากผลการวิจัยพบว่า มี 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐาน GAP ได้แก่ รายได้และหนี้สินคงค้างของเกษตรกร เพื่อประสิทธิภาพในงานส่งเสริมการปลูกผักตามมาตรฐาน GAP สำนักงานเกษตรอำเภอบรบือควรเพิ่มจำนวนครั้งในการจัดกิจกรรมการฝึกอบรมเพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้และเป็นการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของเกษตรกรด้านการปลูกผัก GAP ประจำปีละ 1 ครั้ง เป็น 2 ครั้งต่อปี หรือควรจัดให้มีการอบรมตามหมู่บ้านเพื่อให้เกษตรกรได้รู้สึกใกล้ชิดกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ร่วมสะท้อนปัญหา และหาทางออกในการแก้ไขร่วมกัน อีกทั้งยังเป็นการสร้างทัศนคติที่ดีอันจะนำไปสู่การยอมรับมาตรฐาน GAP เพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือจากเกษตรกร ผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตร จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเกษตรอำเภอบรบือ คณะผู้วิจัยจากคณะเทคโนโลยีและคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการให้ข้อมูลและร่วมดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- Herrera, W.A.T. and H.G. Zandstra. 1979. The response of some major upland crops to excessive soil moisture. *Philippine Journal of Crop Science* 4(4): 146-152.
- Janthong, N. and P. Sakkatat. 2017. Farmers adoption of melon planting against drought in Lat Bua Luang district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province. *Journal of Agriculture* 33(3): 405-414.
- Krejcie, R.V. and D.W. Morgan. 1970. Determining sample sizes for research activities. *Educational and Psychological Measurement* 30(3): 607-610. Available: <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>.
- Likert, R. 1967. The Method of Constructing and Attitude Scale. In *Reading in Fishbein, M (Ed.), Attitude Theory and Measurement*. Wiley & Son, New York.
- Mahasarakham Provincial Agricultural Office. 2018. General information of Maha Sarakham province. Available: <http://www.mahasarakham.doae.go.th>. (August 31, 2018). [in Thai]
- National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2021. Good agricultural practices for food crops. Available: http://www.acfs.go.th/standard/download/GAP_food%20crop.pdf. (February 18, 2021). [in Thai]
- Pansa, R., S. Kungwon, P. Sakkatat and S. Fongmul. 2008. Factors Effecting the Decision - making to Grow Para Rubber of Farmer in Phusing district, Srisaket province. *Proceeding of the 6th CAS National and International Conference : Humanities and social sciences*, College of Asian Scholars, Khon Kaen, Thailand. pp. 426-435. [in Thai]
- Phatthiyathani, S. 2003. Educational measurement. Prasan Printing, Kalasin. [in Thai]
- Pornsiriprathan, S. 2011. Export of fresh Thai vegetables and fruits to the European Union. *International Institute for Trade and Development*. Available: www.itd.or.th/articles?download=74%3Aa (January 7, 2011). [in Thai]
- Praneetvatakul, S and A. Sirijinda. 2005. Village and regional model for sustainability of highland agricultural systems in Northern Thailand. *Research Reports*. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Praphaisri, N., K. Kanokhong, N. Rungkawat and P. Sakkatat. 2015. Adoption of wet season rice production of farmers in Mae Ai district, Chiang Mai. *Journal of Agricultural Research and Extension* 32(1): 39-46.

-
- Prasitratasin, S. 2003. Social Science Research Methodology. Fueang Fa Printing, Bangkok. [in Thai]
- Ruangpraphan, C. 2013. Basic Statistics with examples of analysis using Minitab SPSS and SAS programs. Khon Kaen University, Khon Kaen.
- Ruengwongrojana, M. 2015. Good Agricultural Practices (GAP) of Agriculturalist in Local Government Kaset Phatthana, Amphur Ban Phaeo, Samut Sakhon province. Journal of Industrial Education 14(2): 18-25.
- Salae-Art, P., S. Fongmul, P. Kruekum and P. Jeerat. 2019. Farmer's Adoption on Dry-Season Rice Production Technology in Kheuang Municipality, Chiang Khong district, Chiang Rai province. Journal Agricultural Production 1(2): 51-62.
- Schreinemachers, P., I. Schad, P. Tipraqsa, P.M. Williams, A. Neef, S. Riwithong, W. Sangchan and C. Grovermann. 2012. Can public GAP standards reduce agricultural pesticide use. The case of Fruit and vegetable farming in northern Thailand. Agricultural Human 29: 519–529. Available: <https://doi.org/10.1007/s10460-012-9378-6>.
- Siriwathananukul, Y., Y. Siriwathananukul, M. Lim and A. Innuluk. 2007. The adoption of farmers on Longkong Orchard Technological Management Amphoe Bacho, Changwat Narathiwat. Thaksin University Journal 10(2): 32-49.

การพัฒนาเครื่องปิ้งย่างปลาแบบสายพานตะแกรง เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตแกงไตปลาคั่ว Development of Conveyor Belt Fish Grilling Machine for Dried Fish Organs Curry Production

ปิยะพงษ์ สิงห์บัว¹ รักพงษ์ ขันธวิธิ¹ สวาส อจาสาลี¹ กันตพงษ์ แซ่ใส² และวิรุณ โมณะตระกูล^{3*}

Piyapong Singbua¹ Rakpong Khanthawithi¹ Swas Oajsalee¹ Kantapong Khaeso² and Wiroon Monatrakul^{3*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

¹ Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University, Mueang, Nakhon Ratchasima 30000

² ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

² Agricultural Machinery and Postharvest Technology Center, Khon Kaen University, Mueang, Khon Kaen 40002

³ ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีเครื่องจักรกล คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000

³ Innovative Technology Machinery Program, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham 44000

* Corresponding author: Wiroonnnn@gmail.com

(Received: 17 July 2023; Revised: 24 August 2023; Accepted: 27 September 2023)

Abstract

The purpose of this research was to design and build a prototype of a conveyor belt grill system that worked semi-automatically. The optimum factors for grilled saba meat were tested: 1) the linear speed of the fish conveyor belt (measured in meters per minute) at three levels: 0.20, 0.25, and 0.30 meters per minute (representing the duration of the grilling process of 27, 20, and 16 minutes, respectively), and 2) the distance between the gas burner and the belt at three levels: 14, 20, and 26 cm. The test results included 1) the working capacity (measured in bodies per hour), 2) the body temperature (°C) of the fish after grilling, 3) the moisture content of the fish after grilling (measured as a percentage of wet base), and 4) the appearance of the fish skin after grilling. These results were to be used in the process of preparing raw materials for the production of roasted fish curry in a jar. From the tests, it was found that the suitable factors for the machine were a distance of 20 centimeters between the gas burner and the belt and a linear speed of the fish belt conveyor at 0.25 meters per minute. At these settings, the machine had a capacity of grilling 371 fish per hour (representing a grilling duration of 20 minutes per round) or equivalent to 92.83 kg per hour. The characteristics of the mackerel that could be obtained were as follows: Saba was cooked at a temperature of 82.38 ± 0.85 °C and had a moisture percentage of 33.49 ± 3.85 on a wet base. These characteristics catered to the needs of entrepreneurs. By utilizing one worker, the machine could efficiently grill raw materials, helping to reduce costs and add value to products. Considering the machine price of 1,000,000 baht, there was a break-even point of 4 years.

Keywords: Instant food, saba fish, saba grill machine, production capacity

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบระบบบึงยางสายพานตะแกรง ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ มีการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อปลาซาบะย่าง ได้แก่ 1) ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 3 ระดับ ได้แก่ 0.20 0.25 และ 0.30 เมตรต่อนาที (คิดเป็นระยะเวลาในห้องบึงยาง 27 20 และ 16 นาที) และ 2) ระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน 3 ระดับ ได้แก่ 14 20 และ 26 เซนติเมตร ค่าชี้ผลการทดสอบคือ 1) ความสามารถในการทำงาน (ตัวต่อชั่วโมง) 2) อุณหภูมิตัวปลาหลังการย่าง (องศาเซลเซียส) 3) ความชื้นตัวปลาหลังการย่าง (เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก) และ 4) ลักษณะผิวตัวปลาหลังการย่าง เพื่อใช้ในการกระบวนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับกระบวนการผลิตแกงไตปลาด้วยบรรจุกระป๋อง จากการทดสอบพบว่าปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง ได้แก่ ระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน 20 เซนติเมตร ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 0.25 เมตรต่อนาที โดยมีความสามารถในการทำงาน 371 ตัวต่อชั่วโมง (คิดเป็นระยะเวลาในห้องบึงยาง 20 นาทีต่อรอบ) หรือคิดเป็น 92.83 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ลักษณะปลาซาบะที่ได้คือ เนื้อปลาซาบะสุกด้วยอุณหภูมิ 82.38 ± 0.85 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้น 33.49 ± 3.85 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก มีลักษณะตามความต้องการของผู้ประกอบการ โดยใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน ก็สามารถย่างวัตถุดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถช่วยลดต้นทุนและเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ จากต้นทุนราคาเครื่องที่ 1,000,000 บาท มีจุดคุ้มทุนที่ 4 ปี

คำสำคัญ: อาหารสำเร็จรูป ปลาซาบะ เครื่องย่างปลาซาบะ การเพิ่มกำลังการผลิต

คำนำ

อาหารบรรจุหีบห่อ (packaged food) หรืออาหารสำเร็จรูป หมายถึง อาหารที่ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพของวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารในรูปแบบที่มีความเหมาะสม รับประทานได้สะดวก รวมถึงมีการถนอมอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา (Food Intelligent Center, 2020) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการผลิตและการเก็บรักษา (Figure 1) ได้แก่ 1) อาหารพร้อมทานแบบแห้งและแบบจัดวางบนชั้น (dried and shelf stable ready-to-eat food) คิดเป็นสัดส่วน 58.2 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าอาหารพร้อมทานในประเทศ ประกอบด้วย อาหารพร้อมทานแบบแห้ง (dried ready-to-eat food) (สัดส่วน 98.0 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าอาหารพร้อมทานแบบแห้งและแบบจัดวางบนชั้น) ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (instant noodle) สามารถเก็บไว้ได้นานกว่าอาหารพร้อมทานประเภทอื่นได้โดย

ไม่เสียรสชาติของอาหาร อาหารพร้อมทานแบบจัดวางบนชั้น (shelf-stable ready-to-eat food) (สัดส่วน 2.0 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าอาหารพร้อมทานแบบแห้งและแบบจัดวางบนชั้น) เป็นอาหารที่สามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องได้เป็นเวลานาน สามารถคงความสดและคุณภาพของอาหารได้ใกล้เคียงกับอาหารปรุงสุก เนื่องจากใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะพิเศษในการเก็บรักษา 2) อาหารพร้อมทานแช่เย็น-แช่แข็ง (chilled and frozen ready-to-eat food) คิดเป็นสัดส่วน 41.8 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าอาหารพร้อมทานในประเทศ แบ่งเป็น อาหารพร้อมทานแช่เย็น (chilled ready-to-eat food) (สัดส่วน 28.7 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าอาหารพร้อมทานแช่เย็น-แช่แข็งทั้งหมด) เป็นอาหารที่ต้องเก็บที่อุณหภูมิ 4-7 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 3-7 วัน ส่วนอาหารพร้อมทานแช่แข็ง (frozen ready-to-eat food) (สัดส่วน 71.3 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าอาหารพร้อมทานแช่เย็น-แช่แข็งทั้งหมด)

ต้องเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส โดยผ่านกระบวนการเปลี่ยนน้ำให้เป็นน้ำแข็ง ทำให้แบคทีเรียไม่สามารถเติบโตได้ จึงสามารถรักษาความสดและรสชาติของอาหารไว้ได้นาน (สูงสุด

ประมาณ 18 เดือน) อาหารพร้อมทานแช่เย็น-แช่แข็งยังสามารถผลิตได้หลากหลายเมนูมากกว่าอาหารพร้อมทานประเภทอื่น (Yongpisanphob, 2022)

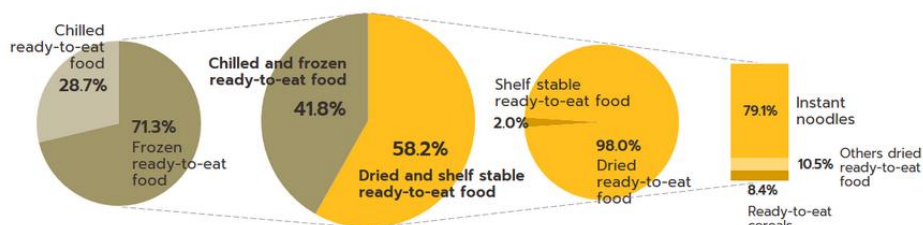


Figure 1 Share of ready-to-eat food market value in Thailand (2021)

Source by Yongpisanphob (2022)

ในปี 2564 อาหารพร้อมทานมีมูลค่าตลาดในประเทศประมาณ 4.4 หมื่นล้านบาท แบ่งเป็นอาหารพร้อมทานแบบแห้งและแบบจัดวางบนชั้น 2.6 หมื่นล้านบาท และอาหารพร้อมทานแช่เย็น-แช่แข็งมูลค่า 1.8 หมื่นล้านบาท ด้านการส่งออกมีสัดส่วน 15-20 เปอร์เซ็นต์ มูลค่า 354.1 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (1.1 หมื่นล้านบาท) (ข้อมูลปี 2564) โดยตลาดหลักที่ไทยมีศักยภาพในการส่งออกตลาดอาเซียนคิดเป็นสัดส่วน 36.2 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่า

ส่งออกอาหารพร้อมทานทั้งหมด รองลงมาคือสหรัฐอเมริกา (13.8 เปอร์เซ็นต์) และเนเธอร์แลนด์ (8.4 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (Figure 2) เนื่องจากปัจจุบันพฤติกรรมในการเลือกรับประทานอาหารของคนไทยมีการเปลี่ยนแปลง โดยนิยมทานอาหารแบบสำเร็จรูปที่มากขึ้น เพราะสามารถแช่แข็งไว้ได้ มีอายุการเก็บรักษาได้นาน สามารถอุ่นสินค้าพร้อมรับประทานได้ (Wongskhaluang, 2019)

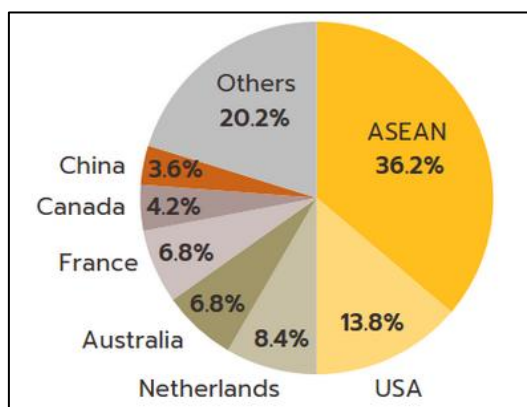


Figure 2 Share of Thailand's ready-to-eat food export value by Market (2021)

Source by: Yongpisanphob (2022)

จากความต้องการที่จะขยายตลาดของบริษัท กินดีฟาร์วอย จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตอาหารสำเร็จรูปในภาชนะปิดสนิท เช่น แกงไตปลาคว่ำบรรจุกระป๋อง ซึ่งเป็นสินค้ายอดนิยม จึงต้องมีการเพิ่มกำลังการผลิต แต่ประเด็นปัญหาที่ได้ประสบอยู่คือ ปัญหาการแปรรูปเนื้อปลาชား จากการจ้างแปรรูปจากผู้ประกอบการรายอื่น เนื่องจากยังขาดแคลนเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในการผลิตเพื่อให้ได้กำลังการผลิตตามที่ต้องการ หรือในบางครั้งทางผู้ประกอบการแปรรูปปลาชားไม่สามารถจัดส่งของได้ในเวลาที่ทางบริษัทมีคำสั่งซื้อเข้ามาแบบเร่งด่วน ทำให้ทางบริษัทจำเป็นต้องมีการเก็บเนื้อปลาชားที่ผ่านการย่างแล้วไว้ในลักษณะแช่แข็ง ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน อีกทั้งยังส่งผลต่อรสชาติ ความสดใหม่ และเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากการสอบถามฝ่ายจัดซื้อของทางบริษัท พบว่า การแปรรูปปลาชားด้วยวิธีการย่างนั้น ยังคงใช้แรงงานคนในการควบคุมการผลิตด้วยเตาถ่าน และปัญหาที่พบคือ ไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้เที่ยงตรงแม่นยำทำให้การผลิตไม่แน่นอน รวมทั้งการย่างด้วยเตาถ่านจะพบปัญหาควันไฟจากหยดน้ำและน้ำมันจากวัตถุดิบ ทำให้ไฟลุกได้ง่าย รวมทั้งเกิดควันจำนวนมาก ส่งผลต่อการไหม้เกรียมของอาหาร (Kanasri *et al.*, 2014) โดยกำลังการผลิตโดยเฉลี่ยเดิมจะอยู่ที่ 100 ตัวต่อชั่วโมง หรือประมาณ 1,000 ตัวต่อวัน (คิดเวลาทำงานที่ 10 ชั่วโมง) หากคิดเป็นน้ำหนักจะอยู่ที่ประมาณ 25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือประมาณ 250 กิโลกรัมต่อวัน (คิดเวลาทำงานที่ 10 ชั่วโมง) ซึ่งทางผู้ประกอบการมีความต้องการที่จะพัฒนากระบวนการผลิตในส่วนดังกล่าวเพื่อควบคุมคุณภาพ กำหนดเวลาและสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อแบบเร่งด่วนเข้ามาได้ทันที

เครื่องบั้งย่างในปัจจุบัน ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเพื่ออำนวยความสะดวกพร้อมทั้งเพิ่มคุณภาพและกำลังในการผลิต Borirak (2019) ได้ทำการออกแบบเครื่องบั้งเนื้อสัตว์กึ่งอัตโนมัติด้วย

ระบบขับเคลื่อนโซ่ลำเลียงและตะขอเกี่ยวไม้เสียบ การวางไม้เสียบอยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้นโลก ให้อินฟราเรดฮีทเตอร์ซึ่งเป็นแหล่งให้ความร้อนอยู่ในแนวนอน เมื่อให้ความร้อนกับเนื้อสัตว์จึงไม่เกิดการไหม้จากไขมันสัตว์ เมื่อได้รับความร้อนไขมันที่เกิดจากกระบวนการผลิตจะตกลงในถาดรองรับไขมัน ซึ่งสามารถนำไปกำจัดและสามารถล้างทำความสะอาดได้ Paengteeresukkamai (2011) ได้ทำการพัฒนาและสร้างเครื่องบั้งหมูสะเต๊ะกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้ระบบสายพานลำเลียง พบว่า การมีแหล่งความร้อนทั้งด้านบนและด้านล่างของสายพาน จะช่วยในการย่างแบบไม่ต้องพลิกกลับด้าน ซึ่งระยะห่างของแหล่งกำเนิดความร้อนกับสายพานลำเลียงนั้นสำคัญ รวมทั้งระยะเวลาที่ได้รับความร้อนหรือความเร็วการวิ่งของสายพานนั้น เป็นปัจจัยสำคัญที่ควรศึกษาให้เหมาะสมกับวัตถุดิบที่ต้องทำการบั้งย่าง

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบระบบบั้งย่างสายพานตะแกรง แบบกึ่งอัตโนมัติ มีการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อปลาชားเพื่อใช้ในการกระบวนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับกระบวนการผลิตแกงไตปลาคว่ำบรรจุกระป๋อง เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิตของกิจการในปัจจุบันและแผนการพัฒนาตลาดที่จะขยายในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบเครื่องต้นแบบระบบบั้งย่างสายพานตะแกรง

หลักการออกแบบเครื่องบั้งย่างปลาแบบสายพานตะแกรง โดยสามารถปรับความเร็วของสายพานลำเลียงร่วมกับหัวแก๊สอินฟราเรด ซึ่งมีระบบหล่อเย็นด้วยท่อน้ำไหลเวียนเพื่อลดปัญหาความร้อนสะสมที่หัวเตาแก๊ส เพื่อใช้ในการกระบวนการผลิตแกงไตปลาคว่ำ โดยมีความต้องการกำลังการผลิตที่ 300-350 ตัวต่อชั่วโมง (3,000 ตัวต่อวันต่อ 10 ชั่วโมง)

ดังนั้น จึงทำการออกแบบเครื่องโดยได้ขนาดของเครื่องที่ 750 x 5,200 x 2,000 เซนติเมตร โดยมีส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเครื่องต้นแบบ (Figure 3) ได้แก่ 1) Cooling Unit, 2) หัวแก๊สอินฟราเรด แบบหล่อเย็นด้วยน้ำ, 3) หัวสปาร์ค แบบอัตโนมัติ, 4) สายพานสแตนเลส, 5) วาล์วควบคุมแก๊ส, 6) ตัวควบคุม HMI PLC, 7) เกียร์บล็อก, 8) มอเตอร์, 9) ถัง PLG, 10) กล้องควบคุมหัวสปาร์ค, 11) เทอร์โมคัปเปิล 12) Blower ดูดอากาศ และ 13) หัวแก๊สอินฟราเรด แบบหล่อเย็นด้วยน้ำ ติดตั้งแบบคว่ำหลักการทำงานของเครื่อง คือ สายพานตะแกรงสแตนเลส ถูกควบคุมความเร็วด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าปรับความเร็วรอบใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมให้ความแม่นยำเที่ยงตรงของอุณหภูมิและเวลาในการย่างด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ ใช้วัสดุชนิดสแตนเลส 304 สำหรับชิ้นส่วนงานโครงสร้างทั้งภายในและภายนอก ใช้แหล่งความร้อนจากชุดหัวแก๊สอินฟราเรด

จำนวน 12 หัวจ่ายพร้อมอุปกรณ์จุดติดไฟด้วยระบบไฟฟ้าซึ่งติดอุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิ สามารถปรับอุณหภูมิได้ 100 ถึง 300 องศาเซลเซียส มีอุปกรณ์สำหรับการปรับระยะหัวแก๊สและจำนวนหัวการจ่ายแก๊ส ใช้ระบบสายพานแบบถักความยาว 5 เมตร (โซนย่าง 4 เมตร) หน้ากว้าง 50 เซนติเมตร จุดเด่นของเครื่องคือ มีระบบหล่อเย็น ซึ่งจะประกอบไปด้วยชุดทำความเย็นสำหรับผลิตน้ำหล่อเย็นของหัวแก๊สพร้อมปั๊ม ซึ่งระบบท่อไหลเวียนน้ำ (water cooling circulation) เพื่อการหล่อเย็นหัวแก๊ส โดยท่อของระบบหล่อเย็นจะถูกติดตั้งขนานไปกับระบบท่อส่งแก๊ส และมี water cooling jacket เป็นช่องไหลเวียนน้ำเพื่อใช้ในการหล่อเย็น housing ของหัวแก๊สอินฟราเรด เพื่อป้องกันการเกิด self – burning effect ทำให้สามารถยืดระยะเวลาในการปฏิบัติงานให้นานขึ้น

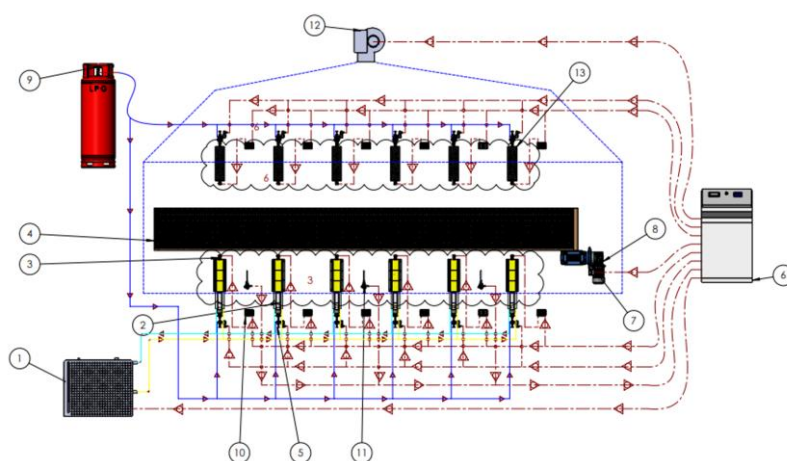


Figure 3 Component of conveyor belt fish grilling machine

ปัจจัยที่ศึกษาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เมื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเสร็จสิ้น จะทำการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง ได้แก่ 1) ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา จากการปรับความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์ควบคุมสายพานลำเลียง สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 (Sankul, 2014) และ 2) ระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน ซึ่งสามารถปรับตั้ง

ค่าระยะห่างระหว่างหัวเตาและสายพานลำเลียงได้ โดยมีค่าชี้ผลการทดสอบคือ 1) ความสามารถในการทำงาน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 2) อุณหภูมิตัวปลาหลังการย่าง จากการวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิอาหารรุ่น BeneTech Infrared thermometer GM320 3) ความชื้นตัวปลาหลังการย่าง ด้วยการอบผ่านตู้อบลมร้อนที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ

4) ลักษณะผิวตัวปลาหลังการย่างจากการประเมินด้วยสายตาจากผู้เชี่ยวชาญในการย่างปลาของทาง

กลุ่มผู้ประกอบการ พร้อมมีการวิเคราะห์สถิติเพื่อหาความแตกต่างทางนัยสำคัญด้วยวิธี Two-way ANOVA

$$v = \frac{2\pi rN}{60} \quad (1)$$

เมื่อ v คือ ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา (เมตรต่อนาที)
 r คือ รัศมีของมุลย์สายพานลำเลียงปลา (เมตร)
 N คือ ความเร็วรอบการหมุนของมุลย์สายพานลำเลียง (รอบต่อนาที)

$$\text{ความสามารถในการทำงาน (ตัวต่อชั่วโมง)} = \frac{\text{จำนวนปลา หลังผ่านการย่าง (ตัว)}}{\text{ระยะเวลาในการทำงาน (ชั่วโมง)}} \quad (2)$$

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการออกแบบเครื่องต้นแบบระบบปิ้งย่างสายพานตะแกรง

เมื่อทำการออกแบบเสร็จสิ้น จึงทำการดำเนินการสร้างเครื่อง โดยได้เครื่องต้นแบบที่สร้างเสร็จแล้วดังแสดงใน (Figure 4a) ด้วยระบบการให้ความร้อนด้วยระบบแก๊สอินฟราเรด จำนวน 12 ชุด ขนาด 15,000 วัตต์ แบ่งเป็น ชุดบน 2 ชุด ชุดล่าง

2 ชุด วางสลับฟันปลาห่างกัน 75 เซนติเมตร ซึ่งจะสามารถทำความร้อนได้สูงสุด 300 องศาเซลเซียส ควบคุมอุณหภูมิด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิระบบดิจิทัล โดยได้ค่าอุณหภูมิจากตัววัดอุณหภูมิเหนือสายพานจำนวน 3 จุดของห้องปิ้งย่าง ตัวเครื่องมีการติดตั้งล้อ ขนาด Ø 89 มิลลิเมตร จำนวน 8 ล้อ เพื่อให้ง่ายต่อการขนย้าย



(a)



(b)

Figure 4 Prototype of conveyor belt fish grilling machine: (a) Prototype grilling machine (b) while the machine is operating

ผลการทดสอบปัจจัยที่ศึกษา

ด้วยการนำวัตถุดิบของบริษัทคือ ปลาซาบะ ที่ทำการตัดแต่งโดยมีการตัดหัวออก จากนั้นนำมาวางเรียงในสายพานแบบตะแกรงที่ทางทีมวิจัยได้พัฒนาขึ้น (Figure 4b) ซึ่งสามารถจัดเรียงปลาซาบะได้ 6 ตัวต่อแถว จากนั้นเปิดเครื่องจักรทดสอบหาปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง เพื่อให้ปลาซาบะที่ได้หลังจากผ่านเครื่องจักรได้คุณภาพตามที่ทางบริษัทต้องการ คือ 1) เนื้อไม่แข็ง 2) สุกทั่วทั้งตัวปลา

จากการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง คือ

- 1) ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 3 ระดับ ได้แก่ 0.20 0.25 และ 0.30 เมตรต่อนาที (คิดเป็นระยะเวลาในห้องปิ้งย่าง 27, 20 และ 16 นาที) และ
- 2) ระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน 3 ระดับ ได้แก่ 14, 20 และ 26 เซนติเมตร ค่าชี้ผลการทดสอบ คือ 1) ความสามารถในการทำงาน (ตัวต่อชั่วโมง) 2) อุณหภูมิตัวปลาหลังการย่าง (องศาเซลเซียส) 3) ความชื้นตัวปลาหลังการย่าง (เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก)

และ 4) ลักษณะผิวตัวปลาหลังการย่าง ได้ผลการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง ดังต่อไปนี้ ผลการทดสอบความสามารถในการทำงาน (ตัวต่อชั่วโมง) จากการที่มีการศึกษาความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา (เมตรต่อนาที) 3 ระดับ ได้แก่ 0.20

0.25 และ 0.30 เมตรต่อนาที (คิดเป็นระยะเวลาในห้องปิ้งย่าง 27, 20 และ 16 นาที) จึงส่งผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกัน โดยได้ผลการทดสอบความสามารถในการทำงาน (ตัวต่อชั่วโมง) ดังแสดงใน Figure 5

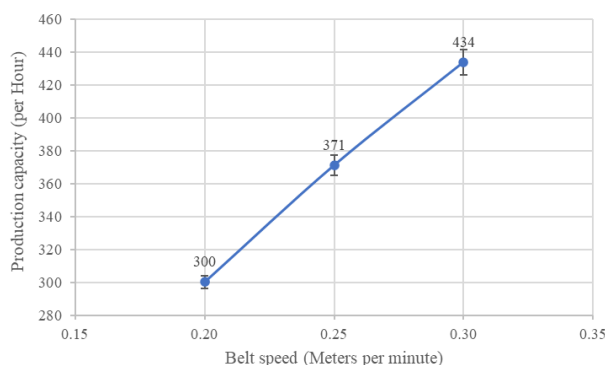


Figure 5 Relationship between the belt speed (meters per minute) with the Production capacity (per Hour)

จะเห็นได้ว่า เมื่อทำการเพิ่มความเร็วของสายพานลำเลียงปลา (เมตรต่อนาที) จาก 0.20, 0.25 และ 0.30 เมตรต่อนาที จะส่งผลให้ได้ความสามารถในการทำงานที่สูงขึ้น เนื่องจากความเร็วในการลำเลียงตัวปลาผ่านโซนปิ้งย่างที่ไวขึ้น ส่งผลถึงจำนวนที่ได้รับมากขึ้นตาม โดยได้ความสามารถในการทำงานที่ $300 \pm 4a$, $371 \pm 6b$ และ $434 \pm 8c$ ตัวต่อชั่วโมง หรือคิดเป็น $75.08 \pm 0.96a$, $92.83 \pm 1.50b$ และ $108.50 \pm 1.97c$ กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยปัจจัยในด้านความเร็วของสายพานลำเลียงปลา (เมตรต่อนาที) แต่ละระดับมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่เนื่องจาก

ความสามารถในการทำงานเพียงอย่างเดียว ยังไม่สามารถตัดสินได้ว่าความเร็วไหนจะเป็นปัจจัยที่เหมาะสมที่สุด จึงต้องพิจารณาข้อมูลในด้านอื่นประกอบการตัดสินใจด้วย (Figure 6)

ผลการทดสอบอุณหภูมิตัวปลาหลังการย่าง (องศาเซลเซียส) เนื่องจากทางผู้ประกอบการมีความประสงค์ที่จะให้อุณหภูมิบนตัวปลาหลังการย่างอยู่ระหว่าง 75 ถึง 85 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้เนื้อปลานั้นสุกและไม่แข็งจนเกินไป จากการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสม ได้ผลการทดสอบอุณหภูมิตัวปลาหลังการย่าง (องศาเซลเซียส) ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Result of fish temperature after grilling

Belt speed (meters per minute)	Fish temperature (degree celsius) Gas nozzle distance (centimeters)				F-test
	14	20	26	AVG	
0.20	94.73±0.75	88.89±0.84	82.35±0.92	88.66±0.84a	*
0.25	89.95±1.04	82.38±0.85	71.74±0.75	81.36±0.88b	
0.30	88.51±0.72	69.64±1.31	67.63±1.17	75.26±1.07c	
AVG	91.06±0.84a	80.31±1.00b	73.91±0.95c		
F-test		*			

Remarks: * = Significant difference at probability level 0.05

F test with Gas nozzle distance (centimeters) is 2510.530, F test with Belt speed (meters per minute) is 1501.795.

R squared = 0.991 (Adjust R squared = 0.990)

จากผลการทดสอบอุณหภูมิตัวปลาหลังการย่าง (องศาเซลเซียส) ใน (Table 1) จะเห็นได้ว่าทุกค่าเฉลี่ยของด้านความเร็วของสายพานลำเลียงปลา (เมตรต่อนาที) และทุกค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน (เซนติเมตร) มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อพิจารณาในส่วนของค่าที่เหมาะสมตามที่ผู้ประกอบการต้องการ หรืออุณหภูมิบนตัวปลาหลังการย่างอยู่ระหว่าง 75 ถึง 85 องศาเซลเซียส พบว่ามี 2 ปัจจัยที่ได้ผลการทดสอบ

อุณหภูมิอยู่ในช่วงที่กำหนด ได้แก่ 1) ระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน 26 เซนติเมตร ที่ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 0.20 เมตรต่อนาที และ 2) ระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน 20 เซนติเมตร ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 0.25 เมตรต่อนาที

เมื่อทำการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ปลาหลังการย่าง (เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก) ได้ผลการทดสอบความชื้น ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Result of fish moisture content after grilling

Belt speed (meters per minute)	Moisture content (%w.b.)				
	Gas nozzle distance (centimeters)				F-test
	14	20	26	AVG	
0.20	38.41±3.85	38.55±1.44	30.96±6.41	35.97±3.90a	*
0.25	36.65±3.97	33.49±3.14	18.31±4.22	29.49±3.78b	
0.30	37.96±1.62	20.20±2.17	19.68±2.62	25.95±2.14b	
AVG	37.68±3.15a	30.75±2.25b	22.99±4.42c		
F-test		*			

Remarks: * = Significant difference at probability level 0.05

F test with Gas nozzle distance (centimeters) is 25.194, F test with Belt speed (meters per minute) is 12.063.

R squared = 0.839 (Adjust R squared = 0.767)

จากผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ปลาหลังการย่าง (เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก) ใน (Table 2) จะเห็นได้ว่า ความเร็วของสายพานที่เคลื่อนที่ช้ากว่า จะมีความสามารถไล่น้ำหนักน้ำที่อยู่ในตัวปลาได้มากกว่า ส่งผลให้ความชื้นที่ออกมาสูงกว่า เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยของด้านความเร็วของสายพานลำเลียงปลา (เมตรต่อนาที) ที่ 0.20 เมตรต่อนาที มีความแตกต่างกับ 0.25 และ 0.30 เมตรต่อนาที ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยที่ 0.20 เมตรต่อนาที จะได้ค่าเฉลี่ยของความชื้นที่ 35.97a เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก แต่ในส่วนของ 0.25 และ 0.30 เมตรต่อนาที จะได้ค่าเฉลี่ยของความชื้นที่ 29.49b และ 25.95b เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก แต่เมื่อพิจารณาทุกค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน (เซนติเมตร) ทุกค่าเฉลี่ยนั้นมีความ

แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่แตกต่างกันนั้น เป็นผลมาจากการปรับตั้งความเร็วของสายพานลำเลียงปลาและระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพานที่แตกต่างกัน โดยความชื้นที่สูงนั้น บ่งบอกถึงความสามารถในการทำความร้อนกับตัวปลา ที่สามารถระเหยน้ำออกจากตัวปลาได้มาก โดยความชื้นสุดท้ายของปลาเมื่อผ่านการอบด้วยตู้อบลมร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 78.94 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก แต่การที่สามารถระเหยความชื้นออกได้สูงนั้นไม่ได้หมายความว่า จะเป็นปัจจัยที่เหมาะสม ดังนั้น ต้องมีการพิจารณาผิวตัวปลาหลังการย่างด้วย เพื่อหาจุดที่เหมาะสมของเครื่องต้นแบบ

การสังเกตลักษณะผิวตัวปลาหลังการย่าง ได้ผลสรุปลักษณะของปลาซาบะหลังการทดสอบในแต่ละปัจจัย ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Result of appearance of fish skin after grilling

Belt speed (meters per minute)	Appearance of fish skin after grilling Gas nozzle distance (centimeters)		
	14	20	26
0.20	Cooked Saba but has a burnt surface	Cooked Saba but has a burnt surface	Cooked Saba have characteristics as required
0.25	Cooked Saba but has a burnt surface	Cooked Saba have characteristics as required	Uncooked Saba
0.30	Cooked Saba but has a burnt surface	Uncooked Saba	Uncooked Saba

จากผลการทดสอบหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อกระบวนการทำสุกของปลาซาบะ พบว่า มีผลลัพธ์ที่เหมาะสมจำนวน 2 ปัจจัย คือ 1) ระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน 26 เซนติเมตร ที่ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 0.20 เมตรต่อนาที และ 2) ระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน 20 เซนติเมตร ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 0.25 เมตรต่อนาที โดยทั้ง 2 ตัวอย่าง พบว่า ปลาซาบะมีลักษณะตามความต้องการของผู้ประกอบการ เนื่องจากได้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 78.8-85.0 และ 80.0-85.0 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นของความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 0.20 และ 0.25 เมตรต่อนาที ตามลำดับ โดยลักษณะของเนื้อปลาที่ได้นั้น มีลักษณะสุกตามความต้องการ การไหม้ไม่เข้าถึงภายในเนื้อปลา เนื้อปลาไม่แห้ง

และแข็งจนเกินไป เปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในช่วง 30.96-33.49 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก (Figure 6 และ Figure 7) จากผลการทดสอบและลักษณะของเนื้อปลาซาบะที่ได้ ทางผู้ประกอบการจึงพิจารณาเลือกใช้ที่ปัจจัยระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน 20 เซนติเมตร ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 0.25 เมตรต่อนาที เนื่องจากได้กำลังการผลิตที่สูงกว่า อยู่ที่ 371.33 ตัวต่อชั่วโมง หรือคิดเป็น 92.83 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (928.3 กิโลกรัมต่อวัน คิดระยะเวลาการทำงานที่ 10 ชั่วโมงต่อวัน) โดยมีการคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องอยู่ที่ 5.49 บาทต่อกิโลกรัม โดยจะต้องทำงานทั้งสิ้น 150,000 กิโลกรัมต่อปี ถึงจะคุ้มทุนของเครื่อง ที่ราคาขายเชิงพาณิชย์ 1,000,000 บาท



Figure 6 Grilled Saba that passed the prototype



Figure 7 (a) Required characteristics of Cooked Saba and (b) Cooked Saba with a burnt surface

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องปิ้งย่างปลาแบบสายพานตะแกรงปรับความเร็วร่วมกับหัวแก๊สอินฟราเรดหล่อเย็นด้วยระบบน้ำไหลเวียน เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตแกงไตปลาคว่ำ เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตของบริษัท กินดีพารวย จำกัด ผลการทดสอบความสามารถในการทำงาน และปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่องต้นแบบระบบปิ้งย่างสายพานตะแกรง สำหรับปิ้งย่างปลาซาบะ ได้ปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่องได้แก่ ระยะห่างระหว่างหัวเตาแก๊สกับสายพาน 20 เซนติเมตร ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงปลา 0.25 เมตรต่อนาที โดยมีความสามารถในการทำงาน 371 ตัวต่อชั่วโมง (คิดเป็นระยะเวลาในห้องปิ้งย่าง 20 นาทีต่อรอบ) หรือคิดเป็น 92.83 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ลักษณะปลาซาบะที่ได้ คือ เนื้อปลาซาบะสุกด้วยอุณหภูมิ 82.38 ± 0.85 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้น 33.49 ± 3.85 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก มีลักษณะตามความต้องการของผู้ประกอบการ โดยใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน ก็สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถช่วยลดต้นทุนและเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ และเนื่องจากการทำงานของเครื่องต้นแบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลายชนิด อาทิเช่น ไก่ย่าง หมูย่าง หมูหัน ไคยุนสเด็ก เป็นต้น ส่งผลให้สถานประกอบการสามารถนำเครื่องจักรไปใช้ในการ

ผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นดังที่ยกตัวอย่างมาเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ สร้างรายได้เพิ่มให้กับทางสถานประกอบการอีกทางหนึ่ง

ผลประกอบการในด้านเศรษฐกิจของบริษัท กินดีพารวย จำกัด หลังจากได้รับเครื่องต้นแบบปิ้งย่างปลาแบบสายพานตะแกรง สามารถลดต้นทุนการผลิตจากการลดการจ้างแรงงาน 4 คน คิดเป็นจำนวนเงินรวม 300,000 บาทต่อปี ลดความเสียหายที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต รวม 120,000 บาทต่อปี เพิ่มรายได้จากยอดขาย รวม 2,000,000 บาทต่อปี จากต้นทุนราคาเครื่องที่ 1,000,000 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องอยู่ที่ 5.49 บาทต่อกิโลกรัม โดยจะต้องทำงานทั้งสิ้น 150,000 กิโลกรัมต่อปี มีจุดคุ้มทุนที่ 4 ปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ร่วมกับสถาบันไทย-เยอรมัน ผู้สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น และบริษัท กินดีพารวย จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และบุคลากร เพื่อให้งานวิจัยนี้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- Borirak, T. 2019. Semi-automatic meat griller. NSTDA Investors'day. Available: <https://www.nstda.or.th/investorsday/2019/projects/detail/8/index.html> (July 13, 2023.) [in Thai]
- Food Intelligent Center. 2020. Packaged Food Market in Thailand. Available: <https://fic.nfi.or.th/market-intelligence-detail.php?smid=290> (July 13, 2023.) [in Thai]
- Kanasri, T., S. Mongmechai, P. Prasertsan and S. Yinde. 2014. Development of Direct Fired Oven a Grill Chicken using Charcoal. Journal of Science and Technology Mahasarakham University 2024(special): 670-673. [in Thai]
- Paengteeresukkamai, P. 2011. Development and Construction of Porker on Fire Machine Semi-automatic. Report on Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. [in Thai]
- Sankul, M. 2014. Circular motion. Physics education. Available: https://mateeya-physicseducation.weebly.com/uploads/2/6/6/0/26603561/_circular_motion.pdf (July 13, 2023.) [in Thai]
- Wongskhaluang, P. 2019. A Study of Working Consumer's Online Purchase Decision of Frozen Ready Meals In Bangkok. Report on Marketing, Faculty of Business Administration, Ramkhamhaeng University. [in Thai]
- Yongpisanphob, W. 2022. Industry Outlook 2022-2024: Beverage Industry. Krungsri Research.

การใช้ระบบสมาร์ฟาร์มในการให้น้ำร่วมกับการใช้สารสกัดจากพืชเป็นเหยื่อพิษควบคุมแมลงวันฟริก เพื่อเพิ่มผลผลิตพริก

Using Smart Farm Irrigation System in Combination with Plant Extracts as Bio-Attractant Baits Against Solanum Fruit Fly to Enhance Chili Yield

กัณฑ์ มหามัด¹ คุลยา ศรีโยม¹ ไสว บัวแก้ว² และวนิดา เพ็ชรลมูล^{2*}

Kuntapon Mahamad¹ Kulaya Sriyom¹ Sawai Boukaew² and Wanida Petlamul^{2*}

¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

¹ Faculty of Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University, Mueang, Songkhla 90000

² วิทยาลัยนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

² College of Innovation and Management, Songkhla Rajabhat University, Mueang, Songkhla 90000

* Corresponding author: wanida.pe@skru.ac.th

(Received: 5 June 2023; Revised: 26 September 2023; Accepted: 4 October 2023)

Abstract

Chili (*Capsicum annum* L.) is an economically significant product that pests have an impact on yield and quality. Consequently, this research aims to examine the application of smart farm technology combined with plant extract as a bio-attractant against Solanum Fruit Fly to enhance chili yield. The experiment was carried out in a Split plot in a Randomized Complete Block Design with three replications. There were two main plots: 1) smart farm system plots and 2) watering hose plots, and five subplots of plant extract as bio-attractant baits: 1) control (distilled water), 2) basil extract, 3) ripe chili fruit extract, 4) basil extract and black pepper extract, and 5) ripe chili fruit extract and black pepper extract. According to the investigation's findings, basil extract and black pepper extract were the greatest attractants that attracted *Bactrocera latifrons* (72.14 insects/trap/day), significantly different from other methods. The average height and shrub size of chili irrigated with smart farm systems were 74.00 and 65.46 cm, compared to 71.63 and 61.23 cm for chili irrigated with conventional irrigation systems. The yield of chili from smart farm systems combined with ripe chili fruit extract and black pepper extract was 2,740.33 kg per rai, which was a highly significant difference from the yield of chili from conventional systems, which was only 2,415.00 kg per rai. The calculated break-even point was 148.60 kg.

Keywords: Chili, solanum fruit fly, smart farm system

บทคัดย่อ

พริก (*Capsicum annum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่มีปัญหาด้านแมลงสร้างความเสียหายต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบสารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมแมลงวันพริกสำหรับเพิ่มผลผลิตพริก วางแผนการทดลองแบบสปลิตพลอตแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก ได้แก่ 1) การให้น้ำด้วยระบบสารสกัดจากพืช และ 2) แบบสายยาง และปัจจัยรอง คือ การใช้สารสกัดจากพืชเป็นเหยื่อพิษ ได้แก่ 1) ชูดควบคุม 2) สารสกัดกะเพรา 3) สารสกัดผลพริกสุก 4) สารสกัดกะเพรากับพริกไทยดำ และ 5) สารสกัดผลพริกสุกกับพริกไทยดำ ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดกะเพรากับพริกไทยดำมีประสิทธิภาพสูงสุดในการดึงดูดแมลงวันพริก (72.14 ตัว/กับดัก/วัน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น และพบอัตราการตายของแมลงวันพริกในกับดักที่ใช้สารสกัดผลพริกสุกกับพริกไทยดำสูงสุด 71.84 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบความสูงและขนาดทรงพุ่มของพริกระหว่างการให้น้ำแบบระบบสารสกัดจากพืชกับการให้น้ำแบบทั่วไป พบว่า มีค่าเท่ากับ 74.00 และ 65.46 ซม. และ 71.63 และ 61.23 ซม. ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตพริกที่ให้น้ำด้วยระบบสารสกัดจากพริกสุกกับพริกไทยดำมีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 2,740.33 กก./ไร่ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตพริกที่ให้น้ำด้วยระบบทั่วไปที่ให้ปริมาณผลผลิตพริกเพียง 2,415.00 กก./ไร่ และผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนมีค่าเท่ากับ 148.60 กก.

คำสำคัญ: พริก แมลงวันพริก ระบบสารสกัดจากพืช

คำนำ

พริกซึ่งมีผลใหญ่พันธุ์จินดาเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดสงขลา ที่ผลผลิตส่วนใหญ่ 90 เปอร์เซ็นต์ส่งออกไปยังประเทศมาเลเซีย สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรเฉลี่ย 40,600 บาทต่อไร่ต่อปี คิดเป็นกำไรเฉลี่ย 3,776 บาทต่อไร่ต่อปี (RYT9, 2021) ซึ่งปัญหาการปลูกพริกคือ โรคและแมลงที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต เกษตรกรจึงใช้สารเคมีในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช ซึ่งให้ประสิทธิภาพสูงแต่สารตกค้างในผลผลิตพริกเกินค่ามาตรฐานต่อเนื่องหลายปี จึงกลายเป็นปัญหาสำคัญในการส่งออก ซึ่งในปี พ.ศ. 2563 พบว่า พริกเป็นผัก 1 ใน 10 ชนิดที่พบสารเคมีตกค้างสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์จากการสุ่มตรวจผลผลิตทางการเกษตรทั้งจากห้างสรรพสินค้าและตลาดสด จำนวน 509 ตัวอย่าง (Pesticide Alert Network, 2020) พบว่า สารเคมีตกค้างในผลพริกส่วนใหญ่ คือ มาลาไรออน ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ใช้สำหรับควบคุมแมลงวันพริก (*Bactrocera latifrons*) ที่มักระบาดทำลายผลพริกในช่วงฤดูฝนและตลอดระยะ

เก็บเกี่ยว ตั้งแต่ระยะเข้าสีจนถึงพริกสุกที่พบการเข้าทำลายสูง จากตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ในผลพริกเมื่อไข่ฟักเป็นหนอนจะขอนไชกินไส้ในผลพริกจนผลพริกเน่า และแผลบนผลพริกที่เกิดจากการวางไข่อาจส่งเสริมการเกิดโรคพืช และแมลงอื่นเข้าทำลายซ้ำ (Wingsanoi and Siri, 2011) เกิดความเสียหายรุนแรงต่อเศรษฐกิจถึง 100 เปอร์เซ็นต์หากไม่มีการป้องกันกำจัด ทั้งนี้วิธีที่เลือกใช้ควรเป็นวิธีที่ได้ผล ปลอดภัย ลดผลกระทบเรื่องสารเคมีตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม สำหรับการใช้สารสกัดจากพืชเป็นเหยื่อพิษเป็นวิธีที่ง่ายและให้ผลดีเน้นดึงดูดแมลงวันพริกเข้ามาทำลายได้ตรงเป้าหมายซึ่งสารสกัดจากพืช เช่น กะเพรา เป็นพืชสวนครัวที่นิยมปลูก หาง่าย มีกลิ่นหอมแรงและมีคุณสมบัติเป็นสารล่อแมลง (Tangpao *et al.*, 2021) จากกรณีการใช้สารสกัดกะเพราร่วมกับมะม่วง และสารสกัดดาวเรือง พบว่า สามารถฆ่าแมลงวันผลไม้ได้สูงสุด 80.09 เปอร์เซ็นต์ (Boonchoo *et al.*, 2020) ในขณะที่สารสกัดพริกไทยดำมีสารออกฤทธิ์ที่ลดการวางไข่และฆ่าแมลงต่าง ๆ เช่น แมลงวันผลไม้ ยุง แมลงวันบ้าน เป็นต้น (Samuel *et al.*, 2016; Nisar *et al.*, 2021)

และยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารได้ 90.25 เปอร์เซ็นต์ (Phiriyaanon, 2017; Wanna and Wongsawas, 2018) ซึ่งการใช้สารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงศัตรูพืช เป็นวิธีที่ปลอดภัย และช่วยลดต้นทุนด้านสารเคมีทางการเกษตร นอกจากนี้ การให้น้ำอย่างเกิดประโยชน์สูงสุดทางการเกษตร ไม่เพียงช่วยประหยัดต้นทุน แต่ยังช่วยให้ต้นพืชเจริญเติบโต แข็งแรง ลดความเสี่ยงจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง ด้วยการประยุกต์ใช้ระบบสมาร์ตฟาร์มที่เชื่อมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายด้วยระบบอินเทอร์เน็ต (internet of things) ควบคุมความชื้นให้เหมาะสม เพื่อให้ให้น้ำอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูง (Mohamed *et al.*, 2021) โดยเฉพาะในช่วงอากาศร้อนแห้งที่พบการระบาดของเพลี้ยไฟซึ่งเป็นแมลงศัตรูพริกที่สำคัญอีกชนิด การใช้สปริงเกอร์ช่วยเพิ่มความชื้น และพ่นชะล้างใบพริกสามารถลดปริมาณเพลี้ยไฟลงได้ (Ranganath *et al.*, 2015) ส่งเสริมการเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตพริกได้ดียิ่งขึ้น จากรายงานผลการให้น้ำพริกไทยในระบบสมาร์ตฟาร์มแบบสเปรย์และแบบสปริงเกอร์ เปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบทั่วไปพบว่า ผลผลิตพริกไทยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 28.03 23.36 และ 18.69 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (Madato *et al.*, 2022)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ระบบสมาร์ตฟาร์มในการเพิ่มผลผลิตพริก ร่วมกับการใช้เหยื่อพิษจากสารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงวันพริก เพื่อส่งเสริมการผลิตพริกอย่างมีคุณภาพ คุ้มค่าการลงทุน สร้างระบบต้นน้ำในการผลิตพริกปลอดภัยสารเคมีต่อผู้บริโภคและผู้ผลิตในพื้นที่ชุมชนอย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ดำเนินการทดลองที่ หมู่ที่ 6 ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ใช้วิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยเลือกแปลงปลูกพริกสำหรับการทดลองที่เกษตรกรเจ้าของแปลงมี

ประสบการณ์ในการปลูกพริกมาต่อเนื่องอย่างน้อย 5 ปี มีความสมัครใจเข้าร่วมทดลอง รวมทั้งมีพื้นฐานความรู้และทักษะในการปลูกและการดูแลพริก วางแผนการทดลองแบบ Split plot ใน Randomized complete block design จำนวน 3 ซ้ำ (แปลง) แต่ละแปลงประกอบด้วย บั๊จจัยหลัก คือ การให้น้ำจำนวน 2 กรรมวิธี ได้แก่ ใช้ระบบสมาร์ตฟาร์ม และใช้สายยางรดน้ำในช่วง 9.00-10.00 น. จำนวน 1 ครั้งต่อวัน สำหรับบั๊จจัยรอง คือ การใช้เหยื่อพิษจากสารสกัดจากพืชที่แตกต่างกันในการควบคุมแมลงวันพริก จำนวน 5 กรรมวิธี คือ 1) ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) 2) สารสกัดกะเพรา 3) สารสกัดผลพริกสุก (พริกพันธุ์จินดา) 4) สารสกัดกะเพรากับพริกไทยดำ 5) สารสกัดผลพริกสุกกับพริกไทยดำ

การเตรียมแปลงพริก และการออกแบบและติดตั้งระบบสมาร์ตฟาร์ม

เตรียมพื้นที่ปลูกด้วยการไถดิน 1 ครั้ง ตากดินทิ้งไว้ 7 วัน ปรับสภาพดินด้วยการใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ยก่องแปลงสูง 20 เซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำ (แปลง) แต่ละแปลงมีขนาดหน้ากว้าง 3 เมตร ยาว 15 เมตร ระยะระหว่างแปลง 1 เมตร แต่ละแปลงประกอบด้วยบั๊จจัยหลัก 2 บั๊จจัย ได้แก่ แปลงที่ใช้ระบบสมาร์ตฟาร์ม และแปลงที่ใช้สายยางรดน้ำ สำหรับพริกที่ใช้ทดลองเป็นพริกพันธุ์จินดา ซึ่งเป็นชนิดที่ปลูกกันมากในพื้นที่และนิยมบริโภค โดยย้ายต้นกล้าพริกที่มีอายุ 30 วัน ปลูกในแปลงจำนวน 4 แถว ๆ ละ 20 ต้น กำหนดให้แถวรอบนอกสุดของแต่ละแปลงย่อยเป็นแถวคู่มที่ไม่มีมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการควบคุมแมลงและผลผลิตพริก กำหนดระยะปลูกเท่ากับ 70 × 70 เซนติเมตร 1 ต้นต่อหลุม (Figure 1) ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ที่อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งละ 50 กิโลกรัม หลังย้ายปลูก และก่อนออกดอก (Horticultural Research Institute, 2019)

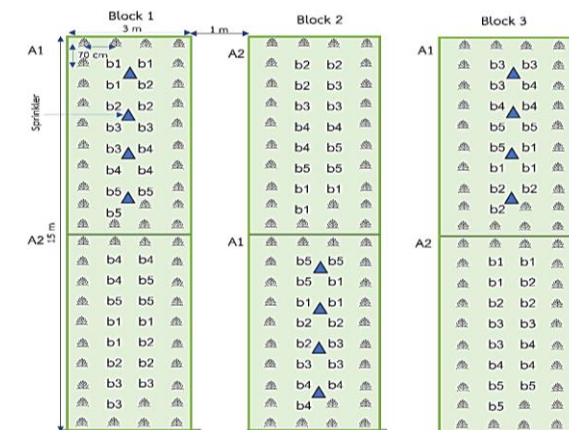


Figure 1 Layout of Split-plot in RCBD which main plot (A1: smart farm system with traps, A2: watering hose) and subplot (b1: control, b2: basil extract, b3: ripe chili extract, b4: Basil extract and black pepper extract and b5: Ripe chili fruit extract and black pepper extract) and ▲ = sprinkler

การติดตั้งระบบสมาร์ทฟาร์มในแปลงทดลองที่พัฒนาขึ้นโดยนักวิจัย มีการควบคุมด้วยชุดน้ำหยดรดน้ำอัตโนมัติ ร่วมกับหัวฉีดสเปรย์น้ำทำงานตามค่าความชื้นที่กำหนด สำหรับความชื้นในดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพริก คือ 60 เปอร์เซ็นต์

(Hanafi *et al.*, 2021) และค่าความชื้นในอากาศต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โดยติดตั้งบริเวณกลางแปลงจำนวน 1 ตัว เฉพาะส่วนแปลงที่กำหนดให้เป็นแปลงที่ใช้ระบบสมาร์ทฟาร์ม (Figure 2)

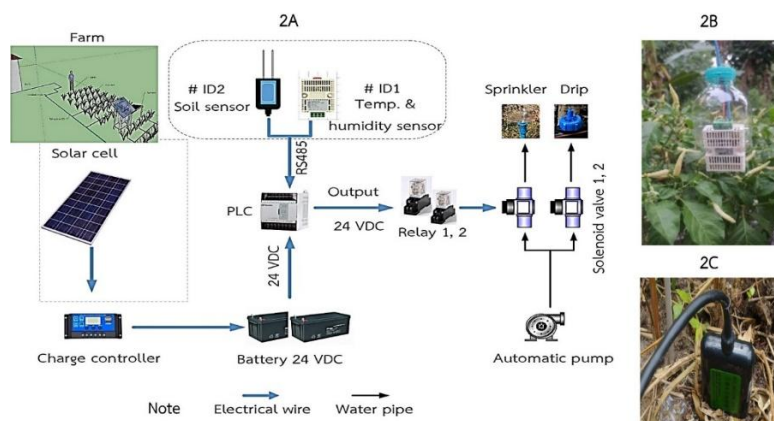


Figure 2 Smart farm system in chili plots using (2A) Control circuit (2B) Air humidity sensor and (2C) Soil moisture sensor

จาก Figure 2A วงจรการควบคุมระบบสมาร์ทฟาร์ม จะรับแหล่งจ่ายพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) ทำการชาร์จเข้าแบตเตอรี่ โดยแบตเตอรี่จะจ่ายไฟเลี้ยง 24 VDC ให้กับตัวควบคุมแบบโปรแกรมได้ (programmable logic

controller; PLC) ตัว PLC จะรับสัญญาณความชื้นในอากาศจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (Figure 2B) และรับสัญญาณความชื้นในดินจากเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Figure 2C)

เพื่อเข้ามาประมวลผลจากโปรแกรมที่เขียนไว้ในตัวควบคุม ซึ่งได้กำหนดเงื่อนไขไว้ดังนี้

1. เมื่อความชื้นในอากาศต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ตัว PLC ที่สั่งงานให้ตัวรีเลย์ (relay) ตัวที่ 1 ทำงาน ทำให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 ทำงานพร้อมกัน ซึ่งจะทำให้ปั้มน้ำอัตโนมัติ (automatic pump) ทำงาน ส่งผลให้มีน้ำฉีดพ่นออกจากสปริงเกอร์ (sprinkler) ไปจนกว่าความชื้นในอากาศถึงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ตัวควบคุมจะสั่งหยุดการทำงานและสปริงเกอร์จะหยุดการทำงานพร้อมกัน โดยกำหนดช่วงเวลาการทำงาน คือ เวลา 14.00-15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศร้อนแห้งสำหรับจุดติดตั้งสปริงเกอร์ในแปลงที่ใช้ระบบสมาร์ทฟาร์ม แสดงได้ดัง (Figure 1)

2. เมื่อความชื้นในดินต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ตัว PLC ที่สั่งงานให้ตัวรีเลย์ (relay) ตัวที่ 2 ทำงาน ทำให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 2 ทำงานพร้อมกัน ซึ่งจะทำให้ปั้มน้ำอัตโนมัติ (automatic pump) ทำงาน ส่งผลให้มีน้ำฉีดพ่นออกจากหัวน้ำหยด (drip) ไปจนกว่าความชื้นในดินถึงที่ระดับ 70 เปอร์เซ็นต์ ตัวควบคุมจะสั่งหยุดการทำงานและหัวน้ำหยดจะหยุดการทำงานพร้อมกัน กำหนดช่วงเวลาการทำงาน คือ เวลา 9.00-10.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่เกษตรกรให้น้ำพืชตามปกติ และเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการให้น้ำพืช โดยหัวน้ำหยดติดตั้งบริเวณโคนต้นพืชทุกต้นของแปลงที่ใช้ระบบสมาร์ทฟาร์ม

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงวันฟริกในสภาพแปลงทดลอง

สารสกัดจากพืชที่ใช้ในการทดลองจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ สารสกัดกะเพรา สารสกัดพริกไทยดำ และสารสกัดพริก สารแต่ละชนิดใช้น้ำกลั่นเป็นตัวสกัดตามกรรมวิธีของ Chatiyanon *et al.* (2014) ที่นำพืชแต่ละชนิดมาบดละเอียด เติมน้ำกลั่นให้ได้อัตราส่วน 1:10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ผสมให้เข้ากัน และทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง ปิดฝาภาชนะบรรจุเพื่อป้องกันการระเหย จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อเอากากออก จะได้สารสกัดจากพืชสำหรับนำไปใช้ทดสอบในกับดัก โดยหลังจากพริกเริ่มติดผล ให้พ่นสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดที่ปริมาตร 10 มิลลิลิตรบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5.5 เซนติเมตร ยกเว้นกรรมวิธีที่ผสมสารสกัดจากพืช 2 ชนิด ใช้สารชนิดละ 5 มิลลิลิตร จากนั้นติดตั้งกับดักบริเวณต้นพริก (Figure 3A) ในแปลงปลูกพริกของเกษตรกร เป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 6.00-18.00 น. ในวันและเวลาเดียวกัน ตรวจสอบแมลงวันฟริกที่เข้าทางรูด้านข้างของกับดัก ประเมินการดึงดูดและการตายของแมลงวันฟริกที่พบในกับดัก (Figure 3B-C) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชตามแผนการทดลอง โดยแต่ละกรรมวิธีทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ (ต้น)



Figure 3 Setting up traps (3A) to evaluate plant extracts as bio-attractant-baits against Solanum Fruit Fly in chili plots, (3B) Solanum Fruit Fly in traps and (3C) Solanum Fruit Fly (*Bactrocera latifrons*)

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล

การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของพริก กระทำโดยวัดความสูง และขนาดทรงพุ่มของต้นพริก (เซนติเมตร) เก็บข้อมูลการติดดอกของแมลงวันพริก เฉลี่ย (ตัวต่อกับดักต่อวัน) และตัวเต็มวัยที่ตายใน 1 วัน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การติดดอกและการตาย บันทึกผลผลิตของน้ำหนัสดพริกในพื้นที่ทดลอง และคำนวณเป็นผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Two-way ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Split plot in RCRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโตของต้นพริก

จากการรวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโตของพริก ด้านความสูง และทรงพุ่มของพริก พบว่า ระบบการให้น้ำทั้ง 2 ระบบ ให้ผลด้านความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นพริกที่ให้น้ำด้วยระบบสมาร์ฟาร์มมีความสูงเฉลี่ย 74.00 เซนติเมตร และต้นพริกที่ให้น้ำแบบแบบทั่วไป

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการผลิตพริกวิเคราะห์ตามวิธีการของ (Oppusunggu, 2020) ดังสมการ

$$BEQ = \frac{F}{P - VC}$$

โดยที่

- BEQ คือ จุดคุ้มทุน (กิโลกรัม)
F คือ ต้นทุนคงที่ (บาท)
P คือ ราคาขายต่อหน่วย (บาทต่อกิโลกรัม)
VC คือ ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย (บาทต่อกิโลกรัม)

มีความสูงของเฉลี่ย 71.63 เซนติเมตร เมื่อวัดขนาดทรงพุ่มของพริกที่ทำการทดลอง พบว่า ขนาดทรงพุ่มของต้นพริกที่ใช้ระบบสมาร์ฟาร์มเป็นระบบน้ำหยดให้ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 65.46 เซนติเมตร สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำแบบทั่วไปที่ให้ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 61.23 เซนติเมตร (Table 1)

Table 1 The average height and shrub size of Chili plants irrigated with smart farm systems and watering hose

Irrigation systems	Average height (cm)	Shrub size (cm)
Smart farm system	74.00 a	65.46 a
watering hose	71.63 b	61.23 b
F-test	**	**
C.V.	7.07%	14.23%

Remarks: **significant difference at probability level < 0.001

จากผลการทดลองพบว่า การให้น้ำในระบบที่แตกต่างกันมีผลต่อความสูงและทรงพุ่มของต้นพริก ความสูงและขนาดทรงพุ่มของต้นพริกที่ให้น้ำด้วยระบบสมาร์ฟาร์มมีค่ามากกว่าการให้น้ำ

ด้วยระบบทั่วไปของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 1) ซึ่งการให้น้ำพริกในระบบสมาร์ฟาร์มนับว่าเหมาะสมกับพื้นที่เกาะแก้วที่เป็นสภาพพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะระบบ

น้ำหยด ซึ่งสามารถประหยัดน้ำได้ (Singandhupe *et al.*, 2003; Maisiri and Senzanje, 2005) มีต้นทุนต่ำในการบริหารจัดการ โดยสามารถลงทุน

ผลของสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดต่อการควบคุมแมลงวันฟริก

จากการทดสอบการใช้สารสกัดจากพืชเป็นเหยื่อพิษเพื่อควบคุมแมลงวันฟริก โดยใช้สารสกัดจากพืชแต่ละชนิดในกับดักและติดตั้งในแปลงปลูกฟริกพบว่า ทุกกรรมวิธีสามารถดึงดูดแมลงวันฟริกได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 (ชุดควบคุม) ซึ่งเป็นกับดักใส่น้ำกลั่นที่ไม่พบแมลงวันฟริกในกับดัก (Figure 4) โดยการใช้สารสกัดกะเพราและสารสกัดพริกไทยดำ สามารถดึงดูดแมลงวันฟริกได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากพบแมลงวันฟริกเข้ามาในกับดักมากที่สุด (72.14 ตัวต่อกับดักต่อวัน) คิดเป็นอัตราการดึงดูด 32.87

ครั้งเดียวแต่ให้ผลในระยะยาว การติดตั้งไม่ยุ่งยากและใช้งานได้ตลอดอายุ สามารถควบคุมระบบเปิดปิดได้ ประหยัดค่าแรง ใช้ได้เกือบทุกชนิดพืช

เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การใช้สารสกัดกะเพรา (58 ตัวต่อกับดักต่อวัน) สารสกัดพริกสดและพริกไทยดำ (47.33 ตัวต่อกับดักต่อวัน) และสารสกัดพริกสุก (47.33 ตัวต่อกับดักต่อวัน) คิดเป็นอัตราการดึงดูด 26.43 21.57 และ 19.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการตายของแมลงวันฟริกในแต่ละกรรมวิธีพบว่า การใช้สารสกัดพริกสดร่วมกับพริกไทยดำให้อัตราการตายสูงสุด 71.84 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้สารสกัดกะเพราร่วมกับสารสกัดพริกไทยดำที่พบอัตราการตายเท่ากับ 68.85 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างทางสถิติกับการใช้สารสกัดกะเพรา (34.48 เปอร์เซ็นต์) หรือสารสกัดพริกสด (23.81 เปอร์เซ็นต์) เพียงอย่างเดียว

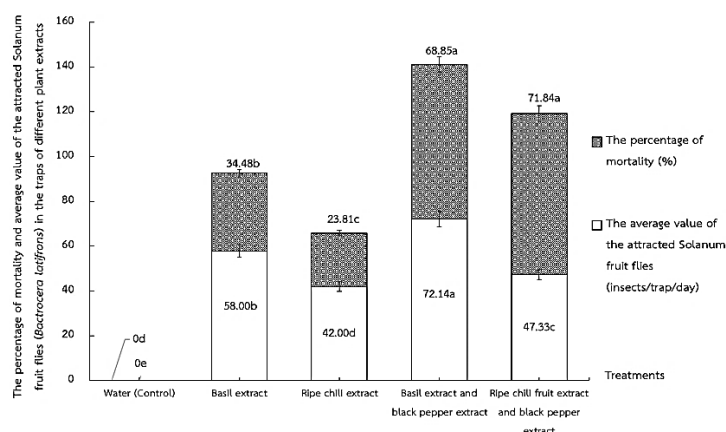


Figure 4 The percentage of mortality and average value of the attracted Solanum fruit flies (*Bactrocera latifrons*) in the traps of different plant extracts

จาก Figure 4 แสดงให้เห็นว่า การใช้สารสกัดจากพืชเป็นเหยื่อพิษสามารถล่อหรือดึงดูดแมลงวันฟริกให้เข้ามาในกับดักเพื่อรับเหยื่อพิษและกำจัดแมลงวันฟริกไม่ให้ทำลายผลผลิตฟริกได้นอกจากนี้การใช้สารสกัดจากพืชมากกว่า 1 ชนิดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดึงดูดและฤทธิ์ในการทำลายแมลงวันฟริกได้มากกว่าการใช้สารสกัดจาก

พืชเพียงชนิดเดียว เห็นได้ชัดจากการที่ใช้สารสกัดกะเพรา หรือสารสกัดพริกสดเพียงอย่างเดียว พบค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงวันฟริกและเปอร์เซ็นต์การตายที่น้อยกว่าการใช้สารสกัดพริกไทยดำร่วมด้วย ซึ่งเป็นไปได้ว่า สารสกัดจากพืชที่ใช้สามารถเสริมฤทธิ์กันในลักษณะของการเป็นสารล่อและสารฆ่าในสารสกัดกะเพรามีสารเมทิลยูจินอล (Tangpao *et al.*,

2021) ที่มีฤทธิ์เป็นสารล่อและฆ่าแมลงได้ (Chang *et al.*, 2009; Pandey *et al.*, 2014; Chowdhary *et al.*, 2018) ทำให้ใบกะเพราสามารถดึงดูดแมลงวันฟริกได้ดีทั้งเพศผู้และเพศเมีย เมื่อพิจารณาการตายของแมลงวันฟริกในกับดักพบว่า อัตราการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกับดักที่ใช้สารสกัดฟริกสดกับสารสกัดฟริกไทยดำ (71.84 เปอร์เซ็นต์) และกับดักที่ใช้สารสกัดกะเพรากับฟริกไทยดำ (68.85 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า แมลงวันฟริกใช้สารสกัดฟริกสดเป็นแหล่งอาหารเนื่องจากฟริกเป็นพืชอาศัยของแมลงวันฟริก จึงได้รับสารพิษจากสาร

ผลของการใช้ระบบสมาร์ฟาร์มร่วมกับสารสกัดจากพืชเป็นเหยื่อพิษควบคุมแมลงวันฟริกในการเพิ่มผลผลิตฟริก

จากผลการศึกษาพบว่า ระบบการให้น้ำมีปฏิสัมพันธ์กับการใช้เหยื่อพิษจากสารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงวันฟริก ปริมาณผลผลิตฟริกที่ให้น้ำในระบบสมาร์ฟาร์มร่วมกับกรรมวิธีที่ใช้สารสกัดฟริกสดและสารสกัดฟริกไทยดำให้ผลผลิตฟริกสูงสุดเฉลี่ย 2,740.33 กิโลกรัมต่อไร่ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตฟริกในระบบให้น้ำทั่วไปร่วมกับกรรมวิธีที่ใช้สารสกัดฟริกสดและสารสกัดฟริกไทยดำที่ให้ผลผลิตฟริกเฉลี่ย 2,415.00 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านระบบการให้น้ำต่อผลผลิตฟริกพบว่า ผลผลิตฟริกที่ให้น้ำในระบบสมาร์ฟาร์มมีค่าเฉลี่ย 2,571.14 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตฟริกในระบบให้น้ำด้วยสายยาง (2,298.47 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 2)

สำหรับปัจจัยของเหยื่อพิษจากสารสกัดจากพืชพบว่า ทุกกรรมวิธีมีผลต่อการควบคุมแมลงวันฟริกเข้าทำลายผลฟริกได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม โดยการใช้สารสกัดฟริกสดและสารสกัดฟริกไทยดำให้ผลผลิตฟริกสูงสุดเฉลี่ย 2,577.67 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ชุดควบคุมให้ผลผลิตฟริกเฉลี่ยเท่ากับ 2,313.83 กิโลกรัมต่อไร่ จากผลการศึกษาจึงเห็นได้ว่า ฟริกที่ให้น้ำด้วยระบบสมาร์ฟาร์มให้ผลผลิตที่สูงกว่าฟริกที่ให้น้ำด้วย

สกัดจากฟริกไทยดำมากกว่าส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงกว่า โดยฟริกไทยดำมีสาร Piperine ที่มีฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลง (Tavares *et al.*, 2011) ซึ่งหลังจาก 24 ชั่วโมง ที่ตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ได้รับสารสกัดฟริกไทยดำพบอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ (Ugwu *et al.*, 2021) การใช้สารสกัดจากพืชในกับดัก มุ่งเน้นในการป้องกันการเข้าทำลายของแมลงวันฟริกในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ซึ่งช่วยลดความเสียหายของผลฟริกได้ และหากใช้ร่วมกับวิธีการอื่นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้มากขึ้น

ระบบทั่วไป ซึ่งหากใช้ร่วมกับสารสกัดจากพืชจะส่งผลให้ได้ผลผลิตฟริกมากขึ้น และการให้น้ำที่เหมาะสมตามความต้องการน้ำของพืชส่งผลต่อการเจริญและการให้ผลผลิตของพืช กล่าวคือ พืชมีความต้องการปริมาณน้ำอย่างเพียงพอต่อเนื่อง ไม่มากเกินไปหรือเกิดน้ำท่วมขัง และไม่น้อยเกินไป ซึ่งการให้น้ำระบบสมาร์ฟาร์มที่ประกอบด้วย ระบบการให้น้ำแบบหยดร่วมกับแบบสปริงเกอร์สามารถควบคุมการให้น้ำอย่างค่อยเป็นค่อยไปอย่างต่อเนื่อง พืชสามารถนำไปใช้ได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตที่ดีได้ ซึ่งระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์สามารถช่วยประหยัดน้ำได้ 33 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มผลผลิตฟริกได้มากขึ้น 24 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ การให้น้ำแบบสปริงเกอยังช่วยลดอุณหภูมิในอากาศ และช่วยลดจำนวนเพลี้ยไฟลงได้ (Rajeshkanna *et al.*, 2015) และจากการทดสอบการสเปรย์น้ำให้กับต้นฟริกทุกวันเป็นเวลา 40 นาที และ 20 นาที พบว่า เพลี้ยไฟ *Aeolothrips* spp. ทั้งตัวเต็มวัยและตัวอ่อนมีปริมาณน้อยกว่าการไม่สเปรย์น้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Juhász *et al.*, 2022) ดังนั้นสปริงเกอร์จึงช่วยป้องกันการเข้าทำลายใบฟริกจากเพลี้ยไฟ ส่งผลให้ฟริกเจริญได้อย่างสมบูรณ์และให้ผลผลิตดี ทั้งนี้ปริมาณเพลี้ยไฟที่ลดลงจากสปริงเกอร์ในระบบสมาร์ฟาร์มสามารถเป็นประเด็นศึกษาเพิ่มเติมขยายผลได้ในอนาคต

Table 2 The Chili yield harvested from the application of a smart farm system and watering hose in combination with the use of various plant extracts as bio-attractant-baits against Solanum Fruit Fly (*Bactrocera latifrons*)

Lists	Chili yield (kg/rai)		
	Irrigation system (A)		Mean for each plant extract (B)
Plant extract (B)	Smart farm system	Watering hose	
Water (control)	2,454.67e	2,173.00i	2,313.83e
Basil extract	2,494.33d	2,252.33h	2,373.33d
Ripe chili fruit extract	2,561.67c	2,314.33g	2,438.00c
Basil extract and black pepper extract	2,606.00b	2,337.67g	2,471.83b
Ripe chili fruit extract and black pepper extract	2,740.33a	2,415.00f	2,577.67a
Mean for each Irrigation system (A)	2,571.14a	2,298.47b	
Grand mean = 2,434.93			
F-test A= *, F-test B= **, F-test A*B=**			

Remarks: **significant difference at probability level ($p \leq 0.001$), *significant difference at probability level ($p \leq 0.05$)

^{1/} Different letters indicate significant difference between treatments in the same environmental condition analyzed by DMRT ($p \leq 0.01$), C.V. (A) = 15.35%, C.V. (B) = 10.09%

ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

ผลการศึกษาในครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลต้นทุนและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ รวมทั้งสารสกัดจากพืชที่ใช้เป็นเหยื่อพิษ และค่าตอบแทนจากการจำหน่ายผลผลิต เปรียบเทียบระหว่างการให้น้ำด้วยระบบสมาร์ทฟาร์มกับระบบทั่วไปของเกษตรกร การใช้ระบบสมาร์ทฟาร์มมีต้นทุนคงที่ที่ประกอบด้วยแผงวงจรควบคุม แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบน้ำหยด และหัวสปริงเกอร์ คิดเป็นเงิน 10,897 บาทต่อไร่ ขณะที่ระบบรดน้ำทั่วไปมีต้นทุนคงที่เฉพาะอุปกรณ์รดน้ำทั่วไปอยู่ที่ 2,071 บาทต่อไร่ ซึ่งเป็นต้นทุนที่ต่างกันประมาณ 8,826 บาทต่อไร่ ขณะที่ต้นทุนผันแปรของทั้ง 2 ระบบ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น อยู่ที่ 16,123 บาทต่อไร่

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกพบว่า พริกที่เก็บเกี่ยวได้จากระบบสมาร์ทฟาร์มมีค่าเฉลี่ย 2,571.40 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าผลผลิตพริกจากระบบรดน้ำทั่วไป ที่ได้เท่ากับ 2,298.47 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณผลผลิตพริกที่สูงกว่า 272.93 กิโลกรัม

ต่อไร่ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาราคาพริกที่จำหน่ายปัจจุบันราคา 80 บาทต่อกิโลกรัม (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2566) พบว่า การปลูกพริกในระบบสมาร์ทฟาร์มให้กำไรสูงกว่าการปลูกพริกในระบบรดน้ำด้วยสายยางถึง 21,834.40 บาทต่อไร่ อีกทั้งระบบสมาร์ทฟาร์มยังเป็นการลงทุนเพียงครั้งเดียว ที่หากเกษตรกรปลูกพริกรอบถัดไปจะสามารถเก็บเกี่ยวผลกำไรได้มากขึ้น

อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาเห็นได้ว่าการปลูกพริกในระบบสมาร์ทฟาร์มที่ใช้สารสกัดจากพืชเป็นเหยื่อพิษ คือสารสกัดพริกสดกับสารสกัดพริกไทยดำให้ผลผลิตสูงสุดถึง 2,740.33 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นยังเป็นไปได้ว่าเกษตรกรมีโอกาสได้กำไรจากการปลูกพริกที่มากขึ้น ทั้งนี้ในกรณีที่ระบบสมาร์ทฟาร์มมีต้นทุนที่สูงกว่าระบบรดน้ำทั่วไปสามารถคำนวณจุดคุ้มทุนได้เท่ากับ 148.60 กิโลกรัม ทั้งนี้จากผลผลิตพริกที่ได้จากการศึกษาเห็นได้ชัดเจนว่าผลผลิตพริกที่ได้อยู่ในช่วง 2,454.67-2,740.33 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็น 16.52-18.44 เท่าของจุดคุ้มทุน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการประยุกต์ใช้ระบบสมาร์ฟฟาร์มร่วมกับการใช้กับดักสารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมแมลงวันฟริก พบว่า เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ ระบบสมาร์ฟฟาร์มเป็นระบบที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการดูแลแปลงปลูกฟริก ทำให้ฟริกเจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตที่ดี เป็นระบบที่ให้ความสะดวกกับเกษตรกรเป็นอย่างมาก ช่วยประหยัดน้ำในแปลงปลูกฟริก แต่ยังให้น้ำพืชได้อย่างพอเพียง ซึ่งเป็นสิ่งที่เกษตรกรคำนึงถึงเป็นหลัก และมักพิจารณาถึงผลการใช้ระยะยาว เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการทำเกษตร โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนที่เกษตรกรประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ แม้ต้นทุนเริ่มต้นในการผลิตอาจสูงกว่าระบบทั่วไปของเกษตรกร แต่เป็นการลงทุนที่ให้ผลระยะยาว เพราะระบบการให้น้ำดังกล่าวสามารถใช้ได้กับการปลูกฟริกหลายรุ่น ขึ้นอยู่กับการดูแลการใช้งานระบบ ดังนั้นเพื่อป้องกันการอุดตันของรูน้ำหยดเนื่องจากรูปล่อยน้ำมีขนาดเล็ก น้ำที่ใช้ในระบบสมาร์ฟฟาร์มควรมีตะกอนปนเปื้อนน้อย สำหรับการใช้กับดักสารสกัดจากพืชช่วยในการป้องกัน และควบคุมแมลงวันฟริก นอกจากเป็นวิธีที่มุ่งผลในการควบคุมแมลงวันฟริกอย่างตรงเป้า เพราะเป็นการล่อแมลงวันฟริกเข้ามาทำลาย เป็นวิธีที่ลดจำนวนประชากรแมลงที่เข้าทำลายผลฟริกได้ และเป็นวิธีการที่ปลอดภัย ต้นทุนต่ำเพราะใช้สารปริมาณน้อย ซึ่งหากใช้สารเคมีเกษตรกรอาจไม่ปลอดภัยต่อเกษตรกร ผู้บริโภค รวมทั้งเป็นมลพิษทางการเกษตร อย่างไรก็ตาม อาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความหลากหลายของการเลือกใช้สารสกัดจากพืชที่ออกฤทธิ์ในระยะไกล และระยะเวลานานในการล่อ และฆ่าแมลงวันฟริกให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งศึกษาฤทธิ์และความคงตัวของสารควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย และอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการวิจัย และขอบคุณเกษตรกรในพื้นที่ตำบลเกาะแก้วที่อำนวยความสะดวกที่ทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Boonchoo, N., W. Saetang, K. Tanruean, T. Napirun, and P. Poolprasert. 2020. Use of holy basil leaf and Marigold flower extracts as bio-attractant-baits for controlling the fruit fly in Mango orchard. YRU Journal of Science and Technology 4(1): 1-7. [in Thai]
- Chang, C.L., K.I. Cho and Q.X. Li. 2009. Insecticidal activity of basil oil, trans-anethole, estragole, and linalool to adult fruit flies of *Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis*, and *Bactrocera cucurbitae*. Journal of Economic Entomology 102(1): 203-209. Available: <https://doi.org/10.1603/029.102.0129>.
- Chatiyanon, B., C. Wongwattana, and S. Phornphisutthimas. 2014. The effect of aqueous extract from some plant leaves of Lamiaceae on seed germination and seedling growth of *Pennisetum setosum* L. Princess of Naradhiwas University Journal 6(3): 121-132. [in Thai]
- Chowdhary, K., A. Kumar, S. Sharma, R. Pathak and M. Jangir. 2018. *Ocimum* sp. Source of biorational pesticides. Industrial Crops and Products 122: 686-701. Available: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.068>.

- Hanafi, D., R. Mardiaty, T. Prabowo and C. Hidayat. 2021. Growth monitoring system and automatic watering for chili plants based on internet of things. Proceeding of the 7th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT). Bandung, Indonesia. pp. 1-4.
- Horticultural Research Institute. 2019. Chili cultivation. Available: https://shrturl.app/YE_Llg (May 20, 2023). [in Thai]
- Juhász, A.L., M. Szalai and A. Szénási. 2022. Assessing the impact of variety, irrigation, and plant distance on predatory and phytophagous insects in chili. *Horticulturae* 8(8): 741.
- Madato, T., W. Petlamul and K. Mahamad. 2022. Efficiency of smart farm system on enhancement of pepper production. *Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST)* 30(4): 53-65.
- Maisiri, N. and A. Senzanje. 2005. On farm evaluation of the effect of low cost drip irrigation on water and crop productivity compared to conventional surface irrigation system. *Physics and Chemistry of the Earth* 30: 783–791.
- Mohamed, E.S., A.A. Belal, S.K. Abd-Elmabod, M. A.El-Shirbeny, A. Gad and M.B. Zahran. 2021. Smart farming for improving agricultural management. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* 24(3): 971-981. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.08.007>.
- Nisar, M.S., M.A. Ismail, H. Ramzan, M.M. Maqbool, T. AHMAD, H.A. Ghramh, A. Khalofah, J. Kmet, M. Horvát and S. Farooq. 2021. The impact of different plant extracts on biological parameters of Housefly [*Musca domestica* (Diptera: Muscidae)]: Implications for management. *Saudi Journal of Biological Sciences* 28(7): 3880-3885. Available: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.03.070>.
- Oppusunggu, L.S. 2020. Importance of break event analysis for the micro, small and medium enterprises. *International Journal of Research- Granthaalayah* 8(6): 212-218.
- Pandey, A.K. P. Singh and N.N. Tripathi. 2014. Chemistry and bioactivities of essential oils of some *Ocimum* species: An overview. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 4(9): 682–694. Available: <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.2014C77>.
- Pesticide Alert Network. 2020. Comparison of pesticide residues in imported and domestically produced fruits and vegetables: Equally Concerning. Available: <https://thaipan.org/data/2333> (May 20, 2023). [in Thai]
- Phiriyaanon, N. 2017. Efficacy of plant extracts for controlling rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in organic rice. Master's Thesis in Organic Agriculture Management, Faculty of Science and Technology, Thammasat University. [in Thai]
- Rajeshkanna, S., T. Yogeswaran, D. Ahmed and A. Vakeesan. 2015. Control of thrips in chilli crop by sprinkler irrigation: *Scirtothrips dorsalis*. Factsheet for

- Farmers : 20157800210 Available: <https://doi.org/10.1079/pwkb.20157800210>.
- Ranganath, H.R., K.N.K. Kumar, S. Saroja and K.N. Chandrashekara. 2015. Sprinklers - a viable option for thrips management in chilli. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*. 21(1): 228-230
- RYT9. 2021. Exploring the green chili market in Songkhla province: Exporting to the Malaysian market generates an annual income of 40,600 baht per rai for farmers. Available: <https://www.ryt9.com/s/prg/3278281> (May 20, 2023). [in Thai]
- Samuel, M., S.V. Oliver, M. Coetzee and B.D. Brooke. 2016. The larvicidal effects of black pepper (*Piper nigrum* L.) and piperine against insecticide resistant and susceptible strains of *Anopheles malaria* vector mosquitoes. *Parasites and vectors* 9(1): 1-9. Available: <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1521-6>.
- Singandhupe, R.B., G.G.S.N. Rao, N.G. Patil and P.S. Brahmanand. 2003. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L.). *European Journal Agronomy* 19(2): 327-340. Available: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00077-1](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00077-1).
- Tangpao, T., P. Krutmuang, W. Kumpoun, P. Jantrawut, T. Pusadee, R. Cheewangkoon, S.R. Sommano and B. Chuttong. 2021. Encapsulation of basil essential oil by paste method and combined application with mechanical trap for oriental fruit fly control. *Insects* 12(7): 633. Available: <https://doi.org/10.3390/insects12070633>.
- Tavares, W.S., I. Cruz, F. Petacci, S.S. Freitas, J.E. Serrão and J.C. Zanuncio. 2011. Insecticide activity of piperine: toxicity to eggs of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and phytotoxicity on several vegetables. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(21): 5301-5306.
- Ugwu, J.A., O.Y. Alabi and O.J. Aluko. 2021. Insecticidal activity of crude extracts of three spices and commercial botanical pesticide on oriental fruit fly under laboratory conditions. *The Journal of Basic and Applied Zoology* 82(1): 26. Available: <https://doi.org/10.1186/s41936-021-00227-w>.
- Wanna, R. and M. Wongsawas. 2018. Efficacy of Three Herb Essential Oils Against Maize Weevil. *Khon Kaen Agriculture Journal* 46(1): 719-724. [in Thai]
- Wingsanoi, A. and N. Siri. 2011. Infestation of Chili Fruit Fly, *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) on Eight Chili Fruit Cultivars. *Khon Kaen Agriculture Journal* 39: 25-32. [in Thai]

การปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศให้สามารถออกดอกได้ตลอดปีเพื่อการผลิตในประเทศไทย

A Chrysanthemum Breeding for Year-round Production in Thailand

พรหมพร ทิวงศ์เวียง¹ เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี^{1*} ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร² และนฤมล เข้มกัลดเงิน³

Prompawon Tiwongwiang¹ Chalerm Sri Nontaswatsri^{1*} Pathipan Sutigoolabud² and Naruemon Khemkladngoen³

¹ สาขาพืชสวนประดับ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Division of Ornamental Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

² สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² Division of Soil Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

³ สาขาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

³ Division of Genetics, Faculty of Science, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: chalerm Sri@mju.ac.th

(Received: 4 August 2023; Revised: 26 September 2023; Accepted: 27 September 2023)

Abstract

A chrysanthemum breeding for year-round production in Thailand was conducted. In this study five chrysanthemum genotypes were used, including one genotype that could flowering in long day condition (PI), and four genotypes that could not flowering in long day condition (PS1, PS2, PS3, PS4). The reciprocal crosses between PI group and PS group were done. The result showed that the crosses between PI x PS2 showed the highest embryo regenerated percentage (46%) while the crosses between PS4 x PI showed the lowest embryo regenerated percentage (6%). The reciprocal crosses showed that the using PI as female parent gave higher embryo regenerated percentage than used as male parent. The investigation of flowering traits of offspring found that only sixty-one (61) genotypes from two hundred one (201) could flowering in long day condition in both on-season and off-season growing. The PS4 x PI showed the highest flowering percentage (66.7%) whereas the PS3 x PI showed the lowest flowering percentage (12.5%). From this study, nine offspring genotypes which could flowering in long-day condition with good performance in flower and plant characteristics for commercial purpose can be selected. In addition, three genotypes B1, B2 and E1 showed good performance earliest-flowering (70 day after transplanting)

Keywords: Chrysanthemum, reciprocal cross, long-day, flowering

บทคัดย่อ

ทำการปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศให้ได้สายพันธุ์ที่สามารถออกดอกเพื่อการผลิตได้ตลอดปีในประเทศไทย โดยงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกเบญจมาศทั้งหมด 5 สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์ที่สามารถออกดอกภายใต้สภาพวันยาว 1 สายพันธุ์ (PI) และสายพันธุ์ที่ไม่สามารถออกดอกภายใต้สภาพวันยาว 4 สายพันธุ์ (PS1, PS2, PS3,

PS4) เพื่อนำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการศึกษาความสามารถในการผสมจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ ทำการผสมแบบสลับพ่อแม่ (Reciprocal cross) พบว่า แต่ละคู่ผสมจะมีอัตราการงอกของเอ็มบริโอแตกต่างกัน โดยคู่ผสม PI x PS2 มีอัตราการงอกของเอ็มบริโอสูงสุด 46 เปอร์เซ็นต์ และคู่ผสม PS4 x PI มีอัตราการงอกของเอ็มบริโอต่ำสุด 6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการผสมสลับ พบว่า การใช้สายพันธุ์ PI เป็นแม่ มีการงอกของเอ็มบริโอสูงกว่าการใช้สายพันธุ์ PI เป็นพ่อ หลังจากนั้นทดสอบความสามารถในการสร้างและพัฒนาตาดอกทั้งการปลูกในฤดูและนอกฤดูของลูกผสมที่ได้ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่สามารถออกดอกภายใต้สภาพวันยาว พบว่า สายพันธุ์ลูกผสมที่สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกได้ในสภาพวันยาวมีจำนวน 61 สายพันธุ์ จากทั้งหมด 201 สายพันธุ์ โดยคู่ผสม PS4 x PI สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกมากที่สุด 66.7 เปอร์เซ็นต์ และคู่ผสม PS3 x PI สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกน้อยสุด 12.5 เปอร์เซ็นต์ จากการวิจัยนี้ได้คัดเลือกสายพันธุ์ลูกผสม 9 สายพันธุ์ ที่สามารถออกดอกภายใต้สภาพวันยาว และมีลักษณะที่ดีเหมาะสำหรับการนำไปผลิตเชิงการค้า นอกจากนี้ ยังพบว่า มี 3 สายพันธุ์ สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกได้เร็วสุด คือ สายพันธุ์ B1 B2 และ E1 (70 วัน หลังย้ายปลูก)

คำสำคัญ: เบญจมาศ การผสมแบบสลับ วันยาว การออกดอก

คำนำ

เบญจมาศ (*Chrysanthemum*) *Chrysanthemum morifolium* Ramat. จัดอยู่ในวงศ์ Asteraceae มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนและญี่ปุ่น ซึ่งสันนิษฐานว่ามีการปลูกมานานกว่า 2,000 ปี ในยุคแรกเริ่มเบญจมาศถูกนำมาใช้เป็นเครื่องหอม และปลูกเป็นไม้ประดับ ต่อมาได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องด้วยมีความหลากหลายทั้งรูปร่าง และสีของดอก (Rawdkhao, 2012)

เบญจมาศเป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในประเทศไทย ปัจจุบันการผลิตเบญจมาศภายในประเทศมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งคุณภาพไม่ตรงกับความต้องการของตลาด และขาดความหลากหลายทำให้มีมูลค่าการนำเข้าจากต่างประเทศมากกว่าการส่งออก (Sammayo and Adthalungrong, 2020) การที่จะผลิตเบญจมาศให้มีคุณภาพ และปริมาณให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดสามารถทำได้เฉพาะในฤดูหนาว เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เบญจมาศส่วนใหญ่เป็นพืชวันสั้น ซึ่งช่วงความยาววันมีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอก สามารถออกดอกเมื่อ

ได้รับช่วงความยาววันต่ำกว่าจุดวิกฤต โดยจุดวิกฤตของเบญจมาศ คือ ช่วงความยาววัน 12 ชั่วโมงต่อวัน (Zhang et al., 2018) การสร้างและพัฒนาของตาดอกถูกควบคุมโดยช่วงมืดอย่างต่อเนื่องร่วมกับอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยจะมีการสร้างตาดอก (bud initiate) เมื่อได้รับช่วงมืดติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ในทางตรงกันข้าม เมื่อได้รับช่วงมืดเป็นระยะเวลาสั้นจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ Nxumalo and Wahome (2010) ศึกษาเกี่ยวกับช่วงเวลาในการควบคุมช่วงมืดในเบญจมาศ โดยใช้พลาสติกดำพบว่า การคลุมในช่วงเวลากลางวัน (11.00 น. - 15.00 น.) มีผลทำให้ความสูงของลำต้น และพื้นที่ใบลดลง ส่วนการคลุมในช่วงเวลาเช้า (05.00 น. - 09.00 น.) มีผลทำให้ขนาดดอกใหญ่ และความยาวของก้านสูงที่สุด เนื่องจากการคลุมในช่วงเวลาเช้าทำให้เบญจมาศได้รับช่วงมืดอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ได้ผลผลิตที่ดีตามต้องการ Langton (1977) รายงานว่า การสร้างและพัฒนาตาดอกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับวันยาว โดยดอกที่เกิดเร็วจะพัฒนาไปจนถึงระยะออกดอก (anthesis) แม้ว่าหลังจากการสร้างตาดอกจะได้รับสภาพวันยาวก็ตาม

ด้วยเหตุนี้ การผลิตเบญจมาศนอกฤดูจึงต้องควบคุมความยาววันด้วยพลาสติกดำหรือผ้าดำ เพื่อให้ช่วงความยาววันที่เบญจมาศได้รับสั้นลง เนื่องจากช่วงความยาววันโดยเฉลี่ยของประเทศไทย (พ.ศ. 2561 - 2563) คือ 13.2 ชั่วโมงต่อวัน (Thai Astronomical Society, 2021) ซึ่งมีค่าเกินกว่าจุดวิกฤตของเบญจมาศ การสร้างและพัฒนาตาดอกภายใต้ช่วงความยาววันที่ไม่เหมาะสมของเบญจมาศจะทำให้เกิดความผิดปกติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ เมื่อเจริญไปได้ระยะหนึ่งช่วงความยาววันเริ่มสั้นลงตามธรรมชาติจะเกิดตาดอกขึ้นแต่ช่วงความยาววันยังไม่สั้นพอที่จะทำให้ดอกมีการพัฒนาต่อ จะทำให้เกิดตาดอกชนิดที่เรียกว่า crown bud ต่อมาเมื่อวันสั้นลงจนเหมาะสมอีกครั้งดอกจึงจะเริ่มพัฒนาต่อแต่จะเป็นดอกที่ไม่มีคุณภาพ และอาจมีลักษณะผิดปกติ (Krasaechai, 1992) ส่วนตาดอกอีกลักษณะหนึ่ง คือ bud break มีลักษณะเป็นตาดอกขนาดเล็กกลีบไม่มีการพัฒนาของกลีบดอกเกิดขึ้น เนื่องจากได้รับสภาพวันยาว ซึ่งการควบคุมความยาววันมีปัญหาที่ตามมาทั้งต้นทุนการผลิตสูงขึ้น รวมไปถึงการเกิดโรคและแมลง ดังนั้น การปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศให้สามารถออกดอกนอกฤดูได้ โดยไม่มีการตอบสนองต่อช่วงความยาววันหรือให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยจึงมีความสำคัญ และจะเป็นประโยชน์ต่อการผลิตเบญจมาศให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดโดยไม่มีปัญหาในเรื่องของต้นทุน และโรคแมลง การปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศได้มีการทำหลายวิธี โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยการฉายรังสีแกมมาเป็นวิธีการหนึ่งที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งมีการรายงานความสำเร็จหลายรายงาน Limsanguan *et al.* (2017) รายงานว่า การนำข้อในสภาพปลอดเชื้อของเบญจมาศไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน พบว่าปริมาณรังสีที่สูงขึ้นทำให้เบญจมาศตายมากขึ้น โดย

มีค่า LD₅₀ ประมาณ 26 เกรย์ เมื่อนำต้นที่รอดชีวิตออกปลูกในสภาพธรรมชาติต้นมีการเจริญเติบโตปกติและที่ได้รับปริมาณรังสีสูง ๆ บางต้นมีการกลายของสีดอก นอกจากนี้ Puripunyavanich *et al.* (2019) รายงานว่า การนำแคลลัสจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบของเบญจมาศไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ เมื่อปลูกจนถึงระยะดอกบานได้อย่างสมบูรณ์ พบว่า ดอกมีขนาดเล็กลง และมีสีที่เปลี่ยนแปลงไปจากต้นพันธุ์ แต่อย่างไรก็ตาม การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการฉายรังสีนี้เป็นวิธีที่ไม่สามารถกำหนดลักษณะการกลายพันธุ์ได้อีกวิธีที่สามารถใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศ คือ การผสมเกสร แต่เนื่องด้วยเบญจมาศมีความแตกต่างของระดับชุดโครโมโซมค่อนข้างสูง หรือมีพื้นฐานทางพันธุกรรมที่ซับซ้อน (Krasaechai, 1992) การได้เมล็ดที่สมบูรณ์จึงเป็นไปได้น้อย และใช้ระยะเวลานาน แต่มีการรายงานความสำเร็จในการผสมเกสรของเบญจมาศ โดย Zhang *et al.* (2018) และ Fukai *et al.* (1999) ได้ผสมเกสรระหว่างเบญจมาศสายพันธุ์ที่ออกดอกเร็วกับสายพันธุ์ที่ออกดอกช้า พบว่า ลูกผสมที่ได้สามารถออกดอกได้เร็วกว่าพ่อแม่ ดังที่กล่าวข้างต้นว่าการผสมเกสรของพืชที่มีความแตกต่างทางระดับพันธุกรรมมากมักพบปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาของเอ็มบริโอที่ไม่สามารถเจริญไปถึงระยะต้นอ่อนที่สมบูรณ์ ด้วยเหตุนี้ นักปรับปรุงพันธุ์จึงได้นำเทคนิคการช่วยชีวิตลูกผสม (embryo rescue) มาช่วยลดปัญหาการผสมเกสรของเบญจมาศ โดยในเบญจมาศจะต้องทำการช่วยชีวิตลูกผสมหลังจากผสมเกสรแล้วประมาณ 10 - 12 วัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เอ็มบริโอพัฒนาไปถึงระยะทรงกลม (globular) หากเอ็มบริโออยู่บนต้นนานอาจเกิดความผิดปกติได้ (Deng *et al.*, 2011)

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสายพันธุ์เบญจมาศที่สามารถสร้างตาดอกและมีการพัฒนาตาดอกได้ตลอดทั้งปี โดยจะทำการศึกษาความสามารถในการผสมและทดสอบความสามารถในการออกดอกของลูกผสมทั้งการปลูกในฤดูและนอกฤดู

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาความสามารถในการผสมจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอลูกผสม

ทำการผสมเกสรเบญจมาศ ทั้งหมด 5 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบความสามารถในการตอบสนองต่อช่วงความยาววัน และทำการจัดกลุ่ม ดังนี้ สายพันธุ์ที่สามารถออกดอกในสภาพวันยาว 1 สายพันธุ์ (PI) และสายพันธุ์ที่ไม่สามารถออกดอกในสภาพวันยาว 4 สายพันธุ์ (PS1 PS2 PS3 และ PS4) (Table 1, Figure 1) (Suranapornchai, 2022) โดยทำการ

ปลูกในโรงเรือนหลังคาพลาสติก ภายใต้ช่วงความยาววันธรรมชาติ ในช่วงเดือนตุลาคม 2563 - เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ผสมเกสรโดยใช้พู่กันแต่ละของเกสรเพศผู้จากต้นที่ต้องการใช้เป็นพ่อ บำยบนยอดเกสรเพศเมีย หลังจากนั้นคลุมดอกที่ทำการผสมแล้วด้วยถุงกระดาษ ในการผสมแต่ละคู่ จะต้องผสมซ้ำ อย่างน้อย 2 - 3 ครั้ง หลังจากผสมประมาณ 15 วัน ดอกที่ได้รับการผสมจะมีการพัฒนาของเอ็มบริโอในระยะ globular ซึ่งเป็นระยะที่สามารถนำมาช่วยชีวิตลูกผสม โดยใช้เทคนิคเพาะเลี้ยงเอ็มบริโอบนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติม 1 mg/L BA + 0.1 mg/L NAA + 1 mg/L GA หลังเพาะเลี้ยงประมาณ 1 สัปดาห์ เอ็มบริโอจะพัฒนาเป็นต้นอ่อนที่สามารถสังเกตเห็นใบเลี้ยงได้ จากนั้นเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์การออกของเอ็มบริโอ โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การออกของเอ็มบริโอ} = \frac{\text{จำนวนต้นอ่อนที่สมบูรณ์}}{\text{จำนวนเอ็มบริโอทั้งหมด}} \times 100$$

ในการผสมเกสรจะทำการผสมแบบผสมตรงและแบบผสมสลับ (reciprocal cross) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ใช้คู่ผสมเป็นสิ่งทดลอง (treatment) มีทั้งหมด 8 คู่ผสม ในแต่ละสิ่งทดลอง มี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) version 29

ความสามารถในการสร้างและพัฒนาตาดอกของลูกผสมในการปลูกในฤดูและนอกฤดูภายใต้สภาพวันยาว (ช่วงแสง 13 ชั่วโมงต่อวัน)

เมื่อได้ต้นลูกผสมที่มีรากสมบูรณ์จึงนำมาทำการตรวจสอบความสามารถในการออกดอก

ภายใต้สภาพวันยาว โดยปักชำยอด จำนวน 3 ยอด ในวัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ทราย และแกลบดำ อัตราส่วน 1:1 ในโรงเรือนพลาสติก ภายใต้ช่วงความยาววัน 24 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงเวลา 08.00 - 17.00 น. ได้รับแสงธรรมชาติ และ ช่วงเวลา 17.00 - 08.00 น. ได้รับแสงเทียมจากหลอดไฟ LED) เมื่อกิ่งชำพัฒนาจนมีใบประมาณ 4 - 5 ใบ ย้ายปลูกในกระถาง 8 นิ้ว โดยมีวัสดุปลูกเป็นดิน แกลบดิบ และแกลบดำ อัตราส่วน 1:2:1 ภายใต้ช่วงความยาววัน 24 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้แสง 13 ชั่วโมงต่อวัน (ช่วงเวลา 08.00 - 17.00 น. ได้รับแสงธรรมชาติ และ ช่วงเวลา 17.00 - 21.00 น. ได้รับแสงเทียมจากหลอดไฟ LED) โดยทำการปลูกทดสอบ 2 ฤดูกาล ได้แก่ ในฤดูปลูก คือ ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2564 - มีนาคม 2565 ซึ่งมีช่วงความยาววัน 11 - 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยมีอุณหภูมิ

ตอนกลางวันในช่วง 27.6 - 36.5 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืนในช่วง 17.2 - 24.6 องศาเซลเซียส และนอกฤดูปลูก คือ ช่วงเดือนพฤษภาคม - กันยายน 2565 มีช่วงความยาววัน 12 - 13.5 ชั่วโมง ต่อวัน โดยมีอุณหภูมิตอนกลางวันในช่วง 28.7 - 26.1 องศาเซลเซียส และตอนกลางคืนในช่วง 24.4 - 26.1 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์สายพันธุ์ลูกผสมในแต่ละคู่ผสมที่สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกในสภาพวันยาวในการปลูกในฤดูและนอกฤดู จำนวนวันที่เริ่มสร้าง

ตาดอก จำนวนวันที่ตาดอกพัฒนา และคัดเลือกต้นที่สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกในสภาพวันยาว และลักษณะที่เหมาะสมในการผลิตเชิงการค้า เช่น มีสีสันแปลกใหม่ ลักษณะรูปทรงดอกสวยงาม และใช้ระยะเวลาในการสร้างและพัฒนาตาดอกไม่นาน

คำนวณเปอร์เซ็นต์สายพันธุ์ลูกผสมในแต่ละคู่ผสมที่สามารถสร้างตาดอกและมีการพัฒนาในสภาพวันยาว จากสูตร

$$= \frac{\text{จำนวนสายพันธุ์ลูกผสมที่สามารถสร้างตาดอกและมีการพัฒนาในสภาพวันยาว}}{\text{จำนวนสายพันธุ์ลูกผสมทั้งหมดในแต่ละคู่ผสม}} \times 100$$

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) ใช้คู่ผสมเป็นสิ่งทดลอง (treatment) มีทั้งหมด 8 คู่ผสม ในแต่ละสิ่งทดลอง มี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก เปรียบเทียบ

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) version 29

Table 1 Flower characteristics and number of days from transplanting to flowering of chrysanthemums

Genotype	Flower characteristics		Number of days from transplanting to flowering (days)			
			On-season		Off-season	
	Flower characteristics	Color	Flower bud	Flower blooming	Flower bud	Flower blooming
PI	Decorative type	Yellow	36.19	81.69	23.10	77.77
PS1	Anemone type	Yellow	47.25	119.00	-	-
PS2	Single type	Red	33.11	102.20	30.31	-
PS3	Single type	Red with yellow tip	35.00	-	28.91	-
PS4	Decorative type	Pink	24.50	-	35.00	-

Remarks: PI=genotype that could flowering in long day condition, PS=genotype that could not flowering in long day condition

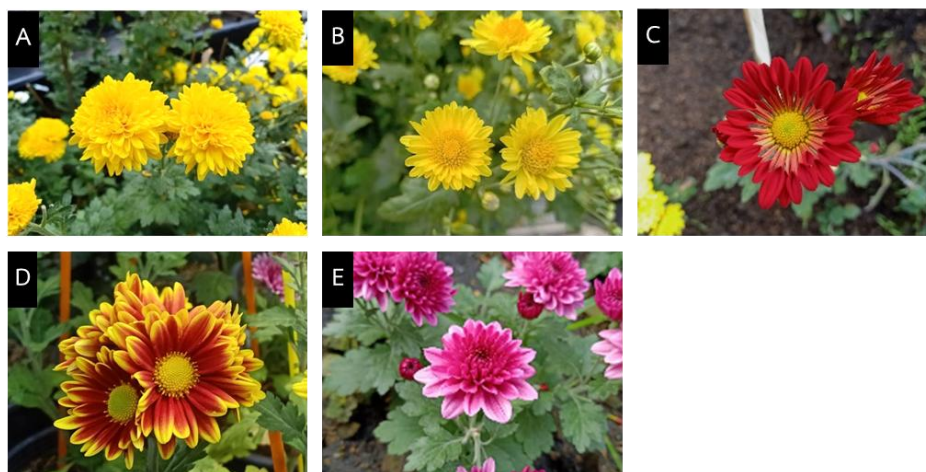


Figure 1 Flower characteristics of parents used in this experiment: (A) PI, (B) PS1, (C) PS2, (D) PS3, (E) PS4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาความสามารถในการผสมจากการช่วยชีวิตลูกผสม

จากการผสมเกสร พบว่า หลังจากการผสมเกสรเบญจมาศสายพันธุ์ที่ไม่สามารถออกดอกในสภาพวันยาว (PS) และสายพันธุ์ที่สามารถออกดอกในสภาพวันยาว (PI) เมล็ดจะถึงระยะสุกแก่ใช้เวลาประมาณ 50-60 วัน แต่ส่วนใหญ่เมล็ดมีลักษณะลีบสีน้ำตาลเข้ม เมื่อผ่าดูด้านในเมล็ดเอ็มบริโอจะไม่มีการพัฒนา ด้วยเหตุนี้ จึงได้นำเทคนิคการช่วยชีวิตลูกผสม เข้ามาช่วยเพื่อให้ได้ต้นลูกผสมที่สมบูรณ์ โดยนำอวูล์ที่ได้รับการผสมเกสรเป็นเวลา 15 วัน มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หลังจากนั้น 7 - 10 วัน เอ็มบริโอมีการพัฒนาต่อและเป็นต้นอ่อนที่สมบูรณ์ ซึ่งเปอร์เซ็นต์การงอกของเอ็มบริโอสามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการผสม โดยหากมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงจะแสดงถึงการผสมติดที่สูงด้วยเช่นกัน ในแต่ละคู่ผสมมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเอ็มบริโอแตกต่างกันทางสถิติอย่างมี

นัยสำคัญ โดยคู่ผสม PI x PS2 มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเอ็มบริโอสูงสุด 46 เปอร์เซ็นต์ และคู่ผสม PS4 x PI มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเอ็มบริโอน้อยสุด 6 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) เมื่อพิจารณาการผสมกลับพ่อแม่ พบว่า การใช้สายพันธุ์ PI เป็นพ่อ จะมีการงอกน้อยกว่าเมื่อใช้สายพันธุ์ PI เป็นแม่ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการผสมเกสรลักษณะดอกของ PI มีลักษณะเป็นกลีบแบบซ้อน (decorative type) จะมีกลีบดอกชั้นใน (disc floret) ซึ่งเป็นดอกสมบูรณ์เพศจำนวนน้อย จึงทำให้มีจำนวนละอองเกสรที่จะนำมาผสมน้อยตามไปด้วย นอกจากนี้ Maneephong and Jompuk (1996) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์การผสมติดที่ต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับแต่ละสายพันธุ์ที่ใช้เป็นคู่ผสม ซึ่งเกิดขึ้นจากความสามารถในการงอกของหลอดละอองเกสรบนยอดเกสรเพศเมีย และการเจริญไปจนถึงรังไข่ที่ต่างกัน จึงทำให้แต่ละคู่ผสมมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเอ็มบริโอที่ต่างกัน

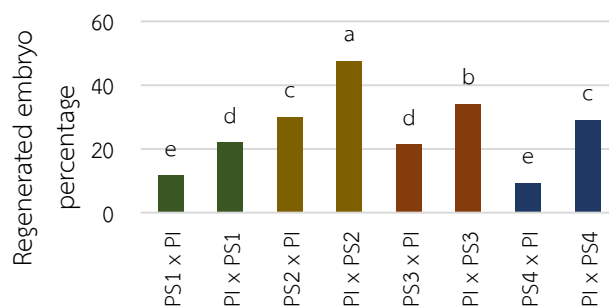


Figure 2 Regenerated embryo percentage of direct and reciprocal crosses between PI and PS groups. Different letters indicate differences of percentage at $p \leq 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ความสามารถในการสร้างและพัฒนาตาดอกของลูกผสมในการปลูกในฤดูและนอกฤดูภายใต้สภาพวันยาว (ช่วงแสง 13 ชั่วโมงต่อวัน)

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์สายพันธุ์ลูกผสมในแต่ละคู่ผสมที่สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกในสภาพวันยาว เปรียบเทียบระหว่างการปลูกในฤดูและนอกฤดู พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสร้างและพัฒนาตาดอกแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกในฤดูมีเปอร์เซ็นต์สายพันธุ์ลูกผสมที่สร้างและพัฒนาตาดอกในสภาพวันยาวมากกว่า ซึ่งอยู่ในช่วง 45.4 - 93.1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การปลูนอกฤดูมีเปอร์เซ็นต์สายพันธุ์ลูกผสมที่สร้างและพัฒนาตาดอก อยู่ในช่วง 12.5 - 66.7 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ อาจเป็นผลจากการที่อุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาตาดอกของเบญจมาศ Nozaki and Fukai (2008) รายงานว่า การพัฒนาตาดอกของเบญจมาศสายพันธุ์ *C. morifolium* cv. Sei-Monako และ *C. morifolium* cv. Sei-Maria ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สามารถพัฒนาเป็นดอกที่สมบูรณ์ได้เร็ว โดยใช้เวลา 25 วัน ในขณะที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 30 วัน Rawdkhao (2012) รายงานว่า อุณหภูมิตอนกลางวันจะมีผลต่อการพัฒนาทางลำต้น และอุณหภูมิตอนกลางคืนมีผลต่อการพัฒนาตาดอก โดยหากอุณหภูมิตอนกลางคืน

สูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ในช่วงที่มีการพัฒนาของดอก จะส่งผลต่อการยับยั้งการสร้างและพัฒนาตาดอก ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ การปลูกในฤดูและนอกฤดูมีอุณหภูมิกลางวันอยู่ในช่วง 17.2 - 24.6 และ 24.4 - 26.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้เปอร์เซ็นต์การสร้างและพัฒนาตาดอกของการปลูกในฤดูมีมากกว่าการปลูนอกฤดู นอกจากนี้ การปลูกในฤดูแต่ละคู่ผสมมีการสร้างและพัฒนาตาดอกใกล้เคียงกัน มีเพียงคู่ผสม PS1 x PI ที่การสร้างและพัฒนาตาดอกต่ำกว่าคู่ผสมอื่น ในขณะที่การปลูนอกฤดูการสร้างและพัฒนาตาดอกของแต่ละคู่ผสมมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งคู่ผสมที่ใช้ PI เป็นแม่ ส่วนใหญ่จะมีเปอร์เซ็นต์การสร้างและพัฒนาตาดอกที่สูงกว่าการใช้เป็นพ่อ อย่างไรก็ตามสังเกตได้ว่าลูกผสมจาก PS1 x PI และ PI x PS1 มีเปอร์เซ็นต์การสร้างและพัฒนาตาดอกต่ำกว่าคู่ผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งการปลูกในฤดูและนอกฤดู (Figure 3) อาจเกิดจากการสร้างและพัฒนาตาดอกของสายพันธุ์ PS1 ที่การปลูกในฤดูเกิดช้ากว่าสายพันธุ์อื่นและนอกฤดูปลูกไม่สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกได้ (Table 1) และลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูก จึงทำให้ลูกผสมจาก PS1 มีเปอร์เซ็นต์การสร้างและพัฒนาตาดอกต่ำกว่าคู่ผสมอื่น



Figure 3 Flowering ability of offspring under long-day conditions in on-season and off-season growing. Different letters indicate differences of percentage at $p \leq 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

การคัดเลือกสายพันธุ์ลูกผสมจะคัดเลือกเฉพาะสายพันธุ์ที่สร้างและพัฒนาตาดอกภายใต้สภาพวันยาว (นอกฤดูปลูก) เป็นหลัก เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่สามารถผลิตได้ในการปลูกนอกฤดู พบว่าสายพันธุ์ลูกผสมที่สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกได้มีจำนวน 61 สายพันธุ์ จากทั้งหมด 201 สายพันธุ์ (Table 2) โดยมี 28 สายพันธุ์ ที่ดอกบานได้สมบูรณ์ ไม่มีลักษณะผิดปกติ (Figure 4) จึงคัดเลือกลักษณะเบื้องต้นที่มีความเหมาะสมในการผลิตเชิงการค้า เช่น มีสีส้มแปลกใหม่ ลักษณะรูปทรงดอกสวยงาม และใช้ระยะเวลาในการสร้างและพัฒนาตาดอกไม่นาน ซึ่งการผลิตเบญจมาศในประเทศไทยส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมปลูกดอกสีขาว เหลือง แดง และชมพู (Sammayo and Adthalungrong, 2020) งานวิจัยนี้จึงคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีสีส้มแตกต่างไปจากเดิม เช่น สีส้ม และชมพูเข้ม ประกอบกับการมี

ลักษณะรูปทรงดอกที่สวยงาม ซึ่งมีจำนวน 9 สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์ A1 A2 A3 B1 B2 C1 C2 D1 และ E1 (Figure 5) โดยทุกสายพันธุ์มีกลีบดอกแบบ decorative type ยกเว้น A2, A3 และ B1 ที่กลีบดอกมีความกึ่งกลางระหว่าง decorative type และ single type ในสายพันธุ์ B2 C2 และ D1 ลักษณะสีของกลีบดอกแตกต่างจากสายพันธุ์อื่น โคนกลีบมีสีส้มแดงและปลายกลีบสีเหลือง ทั้งนี้เบญจมาศที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่มีชุดโครโมโซมเป็นแบบ hexaploid การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจึงไม่เป็นไปตามกฎของเมนเดล ทำให้ไม่สามารถคาดเดาลักษณะที่จะปรากฏในรุ่นลูกได้ (Krasaechai, 1992) ดังเช่น ในคู่ผสม PI x PS4 เป็นการผสมระหว่างดอกสีเหลืองกับชมพูซึ่งลูกผสมที่ได้มีการกระจายตัวของสีต่าง ๆ โดยมีสีส้ม ชมพูเข้ม ชมพูอ่อน และขาว

Table 2 Number of hybrids that can flower under long-day conditions

Hybrids	Number (plants)
PI x PS1	5
PI x PS2	17
PS2 x PI	9
PI x PS3	12
PS3 x PI	4
PI x PS4	10
PS4 x PI	4
Total	61



Figure 4 Flower characteristics of hybrids that can complete flowering under long-day conditions: PlxPS2 (A-G), PS2xPI (H-J), PlxPS3 (K-N), PS3xPI (O-P), PlxPS4 (Q-X), PS4xPI (Y), PlxPS1 (Z-b). Bar = 1 cm



Figure 5 The selected hybrids with good comprehensive flower characteristics for commercial production: PlxPS2 (A), PS2xPI (B), PlxPS3 (C), PS3xPI (D), PlxPS4 (E). Bar = 1 cm

เมื่อศึกษาจำนวนวันในการสร้างและพัฒนา
 าดอกของสายพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือก ทั้ง 9 สายพันธุ์
 พบว่า แต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ B1 B2 และ E1
 จะสร้างและพัฒนาตาดอกได้เร็วสุด 70 วัน
 หลังย้ายปลูก ในขณะที่ สายพันธุ์ A3 และ C2 จะ
 สร้างและพัฒนาตาดอกช้าสุด 91 วัน หลังย้ายปลูก
 (Figure 6) ซึ่งโดยทั่วไปเบญจมาศจะใช้จำนวนวัน

ในสร้างและพัฒนาตาดอก 90 - 150 วัน แตกต่างกัน
 ตามแต่ละสายพันธุ์ จะเห็นได้ว่าสายพันธุ์ที่คัดเลือก
 มีรูปร่างลักษณะดอกที่ดีและสีสวยงาม
 ประกอบกับใช้ระยะเวลาไม่นานในการปลูกจนถึง
 ดอกบานแม้จะปลูกลงนอกฤดูก็ตาม ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ดี
 ที่จะสามารถใช้สายพันธุ์เหล่านี้เพื่อผลิตเชิงการค้า
 ทั้งในฤดูและนอกฤดูต่อไป



Figure 6 Number of days from transplanting to flower bud appear and flower blooming under long-day conditions (days): PI (parent); A1, A2, and A3 offspring of PIxPS2; B1 and B2 offspring of PS2xPI; C1 and C2 offspring of PIxPS3; D1 offspring of PS3xPI; E1 offspring of PIxPS

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความสามารถในการผสมจากการช่วยชีวิตเอ็มบริโอลูกผสมของเบญจมาศ คู่ผสม PI x PS2 มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเอ็มบริโอ สูงสุด 46 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างและพัฒนาตาดอกของลูกผสมในฤดูและนอกฤดูปลูก พบว่า ในฤดูปลูกลูกผสมมีเปอร์เซ็นต์การสร้างและพัฒนาตาดอกมากกว่านอกฤดูปลูก เนื่องจากมีอุณหภูมิที่เหมาะสมกว่า ในการทดสอบนอกฤดู พบว่า มีลูกผสมที่สามารถสร้างและพัฒนาตาดอกได้ 61 สายพันธุ์ จาก 201 สายพันธุ์ คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีรูปร่างลักษณะดอกที่ดีและสีสวยงามได้ 9 สายพันธุ์ และทดสอบจำนวนวันในการสร้างและพัฒนาตาดอก พบว่า ใช้ระยะเวลา 70 - 91 วัน โดยสายพันธุ์ B1 B2 และ E1 สร้างและพัฒนาตาดอกได้เร็วสุด 70 วัน หลังย้ายปลูกซึ่งเหมาะสมกับการผลิตเชิงการค้าทั้งในฤดูและนอกฤดูเพื่อลดต้นทุนการผลิต และปัญหาเกี่ยวกับโรคแมลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ทู่นักศึกษาเรียนดีจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Deng, Y., S. Chen, F. Chen, X. Cheng and F. Zhang. 2011. The embryo rescue derived intergeneric hybrid between chrysanthemum and *Ajania przewalskii* shows enhanced cold tolerance. Plant Cell Reports 30: 2177-2186. Available: <https://doi.org/10.1007/s00299-011-1123-x>.
- Fukai, S., T. Nagira and M. Goi. 1999. Characteristics of F1 progenies between Chrysanthemum and some Dendrathera species. In IV International Symposium on New Floricultural Crops 541: 373-378. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.541.59>.
- Krasaechai, A. 1992. Chrysanthemum. Odean Store Publishing, Bangkok. [in Thai]

- Langton, F.A. 1977. The Responses of early-flowering Chrysanthemums to daylength. *Scientia Horticulturae* 7(3): 277-289. Available: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(77\)90024-3](https://doi.org/10.1016/0304-4238(77)90024-3).
- Limsanguan, P., S. Chanpreme, I. Ungvichian, P. Srinamngurn, and S. Chanpreme. 2017. Gamma ray induced mutation in Chrysanthemum and detection of DNA polymorphism by AFLP. *Agricultural Science Journal*, 48(3): 334-345. [in Thai]
- Maneepong, C. and C. Jompuk. 1996. Technique for wide cross between cultivated rice (*Oryza sativa*) and wild rice (*O. montua*). *Kasetsart Journal (Natural Science)* 30(1): 1-7. [in Thai]
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum* 15(3): 473-497. Available: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Nozaki, K. and S. Fukai. 2008. Effects of high temperature on floral development and flowering in spray chrysanthemum. *Journal of Applied Horticulture* 10(1): 8-14. Available: <https://doi.org/10.37855/jah.2008.v10i01.02>.
- Nxumalo, S.S. and P.K. Wahome. 2010. Effects of application of short-days at different periods of the day on growth and flowering in chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum*). *Journal of Agriculture & Social Sciences* 6(2): 39-42.
- Puripunyavanich, V., A. Piriaphattarakit, N. Chanchula and T. Taychasinpitak. 2019. Mutation induction of in vitro Chrysanthemum by gamma irradiation. *Chiang Mai Journal of Sciences* 46(3): 609-617.
- Rawdkhao, T. 2012. Technology for the production of chrysanthemum cut flowers and potted plants. Research and Academic Promotion Institute, Maejo University, Chiang Mai. [in Thai]
- Sammayo, S. and A. Adthlungrong. 2020. The situation of chrysanthemum production. Available: <https://shorturl.asia/H0lc5> (Accessed March 13, 2023). [in Thai]
- Suranapornchai, S. 2022. Study on the influence of photoperiod length on flower bud induction and development, pollination ability, and embryo rescue in chrysanthemum. Master's Thesis in Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]
- Thai Astronomical Society. 2021. Sunrise and sunset times. Available: <https://thaiastro.nectec.or.th/skyevent/sunmoon/2021/chiangmai.html> [in Thai]
- Zhang, M., H. Huang, Q. Wang and S. Dai. 2018. Cross breeding new cultivars of early-flowering multiflora chrysanthemum based on mathematical analysis. *HortScience* 53(4): 421-426. Available: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12769-17>.

ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ Factors Affecting Rice Seed Production of Members of the Community Rice Center Group in Hang Dong District, Chiang Mai

ภัทรมน มหุวรรณ ปิยะ พลະปัญญา* นครเศ รังควัด และพหล ศักดิคะทัสน์

Pattaramon Mahuwan, Piya Palapanya*, Nakarate Rungkawat and Phahol Sakkatat

สาขาส่งเสริมการเกษตรและการพัฒนาชนบท คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Division of Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai,
Chiang Mai 50290

* Corresponding author : piya_p@mju.ac.th

(Received: 5 September 2023; Revised: 12 October 2023; Accepted: 11 October 2023)

Abstract

This research aimed to: 1) Study the basic personal, economic, and social characteristics of members of the community rice center group. 2) Examine the level of knowledge and practices of community rice center group members in rice seed production. 3) Investigate the factors affecting the practices in rice seed production of community rice center group members. 4) Explore the problems, obstacles, and recommendations in rice seed production of community rice center group members. The sample consisted of community rice center group members in Hang Dong district, Chiang Mai province, obtained by random sampling totaling 190 individuals. Data were collected using a questionnaire with a 95% reliability level. The statistics used for data analysis were descriptive statistics and inferential statistics, which included selective regression analysis. The duration of the research was in the year 2023.

The study found that most members of the community rice center group were male, with an average age of 66.30 years, married, and had completed primary education. The average number of members in a household was 3, with an average of 2 persons working on rice seed production. The average income from rice seed production was 41,047 Baht per year, with other incomes averaging 33,016 Baht per year. The average land area for rice seed production was 6.97 acres. On average, members received information 2.8 times per month, attended training once a month, and had been members of the community rice center for 9 years. The average level of knowledge on rice seed production was found to be low, while the average practice of rice seed production following the rice seed production process of the community rice center group members was at a moderate level. There were three variables affecting the rice seed production of community rice center group members, namely income from rice seed production, area for rice seed production, and knowledge in rice seed production, which were significantly correlated at the 0.01 and 0.05 level, accounting for 18.8% of the

variation in the dependent variable. The problems encountered were insufficient water systems, issues with harvesting and reducing moisture in rice seeds. Community rice center members suggested that responsible agencies should plan the allocation of irrigation water to meet the needs of cultivation, and support various agricultural equipment, especially for reducing the moisture content of rice seeds.

Keywords: Rice seeds, community rice center, rice seed production, practice

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน 2) ศึกษาระดับความรู้และการปฏิบัติของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว 3) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน 4) เพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มตัวอย่าง คือ สมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 190 ราย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติพรรณนา และสถิติอนุมาน คือ การวิเคราะห์พหุคูณแบบคัดเลือกเข้า ระยะเวลาในการวิจัยปี พ.ศ. 2566

ผลการศึกษาพบว่าสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 66.30 ปี มีสถานภาพสมรสจบการศึกษาในระดับประถมศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน แรงงานในการผลิตเมล็ดพันธุ์ครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน รายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 41,047 บาทต่อปี ซึ่งเป็นรายได้อื่น ๆ 33,016 บาทต่อปี มีพื้นที่สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 6.97 ไร่ การรับรู้ข่าวสารเฉลี่ย 2.8 ครั้งต่อเดือน การเข้าฝึกอบรมเฉลี่ย 1 ครั้งต่อเดือน และระยะเวลาการเป็นสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชนเฉลี่ย 9 ปี มีค่าเฉลี่ยระดับความรู้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวส่วนใหญ่อยู่ในระดับน้อย ค่าเฉลี่ยการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง โดยปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน มีจำนวนทั้งหมด 3 ตัวแปร ได้แก่ รายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว พื้นที่การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว และความรู้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05 มีความแปรผันของตัวแปรตามร้อยละ 18.8 ปัญหาที่พบคือเรื่องระบบน้ำที่มีไม่เพียงพอ ปัญหาการเก็บเกี่ยวและลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชนมีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานที่รับผิดชอบได้มีการวางแผนการจ่ายน้ำคลองชลประทานให้เป็นระบบเพียงพอต่อความต้องการในการเพาะปลูก รวมทั้งสนับสนุนอุปกรณ์ทางการเกษตรในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าว

คำสำคัญ: เมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ข้าวชุมชน การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว การปฏิบัติ

คำนำ

ข้าวเป็นธัญพืช ที่พบมากในทวีปเอเชีย ซึ่งประชากรโลกบริโภคเป็นอาหารสำคัญ ประเทศไทยข้าวเป็นพืชอาหารหลักและการทำนาเป็นอาชีพหลักที่สำคัญของเกษตรกรไทย ประเทศไทยมีพื้นที่ ปลูกข้าว ในปี พ.ศ. 2564/2565

ประมาณ 68.54 ล้านไร่ (แบ่งเป็นนาปี 61.19 ล้านไร่ นาปรัง 7.32 ล้านไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 46.40 ของพื้นที่การเกษตร มีเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจำนวน 4.16 ล้านครัวเรือน คิดเป็น ร้อยละ 65 ของเกษตรกรทั่วประเทศ (Office of Agricultural Economics, 2021)

ปัญหาสำคัญที่พบและเป็นปัญหาเร่งด่วน เพราะมีผลโดยตรงต่อปริมาณและคุณภาพข้าวไทย คือ ขาวนาขาดแคลนเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี แม้ว่าจะมี ชนิดพันธุ์ที่ดีใช้แล้วก็ตามเพราะชาวนามักใช้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้เองต่อเนื่องกันหลายปี ทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่บริสุทธิ์เนื่องจากชาวนาไม่ทราบวิธีการคัดเลือก และเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ถูกต้องวิธี ในปัจจุบันการผลิตเมล็ดพันธุ์โดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว 23 ศูนย์ ของ กรมการข้าว สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ประมาณ 80,000 ตันต่อปี ขณะที่ชาวนาต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ ในแต่ละปี 1-1.4 ล้านตัน ชาวนาบางส่วนสามารถ เก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองได้ จึงมีความต้องการจริง ทางการตลาดประมาณ 700,000 ตันต่อปี การขาด แคลนเมล็ดพันธุ์ของชาวนา เป็นความเดือดร้อน อย่างยิ่ง รัฐบาลจึงพยายามสร้างระบบการผลิต เมล็ดพันธุ์ข้าวให้มีความเข้มแข็งมั่นคงยิ่งขึ้น เพื่อให้ การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดี เพียงพอต่อความ ต้องการ จึงมีมาตรการส่งเสริมระบบการผลิตเมล็ด พันธุ์ข้าวคุณภาพเพื่อขยายให้ผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์มี เมล็ดพันธุ์ตั้งต้นในการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้เพียงพอ ศูนย์ข้าวชุมชนจึงเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา การขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ข้าว (Department of Rice 2008)

ศูนย์ข้าวชุมชน เดิมชื่อ “ศูนย์ส่งเสริมและ การผลิตพันธุ์ข้าวชุมชน” เป็นองค์กรชาวนาที่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้สนับสนุนจัดตั้งขึ้น เป็นศูนย์กลางของชาวนาในด้านการผลิตและ กระจายเมล็ดพันธุ์ดี รวมทั้งเป็นจุดสาธิตเพื่อ ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไปสู่ชุมชน ที่สำคัญ (Bureau of Rice Production Extension, 2021) รายงานว่าประเทศไทยมีศูนย์ข้าวชุมชน กระจายอยู่ทั่วประเทศ จำนวน 5,825 ศูนย์ โดย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด คือ 1,449 ศูนย์ รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตกและภาคใต้ ตามลำดับ ในจังหวัด

เชียงใหม่มีศูนย์ข้าวชุมชนทั้งหมด 13 ศูนย์ ซึ่งจัดตั้ง อยู่ในอำเภอหางดง จำนวน 2 ศูนย์ พื้นที่การผลิต 3,000 ไร่ มีแผนการผลิต 200 ตัน แต่ในปี พ.ศ. 2563 ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ของศูนย์ข้าวชุมชนของอำเภอ หางดง จังหวัดเชียงใหม่ มีผลผลิตรวม 68.25 ตัน ร้อยละ 34.13 ซึ่งน้อยกว่าเป้าหมายการผลิต ส่งผลให้ ยังไม่สามารถแก้ปัญหาที่ชุมชนขาดแคลน เมล็ดพันธุ์ดีได้ (Bureau Of Rice Production Extension, 2021)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะศึกษาปัจจัยที่มี ผลต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่ม ศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ โดยพิจารณาถึงลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคมของสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ ความรู้และการปฏิบัติในการผลิต เมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนใน อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ปัจจัยที่มีผลต่อการ ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน ในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ตลอดจนศึกษา ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะในการผลิตเมล็ด พันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอ หางดง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเป็นแนวทางในการ พัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของศูนย์ข้าวชุมชนใน อำเภอหางดงจังหวัดเชียงใหม่ให้มีคุณภาพดี ผลผลิตสูง ผ่านการรับรองคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และ นำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งหมด 2 ศูนย์ข้าวชุมชน ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2566 โดยมีการดำเนินการ วิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ สมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ มีการลงทะเบียนต่อศูนย์วิจัยข้าว หรือศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว ตามระเบียบกรมการข้าวว่าด้วยศูนย์ข้าวชุมชน พ.ศ. 2560 ได้แก่ ศูนย์ข้าวชุมชนนาแปลงใหญ่ อำเภอหางดง และศูนย์ข้าวชุมชนตำบลหารแก้ว จำนวน 363 ราย จากนั้นทำการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตร Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่ระดับ 0.05 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างของสมาชิกเท่ากับ 190 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ที่มีการลงทะเบียนต่อศูนย์วิจัยข้าว หรือศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว ตามระเบียบกรมการข้าวว่าด้วยศูนย์ข้าวชุมชน พ.ศ. 2560 ได้แก่ ศูนย์ข้าวชุมชนนาแปลงใหญ่ อำเภอหางดง และศูนย์ข้าวชุมชนตำบลหารแก้ว จากประชากรทั้งหมด 363 คน ใช้สูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 และยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 190 คน

$$\text{จากสูตร} \quad n = \frac{N}{1+N(e)^2}$$

โดยแทนค่า
 n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
 N = จำนวนประชากรทั้งหมด
 e = ความคาดเคลื่อนของการสุ่มที่ยอมรับได้ระดับ 0.05

แทนค่าจากสูตรได้ดังนี้

$$n = \frac{363}{1+363(0.05^2)}$$

$$n = 190$$

โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ซึ่งมีจำนวน 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ตอนที่ 2 แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับการปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ตอนที่ 4 ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ ลักษณะทางสังคม ระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว รวมถึงการปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์พหุคูณถอย (multiple regression analysis) แบบ Enter ซึ่งใช้โปรแกรมสถิติเพื่อสังคมศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์ และ 3) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการบรรยายในการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา

การปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน ได้แบ่งระดับการปฏิบัติออกเป็น 5 ระดับ และให้คะแนน 1-5 คะแนน ตามระดับการปฏิบัติน้อยที่สุดไปยังมากที่สุด และนำมาหาค่าเฉลี่ยของระดับการปฏิบัติ ได้ค่าดังต่อไปนี้

ค่าคะแนน	ระดับการปฏิบัติ
4.51 - 5.00	มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50	มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก
2.51 - 3.50	มีการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50	มีการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย
1.00 - 1.50	มีการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ในส่วนการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระใดมีผลต่อตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และมีความสัมพันธ์กันทิศทางใดกับตัวแปรตาม (เชิงบวกหรือเชิงลบ) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้ตัวแปรอิสระจำนวน 13 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพทางการสมรส ระดับการศึกษาสูงสุด จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงานในการผลิตเมล็ดพันธุ์ รายได้เฉลี่ยจากการผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อปี รายได้เฉลี่ยนอกเหนือจากการผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อปี พื้นที่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ การเข้าฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาการเป็นสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชน และความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละคู่โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์พบว่า ไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.80 ที่จะก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยตนเอง (multicollinearity) อันเป็นการละเมิดเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลเศรษฐกิจและสังคมประกอบด้วย 13 ตัวแปร ได้แก่ เพศ (SEX)

อายุ (AGE) สถานภาพทางการสมรส (STAT) ระดับการศึกษาสูงสุด (EDU) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (MEM) จำนวนแรงงานในการผลิตเมล็ดพันธุ์ (LAB) รายได้เฉลี่ยจากการผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อปี (INC_SEED) รายได้เฉลี่ยนอกเหนือจากการผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อปี (INCOME) พื้นที่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ (AREA) การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ (INFO) การเข้าฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ (TRAIN) ระยะเวลาการเป็นสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชน (LENGHT) และความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว (KNOW) ต่อการปฏิบัติการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชน (PRACTICE) ดังแสดงได้จากสมการถดถอยพหุ ดังนี้

$$PRACTICE = bo + b1SEX + b2AGE + b3STAT + b4EDU + b5MEM + b6LAB + b7INC_SEED + b8INCOME + b9AREA + b10INFO + b11TRAIN + b12LENGHT + b13KNOW$$

โดยที่ bo คือ ค่าคงที่ b1, b2, b13 เป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม

ผลการศึกษาพบว่าสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 66.30 ปี มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน แรงงานในการผลิตเมล็ดพันธุ์ครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน รายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 41,047 บาทต่อปี ซึ่งเป็นรายได้อื่น ๆ 33,016 บาทต่อปี มีพื้นที่สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 6.97 ไร่ การรับรู้ข่าวสารเฉลี่ย 2.8 ครั้งต่อเดือน การเข้าฝึกอบรมเฉลี่ย 1 ครั้งต่อเดือน และระยะเวลาการเป็นสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชนเฉลี่ย 9 ปี (Table 1)

Table 1 Basic personal, economic, and social information of community rice center members

(n=190)

Basic personal, economic and social information	Research results
sex	Male
Age (years)	66.30
Status	Marital status
Education level	Elementary level
Number of family members (people)	3
Number of workers in seed production (people)	2
Average seed production income (baht/year)	41,047
Average income other than seed production (baht/year)	33,016
Seed production area (rai)	6.97
Awareness of news regarding seed production (times/month)	2.8
Attending training on seed production (times/month)	1
Period of membership of the Community Rice Center (years)	9

ระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน

ผลการทดสอบระดับความรู้พบว่า กลุ่มตัวอย่างของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนส่วนใหญ่มีระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 58.9 รองลงมาสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนมีระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิต

เมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 31.1 และสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนมีระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 10.0 เมื่อเฉลี่ยคะแนนความรู้ทั้งหมด 18 ข้อพบว่า สมาชิกมีความรู้เฉลี่ย 8.25 คะแนน โดยต่ำสุดอยู่ที่ 2 คะแนน และสูงสุด 17 คะแนน (Table 2)

Table 2 Knowledge level of rice seed production of members of community rice center group

(n=190)

Knowledge level	Number (people)	percentage
high	59	31.1
moderate	19	10.0
low	112	58.9
$\bar{X}$ = 8.25	Min-Max = 2-17	S.D. = 5.282

การปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวตามกระบวนการ ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว

ผลการศึกษาพบว่า มีค่าเฉลี่ยการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนเท่ากับ

3.37 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีรายละเอียดการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน (Table 3)

Table 3 Rice seed production practices according to the rice seed production process of members of the community rice center group in Hang Dong district. Chiang Mai province

(n=190)

Rice seed production process	$\bar{X}$	S.D.	Description
Soil preparation	3.90	0.44	High
Seed preparation and planting	3.97	0.45	High
Control and elimination of weeds	3.12	0.44	Moderate
Fertilization	3.10	0.45	Moderate
Withdrawal of contamination	1.70	0.53	low
Prevention of insect diseases and rice pests	3.78	0.43	High
Rice Seed Harvesting	3.03	0.28	Moderate
Eduction of rice seed moisture	3.99	0.37	High
Cleaning and reducing rice seed moisture	3.72	0.34	High
Total	3.37	0.41	3.37

ปัจจัยที่มีผลการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพบว่า ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนทั้งหมด 3 ตัวแปร โดยเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก 2 ตัวแปร ได้แก่ รายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว (.024) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความรู้ในการผลิตเมล็ด

พันธุ์ข้าว (.003) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เป็นตัวแปรที่มีผลทางลบ 1 ตัวแปร ได้แก่ พื้นที่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ (.002) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตัวแปรอิสระทั้งหมด สามารถอธิบายความแปรผันของตัวแปรตามหรือการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนได้ร้อยละ 18.8 ส่วนที่เหลือร้อยละ 81.2 เป็นอิทธิพลจากตัวแปรอื่น ๆ (Table 4)

Table 4 Factors related to rice seed production practices of members of the community rice center group in Hang Dong district Chiang Mai province

(n=190)

Independent variables	Dependent variables		
	Factors related to rice seed production practices		
	B	t	p-value
SEX	-.005	-.190	.850
AGE	.003	1.143	.255
STAT	-.004	-.123	.902

Table 4 Factors related to rice seed production practices of members of the community rice center group in Hang Dong District Chiang Mai province (Cont.)

(n=190)

Independent variables	Dependent variables		
	Factors related to rice seed production practices		
	B	t	p-value
EDU	.054	1.110	.269
MEM	.012	1.283	.201
LAB	-.017	-.783	.435
INC_SEED	1.715E-6	2.284	.024 [*]
INCOME	7.757E-7	1.891	.060
AREA	-.011	-3.202	.002 ^{**}
INFO	-.010	-.787	.433
TRAIN	.027	1.101	.272
LENGHT	.000	-.319	.750
KNOW	.009	3.054	.003 ^{**}
$R^2=0.188$ (18.8%) $F=3.138$ $p\text{-value}=0.000^a$			

Remarks : * Statistically significant level at 0.05 and ** Statistically significant level at 0.01

การอธิบายตัวแปรอิสระทั้งหมด 3 ตัวแปรที่มีผลกับตัวแปรตามคือ การปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. รายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อทุกค่าคงที่แล้วสมาชิกที่มีรายได้เพิ่มมากขึ้น 10,000 บาท จะมีผลเฉลี่ยของการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนเพิ่มขึ้น 0.017 คะแนน อาจเนื่องมาจากรายได้จากการขายเมล็ดพันธุ์ข้าวมักขึ้นอยู่กับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ สมาชิกที่ปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนมากกว่าก็จะส่งผลให้เมล็ดพันธุ์ที่ได้รับมีคุณภาพและส่งผลกับรายได้จากการขาย

เมล็ดพันธุ์ข้าว สอดคล้องกับการศึกษาของ Khamla (2015) ที่ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกที่เป็นสมาชิกของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวลำปาง อธิบายว่ารายได้จากการขายเมล็ดพันธุ์ข้าวคืนให้ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวลำปาง พบว่า มีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกในทิศทางเดียวกัน โดยสมาชิกที่มีรายได้จากการขายเมล็ดพันธุ์ข้าวคืนให้กับศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวลำปางมากขึ้น ก็จะทำให้มีแนวโน้มประสบความสำเร็จได้มากขึ้น ซึ่งรายได้ที่เพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากการมีผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ดี มีคุณภาพ มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ที่สูงขึ้น โดยเกิดจากการที่สมาชิกมีความสามารถดูแลรักษาระบบการผลิตข้าวได้เป็นอย่างดี และประสบการณ์ ทักษะที่ดีในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์

ส่งผลส่งเสริมให้กระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวมีระบบมากขึ้น เมื่อกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นไปอย่างมีระบบ ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวก็จะมีคุณภาพดีตามไปด้วย ทำให้สามารถขายเมล็ดพันธุ์ข้าวคืนให้ศูนย์ฯ ในระดับราคาที่สูงขึ้นตามระดับคุณภาพ ส่งผลให้รายได้ของสมาชิกสูงขึ้น เป็นกำลังใจให้สมาชิกมีกำลังใจในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวต่อไปด้วย

2. ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชน สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วสมาชิกที่มีความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะมีผลเฉลี่ยของการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนเพิ่มขึ้น 0.009 คะแนน อาจเนื่องมาจากเมื่อสมาชิกมีความรู้ของการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนมากขึ้น จะทำให้สมาชิกเข้าใจถึงขั้นตอน กระบวนการ และความสำคัญในการผลิตเมล็ดพันธุ์มากขึ้น ส่งผลให้มีการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Piromchit and Paileeklee (2014) ได้ทำการศึกษาความรู้และพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของสมาชิก ผลวิจัยพบว่าสมาชิกส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับดี อาจเนื่องมาจากสมาชิกได้รับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีจากสื่อผ่านหลายช่องทางไม่ว่าจะเป็น โทรทัศน์ วิทยุ ฐานผลิตภัณฑ์ รวมถึงนักวิชาการสาธารณสุขที่ได้ให้ความรู้แก่สมาชิก จึงทำให้สมาชิก สามารถเข้าใจและจดจำเนื้อหา ข้อมูล ฐาน วิถีการใช้ การป้องกันตัวเอง วิธีการเก็บ และวิธีการกำจัด ในการใช้สารเคมีกำจัด

ศัตรูพืชของสมาชิกผู้ปลูกข้าว ในระยะก่อนใช้ ระหว่างใช้ และหลังใช้

3. พื้นที่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อทุกค่าคงที่แล้วสมาชิกที่มีพื้นที่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น จะมีผลเฉลี่ยของการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนลดลง 0.011 คะแนน อาจเนื่องมาจากการที่เกษตรกรมีพื้นที่มากขึ้น จะส่งผลกับการจัดการดูแลแปลงมากขึ้น เป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตเมล็ดพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Pettong and Thanaphanyaratchawong (2009) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องการยอมรับการปฏิบัติตามระบบการผลิตทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับเงาะของเกษตรกร อำเภอนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี การศึกษาพบว่าพื้นที่ปลูกเงาะมีความสัมพันธ์กับการยอมรับการปฏิบัติตามระบบการผลิตทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับเงาะ โดยเกษตรกรที่มีพื้นที่น้อยจะมีการยอมรับมากกว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่มาก ซึ่งอาจเป็นเพราะการทำการผลิตตามระบบการผลิตทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสม ต้องมีการดูแลอย่างทั่วถึง ถ้ามีพื้นที่น้อยจะสะดวกในการปฏิบัติ ไม่ต้องใช้แรงงานคนมาก ลงทุนน้อย ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ปัญหาและข้อเสนอแนะการปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอดง จังหวัดเชียงใหม่ คือ ปัญหาเรื่องระบบน้ำที่มีไม่เพียงพอสำหรับทั้งปี รวมทั้งปัญหาการเก็บเกี่ยวและลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าว สอดคล้องกับการศึกษาของ Wetchakama et al. (2018) พบว่า มีปัญหาพื้นที่แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์คือ ปัญหาแหล่งน้ำเนื่องจากพื้นที่แปลงส่วนใหญ่ตั้งอยู่นอกเขตชลประทานทำให้ประสบปัญหา

ขาดน้ำในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวและการเก็บเกี่ยว ผลผลิต เป็นอีกปัญหาที่สำคัญของสมาชิกที่มีผลต่อการปนของเมล็ดพันธุ์สูง เพราะเกษตรกรมีการผลิตข้าวหลายพันธุ์ เมื่อเก็บเกี่ยวสมาชิกที่ผลิตเมล็ดพันธุ์มีที่ตั้งแปลงห่างไกลกัน การเก็บเกี่ยวโดยใช้รถเกี่ยวย่งยากเพราะเจ้าของรถเกี่ยวย่งไม่ยอมเกี่ยวย่งให้จึงต้องเก็บเกี่ยวแปลงอื่นก่อนค่อยเก็บเกี่ยวแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ สอดคล้องกับ Praphaisri *et al.* (2015) จากการศึกษาพบว่าแรงงานในการเกี่ยวนั้นหายากมากต้องรอตามลำดับคิว ก่อน-หลัง ทั้งยังประสบกับการใช้รถเกี่ยวนวดที่ทำให้เมล็ดข้าวตกลงในดินประมาณ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้เกษตรกรต้องยอมสูญเสียเพื่อแลกกับความสะดวกจากการใช้รถเกี่ยวนวดข้าวในนา

สมาชิกศูนย์ข้าวชุมชนมีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานที่รับผิดชอบได้มีการวางแผนการจ่ายน้ำคลองชลประทานให้เป็นระบบเพียงพอต่อความต้องการในการเพาะปลูก มีการอบรมเกี่ยวกับปัญหาโรคและแมลงที่สำคัญถึงหลักการป้องกันและการจัดการแปลง การอบรมเกี่ยวกับการจัดการวัชพืชที่ถูกต้องวิธี รวมทั้งสนับสนุนอุปกรณ์ทางการเกษตรในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าว

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า สมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 66.30 ปี มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน แรงงานในการผลิตเมล็ดพันธุ์ครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน รายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 41,047 บาทต่อปี ซึ่งเป็นรายได้อื่น ๆ 33,016 บาทต่อปี มีพื้นที่สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 6.97 ไร่ การรับรู้ข่าวสารเฉลี่ย 2.8 ครั้งต่อเดือน การเข้าฝึกอบรมเฉลี่ย 1 ครั้งต่อเดือน และระยะเวลาการเป็นสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชนเฉลี่ย 9 ปี ส่วนใหญ่มีระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ในระดับน้อย และค่าเฉลี่ยการผลิต

เมล็ดพันธุ์ข้าวตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง โดยปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนมีจำนวนทั้งหมด 3 ตัวแปร ได้แก่ รายได้จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว พื้นที่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ และความรู้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว สำหรับปัญหาและข้อเสนอแนะการปฏิบัติในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของสมาชิกกลุ่มศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ คือ ปัญหาเรื่องระบบน้ำที่ไม่เพียงพอสำหรับทั้งปี รวมทั้งปัญหาการเก็บเกี่ยวและลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งสมาชิกศูนย์ข้าวชุมชนมีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานที่รับผิดชอบได้มีการวางแผนการจ่ายน้ำคลองชลประทานให้เป็นระบบเพียงพอต่อความต้องการในการเพาะปลูก รวมทั้งสนับสนุนอุปกรณ์ทางการเกษตรในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าว

ข้อเสนอแนะ

1. เจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีการจัดการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ในด้านต่าง ๆ ให้ครบทั้ง 9 ด้าน และให้เกษตรกรที่สนใจสามารถนำความรู้ไปปฏิบัติได้จริง ถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีการทบทวนความรู้ในด้านต่าง ๆ ประจำปี เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้แก่สมาชิก และได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ปัญหาอุปสรรคการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านมา เพื่อที่จะช่วยกันหาหรือในการแก้ปัญหา

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดการสร้างเครือข่ายการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว มีการส่งเสริมและพัฒนาช่องทางและรับข่าวสารจากหลาย ๆ แหล่งจะมีผลต่อการจัดการที่ดีขึ้น เช่น ข่าวสารในเรื่องของการพัฒนาเมล็ดพันธุ์ข้าว เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยเป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้รู้ทันกลไกของตลาดแนวโน้มราคาของเมล็ดพันธุ์ในอนาคต เพื่อที่จะช่วยในการวางแผนในการผลิตหรือการจำหน่าย

เอกสารอ้างอิง

- Bureau of Rice Production Extension. 2021. Rice community. Available: <https://brpe.ricethailand.go.th/page.php?pid=6505> (December 12, 2023). [in Thai]
- Department of Rice. 2008. Community rice center. Cooperative Federation of Thailand Printing House, Bangkok. [in Thai]
- Khamla, P. 2015. Factors affecting success in rice seed production of farmers, members of Lampang Rice Seed Center. Master of Science in Agricultural Extension. Chiang Mai University. [in Thai]
- Office of Agricultural Economics. 2021. Agricultural production data. Available: <https://www.oae.go.th/view/1/ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร/TH-TH> (December 12, 2022). [in Thai]
- Pettong, P. and J. Thanaphanyaratchawong. 2009. Adoption of good agricultural practices for rambutan of farmers in Ban Nasan district, Surat Thani province. Suranaree Journal of Social Science 3(2): 109-126. [in Thai]
- Piromchit, P. and S. Paileeklee. 2014. Knowledge and behavior regarding pesticide use among agriculturists in Ban Na Lao, Na Wang District, Nong Bua Lam Phu Province. Community Health Development Quarterly Khon Kaen University 2(3): 299-309. [in Thai]
- Praphaisri, N., K. Kanokhong, N. Rungkawat and P. Sakkatat. 2015. Adoption of wet season rice production of farmers in Mae Ai district, Chiang Mai. Journal of Agricultural Research and Extension 32(1): 39-46. [in Thai]
- Wetchakama, N., S. Pimratch, T. Chinnasaen and K. Khamkula . 2018. A study of system and processing rice seed production of the community rice centers in Maha sarakham province. 97 p. Reserch Reports. Maha sarakham : Rajabhat Maha Sarakham University. [in Thai]
- Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd Edition, Harper and Row, New York.

การบดลำไยตกเกรดอบแห้งทั้งเปลือกที่เหมาะสมเพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

Appropriate Grinding of Low Grade Longan Fruit for Feedstuff

สุนทร สืบคำ^{1*} เจษฎากร ไชยจิตร¹ พงศธร ทะตัน¹ เสมอขวัญ ดันติกุล¹ บัณฑิต หิรัญสถิตย์พร¹
สมคิด ดีจริง² บัวเรียม มณีวรรณ³ และระวิน สืบคำ⁴

Sunate Surbkar^{1*} Jadsadakorn Chaijid¹ Pongsaton Tatan¹ Samerkhwan Tantikul¹

Bandit Hirunstitporn¹ Somkid Deejing² Buaream Maneewan³ and Rawin Surbkar⁴

¹ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290

² คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² Faculty of Science, Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290

³ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

³ Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290

⁴ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดชลบุรี 20110

⁴ School of Engineering and Innovation, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Sriracha, Chonburi 20110

* Corresponding author: sunate@mju.ac.th

(Received: 28 May 2023; Revised: 6 October 2023; Accepted: 11 October 2023)

Abstract

Longan fruits classified as Grade C are nearly valueless and are classified as low grade longan, are usually oven dried and ground for use as animal feed raw materials to add value to the agricultural product and reduce waste from the process. As longan is an agricultural product that contains high sugar, containing high sugar, the multi-purpose hammer mill currently used in animal feed plants is incapable. In this research, the main objective was to study the grinding of low-grade whole-shelled dried longan by using a meat grinder. The trial consisted of testing grinding speed at 5 levels: 300 350 400 450 and 500 revolutions per minute (rpm) and 3 feeding rates: 5.08 5.91 and 6.92 kg/hour which were consistent with the feeding speed of 4 6 and 8 rpm, respectively. Grinding was done in two rounds: initial coarse grinding using 12 mm die size, then followed by fine grinding at 4.5 mm die size. Results showed that when the cost of grinding energy was taken into account, the grinding speed of 400 rpm and feeding rate of 6.92 kg/hr (at feeding speed of 8 rpm) were recommended. Low grade whole-shelled dried longan fruits were found to contain higher water-soluble carbohydrates (nitrogen-free extracts, NFE) and fiber, which could be stored at room temperature for at least 3 months with minimal changes in microorganism content and without any detection of fungal presence. These findings showed that low grade longan fruits have the potential to be safely utilized as animal feedstuff.

Keywords: Value added, agricultural waste, grinding, animal feed

บทคัดย่อ

การนำลำไยเกรด C ซึ่งแทบไม่มีราคาและลำไยตกเกรด (low grade) มาอบแห้งและบดเพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตผลเกษตรและลดของเสียจากกระบวนการรับซื้อลำไยร่วง แต่ลำไยเป็นผลิตผลเกษตรที่มีน้ำตาลอยู่มาก ดังนั้น เครื่องบดอเนกประสงค์แบบค้อนที่มีใช้อยู่ในโรงงานอาหารสัตว์จึงไม่สามารถบดได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการบดลำไยตกเกรดอบแห้งทั้งเปลือกด้วยเครื่องบดเนื้อ การทดสอบความเร็วรอบการบด 5 ระดับ คือ 300 350 400 450 500 และ 500 รอบต่อนาที และอัตราการบด 3 ระดับ ได้แก่ 5.08 5.91 และ 6.92 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งตรงกับความเร็วรอบการบด 4 6 และ 8 รอบต่อนาทีตามลำดับ ทำการบด 2 ครั้ง ครั้งแรกบดที่ขนาดรูพิมพ์ 12 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นการบดหยาบและบดซ้ำด้วยขนาดของรูพิมพ์ 4.5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นการบดละเอียด พบว่าเมื่อคำนึงถึงต้นทุนค่าพลังงานในการบดควรใช้ความเร็วรอบการบด 400 รอบต่อนาที และอัตราการบด 6.92 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (ความเร็วรอบการบด 8 รอบต่อนาที) ลำไยตกเกรดอบแห้งทั้งเปลือกที่บดแล้วมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (Nitrogen Free Extract; NFE) และเยื่อใยค่อนข้างสูง สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้อย่างน้อย 3 เดือน โดยมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ต่ำและไม่พบเชื้อราในลำไยอบแห้ง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าลำไยตกเกรดมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้อย่างปลอดภัย

คำสำคัญ: การสร้างมูลค่าเพิ่ม เศษเหลือใช้ทางการเกษตร วิธีการบด อาหารสัตว์

คำนำ

Office of Agricultural Economics (2022) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกลำไย (เฉพาะที่ให้ผลแล้ว) 1,693,261 ไร่ คิดเป็นผลผลิต 1,555,360 ตัน โดยมีผลผลิตต่อไร่ 919 กิโลกรัม ในปี พ.ศ. 2565 แม้ว่าเนื้อที่ให้ผลจะเพิ่มขึ้นจากปีก่อน แต่เนื่องจากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตออกและติดผลอ่อน ประกอบกับเกษตรกรไม่มีแรงจูงใจในการดูแลรักษา ทำให้ต้นลำไยไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ส่งผลให้ผลผลิตและผลผลิตต่อเนื้อที่ให้ผลลดลง ต้นทุนการผลิต 14,010 บาทต่อตัน ราคาที่เกษตรกรขายได้ 20,003 และ 27,238 บาทต่อตัน สำหรับลำไยเกรด A และ AA ตามลำดับ แหล่งเพาะปลูก 5 อันดับแรก ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน จันทบุรี เชียงราย และพะเยา ลำไยเป็นพืชที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดปี เนื่องจากสามารถปลูกนอกฤดูกาลได้ แต่ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมาก คือ เดือนสิงหาคม และ ธันวาคม ผลผลิตลำไยมากกว่าร้อยละ 90 ส่งออกไปตลาดต่างประเทศ ส่วนที่เหลือเป็นการบริโภคภายในประเทศ ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทย ส่งออก ลำไยสด ลำไยอบแห้ง ลำไยบรรจุภาชนะอัดลม และ ลำไยแช่แข็ง คิดเป็น 470,547 159,229 12,261 และ

126 ตัน ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การส่งออกลำไยและผลิตภัณฑ์มากกว่าร้อยละ 90 อยู่ในรูปลำไยสดและลำไยอบแห้ง โดยมีตลาดส่งออกที่สำคัญ เช่น จีน อินโดนีเซีย มาเลเซีย เวียดนาม ฮ่องกง ญี่ปุ่น และฮ่องกง ส่วนคู่แข่งที่สำคัญ ได้แก่ เวียดนาม และจีน

การแปรรูปลำไยร่วงเพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บรักษา ได้แก่ ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง น้ำลำไย ลำไยในภาชนะบรรจุ ลำไยสกัด เป็นต้น ในฤดูกาลรับซื้อลำไยร่วงเกษตรกรจะนำลำไยมาขาย ณ จุดรับซื้อและคัดขนาดลำไย (จุดร่อน) ซึ่งผู้รับซื้อลำไยร่วงจะนำลำไยของเกษตรกรไปผ่านเครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงหมุนเพื่อคัดลำไยเป็น 5 เกรด ได้แก่ เกรด AA A B C และลำไยตกเกรด (low grade) ราคารับซื้อ ณ บ้านเลขที่ 290 หมู่ 14 ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 21 กรกฎาคม 2562 เท่ากับ 26 17 8 1 และ 0 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้ลำไยตกเกรดจัดเป็นเศษเหลือใช้ทางการเกษตร (Figure 1) จะไม่มีราคา เพราะไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้ ผู้รับซื้อมักปล่อยทิ้งทำให้เกิดมลภาวะทางกลิ่นและทัศนียภาพ ซึ่งลำไยตกเกรดเหล่านี้มีเป็นจำนวนมากคิดเป็นร้อยละ 5 ของปริมาณลำไยร่วง ณ จุดร่อน

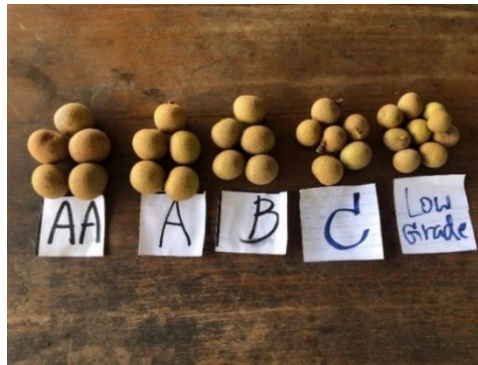


Figure 1 Grades of commercial longan

นักวิจัยมีความพยายามนำลำไยตากเกรดไปใช้ประโยชน์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม โดย Dutsadee *et al.* (2014) สร้างมูลค่าเพิ่มลำไยตากเกรดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ การผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพจากลำไยตากเกรด ถ่านกัมมันต์จากเปลือกและเมล็ดลำไยตากเกรด ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพจากลำไยตากเกรด และมีการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานแยกเป็นส่วน ๆ ได้แก่ การใช้ประโยชน์จากลำไยตากเกรดในการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพ (Dutsadee *et al.*, 2012) การผลิตถ่านกัมมันต์จากเปลือกและเมล็ดลำไยตากเกรดด้วยระบบฟลูอิดไอเซชัน (Klaewkla *et al.*, 2012) และการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพจากลำไยตากเกรด (Suankamkong *et al.*, 2012) Chongrak (2011) ศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากเมล็ดลำไยโดยการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ Wattanacheera *et al.* (2016) พัฒนาก่อนเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษฟางข้าวผสมเศษลำไยเหลือทิ้ง Charoenphan (2018) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเนื้อลำไยตากเกรดมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตฉนวนกรอบเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกลำไยได้ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำน้ำตาล และเนื้อลำไยสดในการผลิตฉนวนกรอบ คือ ร้อยละ 40 30 และ 30 ตามลำดับ โดยยังไม่มีนักวิจัย

ศึกษาการนำลำไยตากเกรดไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทั้ง ๆ ที่ Maneewan *et al.* (2011) ศึกษาพบว่าเมล็ดลำไยและเนื้อในเมล็ดลำไยสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอาหารสัตว์ได้เนื่องจากคุณค่าทางอาหารของเมล็ดลำไยและเนื้อในเมล็ดลำไยมีคุณค่าใกล้เคียงกับอาหารสัตว์ที่จำหน่ายตามท้องตลาด โดยเมล็ดลำไยมีโปรตีนและไขมันร้อยละ 6.50 และ 1.94 ตามลำดับ เนื้อในเมล็ดลำไยมีร้อยละ 7.20 และ 2.34 ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเมล็ดลำไยมีค่าโปรตีนและไขมันน้อยกว่าเนื้อในเมล็ดลำไย ส่วนค่าปริมาณเยื่อใยและพลังงานที่ให้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้สำหรับเมล็ดลำไยมีค่าร้อยละ 8.33 และ 3,996 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ส่วนเนื้อในเมล็ดลำไยมีค่าร้อยละ 3.58 และ 3,946 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเมล็ดลำไยมีค่าปริมาณเยื่อใยและพลังงานที่ให้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์สูงกว่าเนื้อในเมล็ดลำไย ดังนั้นหากพิจารณาคุณค่าทางอาหารที่ได้รับ นับว่าเมล็ดลำไยถือเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจในการที่จะนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เนื่องจากให้พลังงานที่สูง มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ เช่น ข้าวโพดและปลายข้าว และยังมีราคาที่ถูกกว่าอีกด้วย อย่างไรก็ตามยังมีลำไยตากเกรดจำนวนมากที่มีการนำไปทิ้งก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การนำลำไยตากเกรดซึ่งเป็นเศษเหลือใช้ทางการเกษตรมาสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยการพัฒนาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารจะช่วยให้เพิ่มแหล่ง

วัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งพลังงาน เพิ่มมูลค่าให้กับ ลำไยตากเกรด และช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อีก ด้านหนึ่ง แต่การนำลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมาใช้ ประโยชน์นั้นจะต้องมีการบดเพื่อให้สามารถนำไป ผสมกับวัตถุดิบอื่น ๆ ได้ ซึ่งในปัจจุบันนี้ยังไม่มี การศึกษาเรื่องนี้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสมรรถนะการบดลำไยตากเกรดอบแห้งทั้ง เปลือกโดยใช้เครื่องบดเนื้อ โดยศึกษาผลของ ความเร็วการบดและอัตราการป้อนต่อสมรรถนะการ บด และศึกษาคุณค่าทางโภชนาและพลังงานรวม รวมไปถึงจำนวนจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไยตากเกรด อบแห้งทั้งเปลือกภายหลังการบด

อุปกรณ์และวิธีการ

ลำไยตากเกรดที่ใช้ในการทดลอง

ลำไยที่ใช้ในการทดลองเป็นลำไยในฤดูกาล เพาะปลูกปี พ.ศ. 2562 ได้จากโรงคัดแยกลำไย ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยลำไยเกรด C ซึ่งมีราคาถูกมาก (1 บาท ต่อกิโลกรัม) และลำไยตากเกรดซึ่งไม่มีราคา โดย นำมาอบแห้งในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ที่ อุณหภูมิ 70 - 75 องศาเซลเซียส นาน 28 ชั่วโมง ทำให้ลดความชื้นในลำไยตัวอย่างจากร้อยละ 77.96 ± 0.23 ฐานเปียกเป็นความชื้นร้อยละ 5.59 ± 0.23 ฐานเปียกซึ่งเป็นค่าความชื้นที่ต่ำกว่าค่า มาตรฐานในการใช้เครื่องบดไม้แบบบดเคียน (Thai Industrial Standards Institute, 2020) โดยใช้ลำไย

เริ่มต้นจากประมาณ 600 กิโลกรัม จะได้ลำไยแห้ง 200 กิโลกรัม คิดเป็นสัดส่วนลำไยตัวอย่างสด 3 กิโลกรัมต่อลำไยตัวอย่างอบแห้ง 1 กิโลกรัม

การทดสอบเบื้องต้น

การทดสอบเครื่องบดเนื้อ (mincer) มีต้น กำลังมอเตอร์ 1 เฟส ขนาด 1 แรงม้า ความเร็วรอบ การบด 1,430 รอบต่อนาที (rpm) มีส่วนประกอบ ที่สำคัญได้แก่ 1) รูพิมพ์ (die) 3 ขนาด คือ 14, 8 และ 4 มิลลิเมตร 2) ใบมีดเครื่องบด 1 ใบ 3) แกนเกลียวหมุน 4) มุ่เล่ ขนาด 3 และ 15 เซนติเมตร ลำไยตากเกรด อบแห้งทั้งเปลือกที่ใช้ทดสอบมีความชื้นเริ่มต้น ร้อยละ 8.58 ฐานเปียก (ทดสอบในเดือนมกราคม พ.ศ. 2563) ความหนาแน่นกอง 204 กิโลกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร การทดสอบเริ่มจากชั่งน้ำหนักลำไย ตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือก 4 ตัวอย่าง ๆ ละ 250 กรัม เริ่มทำการทดสอบโดยการจับเวลาเมื่อป้อนลำไย เข้าเครื่องทำการทดสอบ 1 ครั้งต่อ 1 ขนาดรูพิมพ์ แต่การทดสอบเมื่อใช้รูพิมพ์ 14 มิลลิเมตร และบด ซ้ำด้วยการบดผ่านรูพิมพ์ 4 มิลลิเมตร ได้ผลการ ทดสอบดัง (Table 1) และ (Figure 2) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การบดลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกซึ่งมีน้ำตาลสูง ควรบดผ่านรูพิมพ์ 4 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้ขนาด ที่เหมาะสมสำหรับเป็นอาหารไก่เนื้อและอาหารเป็ด ที่ผลิตในรูปของอาหารเม็ดจุ่มและอาหารขบเม็ด วัตถุดิบ และต้องบด 2 ครั้ง ครั้งแรกบดผ่านรูพิมพ์ 14 มิลลิเมตร ตามด้วยการบดซ้ำผ่านรูพิมพ์ 4 มิลลิเมตร

Table 1 Grinding performanc of a meat mincer ground degraded and dried whole longan fruit

Die dia. (mm)	Feed rate (kg.hr ⁻¹)	Capacity (kg.hr ⁻¹)	Efficiency (%)	Accumulattion (%)	Energy used (kW.hr)
14	23.68	19.69	83.124	16.876	0.0079
8	20.93	12.12	57.884	42.116	0.0089
4	N/A	N/A	8.64	91.36	N/A
14 & 4	9.375	5.96	63.592	36.408	0.02

Remarks: N/A means the grinding process was overloaded.

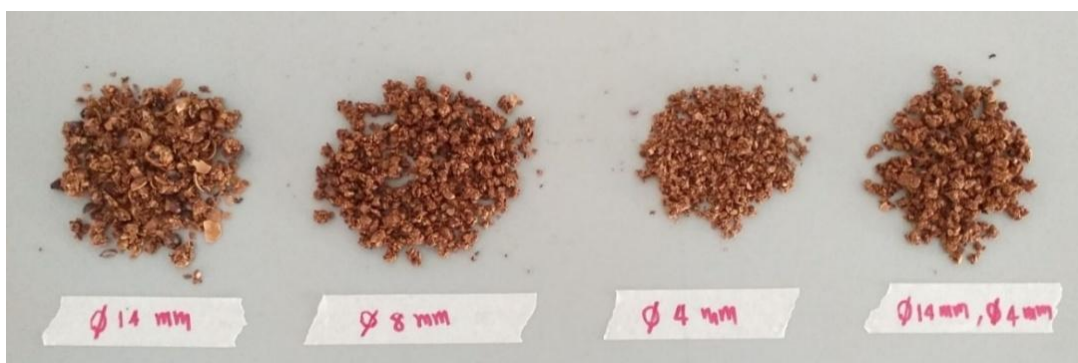


Figure 2 The characteristics of dried degraded whole longan fruit when grinding passed through dies of 14 8 4 and 14&4 mm

การปรับปรุงและแก้ไขเครื่องบดเนื้อ

เนื่องจากเครื่องบดเนื้อที่ใช้ในการทดสอบเบื้องต้นไม่สามารถปรับความเร็วรอบและอัตราการป้อนวัสดุได้ จึงปรับปรุงและแก้ไขเครื่องบดด้วยการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ (inverter) เพื่อใช้ในการปรับความเร็วรอบในการบดลำไย พร้อมทั้งสร้างอุปกรณ์ป้อนแบบโรตารี (rotary feeder) โดยมีใบพัดป้อนทั้งหมด 8 ใบเพื่อใช้ศึกษาอัตราการป้อน โดยทั้งสอง

ปัจจัยมีผลอย่างยิ่งต่อสมรรถนะการบดโดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดของลำไยภายหลังการบด ตัวเครื่องบดเนื้อภายหลังปรับปรุงและแก้ไขมีความสูง 70 เซนติเมตร (Figure 3A) ความกว้าง 30 เซนติเมตร และความยาว 55 เซนติเมตร (Figure 3C) ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2.27 กิโลวัตต์ ช่องป้อนวัสดุ ช่องทางออกวัสดุ เฟืองโซ่ มู่เล่ และสายพาน (Figure 3B และ 3D)

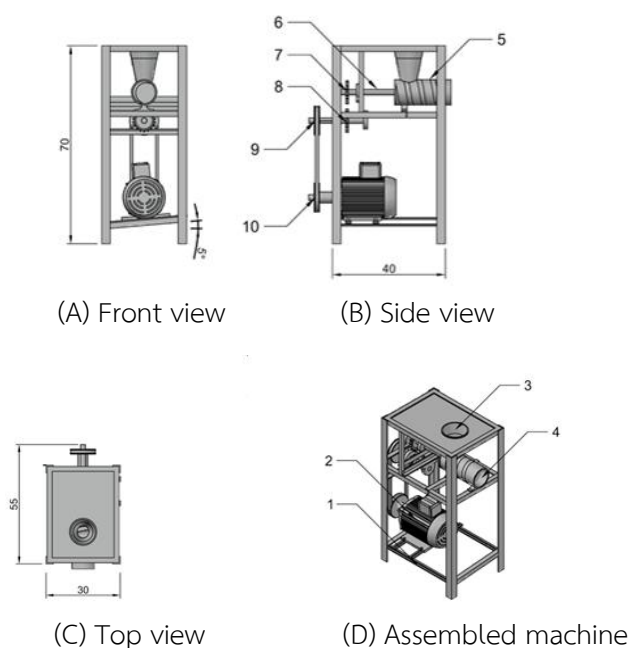


Figure 3 Exploded views (A-D) of the mincing machine with an electric motor

Remarks: 1. Machine base and motor platen; 2. 2.27 kW electric motor, 3 phase; 3. Material inlet; 4. Material outlet 5. Mincing machine; 6. Driven shaft; 7. 36-teeth driven sprockets; 8. 16-teeth driving sprockets; 9. 3-inch driven pulley; 10. 3-inch driving pulley

การศึกษาผลของอัตราการป้อนและความเร็วรอบการบด

จากการลองผิดลองถูก (trial and error) พบว่า ความเร็วรอบการบดต่ำสุดที่เครื่องบดสามารถบดลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกได้คือ 300 รอบต่อนาที ดังนั้นจึงศึกษาความเร็วรอบในการบด 5 ระดับ คือ 300 350 400 450 และ 500 รอบต่อนาที และอัตราการป้อน 3 ระดับ ได้แก่ 5.08 5.91 และ 6.92 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งตรงกับความเร็วรอบการป้อน 4 6 และ 8 รอบต่อนาที ตามลำดับ จัดการทดลองเป็นแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block

Design; RCBD) โดยใช้ข้าวเป็นบล็อก (block) ทดสอบ 3 ข้าว ๆ ละ 1 กิโลกรัม คิดเป็นสิ่งทดลอง (treatment) 15 สิ่งทดลองต่อ 1 ข้าว โดยแต่ละสิ่งทดลองจะบด 2 ครั้ง โดยการบดครั้งที่ 1 เป็นการบดหยาบผ่านรูพิมพ์ 12 มิลลิเมตร (ความหนาของแผ่นรูพิมพ์ 8 มิลลิเมตร) และการบดครั้งที่ 2 เป็นการบดละเอียดผ่านรูพิมพ์ 4.5 มิลลิเมตร การที่ขนาดรูพิมพ์ทั้งสองครั้งการบดไม่เหมือนกับการทดสอบเบื้องต้นเนื่องจากในท้องตลาดไม่มีรูพิมพ์ขนาด 14 และ 4 มิลลิเมตรจำหน่าย จึงใช้ขนาดใกล้เคียงที่มีจำหน่ายแทน การหาสมรรถนะของเครื่องบดหาได้จากผลการต่อไปนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการบด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{B}{A} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{ประสิทธิผลการบด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = C/A \times 100 \quad (2)$$

$$\text{อัตราการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)} = \frac{B}{T} \times 3.6 \quad (3)$$

$$\text{อัตราการตกค้าง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{พลังงานที่ใช้ในการบด (กิโลวัตต์.ชั่วโมง)} = \frac{EI}{1,000} \times \frac{t}{3,600} \quad (5)$$

- เมื่อ
- A = ลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกที่ป้อนเข้า (กรัม)
 - B = ลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกภายหลังการบด (กรัม)
 - C = ลำไยอบแห้งตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกที่มีขนาดไม่เกิน 4 มิลลิเมตร (กรัม)
 - t = เวลาในการบด (วินาที)
 - E = แรงดันไฟฟ้าในขณะที่เครื่องบดกำลังทำงาน (โวลต์)
 - I = กระแสไฟฟ้าในขณะที่เครื่องบดกำลังทำงาน (แอมแปร์)

การหาขนาดของลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกเริ่มจากนำตัวอย่างลำไยภายหลังการบดไปอบด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้นร่อนด้วยชุดตะแกรงร่อนอนุกรม ASTM (American Society

of Testing and Materials) ใช้ขนาดของรูตะแกรงเรียงจากชั้นบนสุดไปยังชั้นล่างสุด 4.75 2.36 2 1.18 0.60 และ 0.40 มิลลิเมตร และภาตรอง (pan) เพื่อนำข้อมูลไปคำนวณหาขนาดภายหลังการบดตามวิธีการของ ASABE Standards (2008)

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาและพลังงานรวมของลำไยตากเกรดอบแห้ง

การหาค่าประกอบทางเคมีและพลังงานรวมของลำไยตากเกรดอบแห้งใช้วิธีวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis) โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน เยื่อใย และ

ไขมัน ตามวิธีการของ AOAC (1995) และวิเคราะห์พลังงานด้วยเครื่องวิเคราะห์หาพลังงานอัตโนมัติ (IKA Calorimetry System C5000, Germany) และคำนวณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์ปีกจากสมการ (6) ตามวิธีการของ Carpenter and Clegg (1956)

$$y = 53 + 38(\% \text{ crude protein} + 2.25\% \text{ ether extract} + 1.1\% [\text{starch} + \text{sugar}]) \quad (6)$$

เมื่อ y = พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์ปีก (แคลอรีต่อกรัม)

crude protein = โปรตีนรวม (ร้อยละ)

ether extract = ไขมัน (ร้อยละ)

starch + sugar = คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย หรือ Nitrogen Free Extract, NFE (ร้อยละ)

การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์

การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ด้วยวิธี spread plate บนอาหาร Plate count agar (PCA) pH 7.0 และอาหาร Potato dextrose agar (PDA) pH 5.6 โดยตรวจทุก ๆ เดือนเป็นเวลา 3 เดือน เปรียบเทียบกับตัวอย่างภายหลังการอบแห้ง โดยนำตัวอย่างลำไยอบแห้ง 1 กรัม มาทำการเจือจางตามลำดับ จากนั้นนำไปหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ หลังจากเชื้อเจริญแล้วตรวจนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ และเลือกระดับความเจือจางที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนีต่อ 1 จาน มาคำนวณและรายงานผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลของความเร็วการอบและอัตราการป้อนต่อสมรรถนะการอบ

งานวิจัยนี้ศึกษาการอบลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกที่มีผลต่อสมรรถนะการอบ โดยมีปัจจัยที่สนใจศึกษา 2 ปัจจัย คือ ความเร็วการอบ 5 ระดับ ได้แก่ 300 350 400 450 และ 500 รอบ

ต่อนาที และอัตราการป้อน 3 ระดับ ได้แก่ 5.08, 5.91 และ 6.92 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ความเร็วการอบและอัตราการป้อนซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ศึกษาอย่างน้อย 2 ระดับที่ทำให้สมรรถนะการอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหลักที่ศึกษา (interaction) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการทดสอบต่อเนื่องด้วยวิธีการทดสอบแบบจับคู่พหุคูณ (multiple comparison test) ด้วยวิธี Duncan พบว่า ความเร็วการอบไม่มีผลต่อขนาดวัสดุภายหลังการอบ โดยที่ 400-500 รอบต่อนาที ทำให้ประสิทธิภาพการอบประสิทธิภาพการอบ อัตราการทำงาน อัตราการตกค้าง และพลังงานที่ใช้ในการอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) เมื่อคำนึงถึงต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าแนะนำให้ใช้ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ส่วนอัตราการป้อนไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการอบ ประสิทธิภาพการอบ อัตราการตกค้าง และขนาดของวัสดุภายหลังการอบ แต่แปรผันตรงกับอัตราการทำงานและแปรผกผันกับพลังงานที่ใช้ในการอบ (Table 3) ในการพิจารณาเลือกสภาวะการทำงานที่เหมาะสม จะพิจารณาจากอัตราการทำงานซึ่งโดย

ปกติต้องการอัตราการทำงานที่สูง กับพลังงานที่ใช้ในการบดซึ่งโดยปกติต้องการประหยัดพลังงานซึ่งจะเห็นได้ว่าสมรรถนะการทำงานทั้งสองค่าแปรผกผันต่อกัน เมื่อใช้เทคนิคจุดตัดจึงสามารถกำหนดอัตราการบดที่เหมาะสมได้ โดยมีค่าประมาณ 6.30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (Figure 4) สอดคล้องกับ Maikhiagklang (2001) ที่ศึกษาพบว่าอัตราการบดพริกด้วยเครื่องบดเนื้อสัตว์แบบเกลียวอัดผ่านแผ่นหน้าแวน (รูปพิมพ์) มีอัตราการบดพริกแปรผันตรงกับความเร็วการบดในช่วง 200-270 รอบต่อนาที

งานวิจัยนี้สอดคล้องกับ Mugabi *et al.* (2017) ที่ศึกษาการบดรำข้าวโพดด้วยเครื่องบดแบบ

ค้อนเหวี่ยง พบว่า ความเร็วปลายใบมีดตัดมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต และพลังงานที่ใช้ในการบด โดยที่อัตราการบดมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อพลังงานที่ใช้ในการบด แต่ไม่มีผลต่อขนาดของรำข้าวโพด ทั้งนี้พลังงานเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มความเร็วจึงและอัตราการบด Mugabi *et al.* (2019) ศึกษาพบว่า ขนาดรูตะแกรงได้ชุดใบตี (S) ในเครื่องบดแบบค้อนเหวี่ยง ความเร็วปลายใบตี (T) และความหนาใบตี (H) มีผลต่อพลังงานที่ใช้ในการบดเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตทั้ง S T และ H ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 2 Effect of mincing speed on mincing performance at the feeding rates of 5.08-6.92 kg.hr⁻¹

Speed (rpm)	Efficiency (%)	Effectiveness (%)	Capacity (kg/hr)	Accumulation (%)	Energy Used (kW.hr)	Ground size (mm)
300	80.19±2.14a	73.89±2.19a	4.34±0.52a	19.81±2.14a	0.13±0.02a	2.71±0.06
350	81.79±1.42b	74.96±1.07ab	4.51±0.53ab	18.21±1.42b	0.14±0.02b	2.71±0.10
400	82.10±1.33bc	74.49±1.96ab	4.69±0.65bc	17.90±1.32bc	0.15±0.02c	2.68±0.12
450	83.24±1.56c	76.28±2.08b	4.69±0.87c	16.76±1.56c	0.15±0.03c	2.62±0.17
500	83.31±1.48c	76.06±1.80b	4.88±0.74c	16.69±1.48c	0.16±0.03d	2.68±0.15

Remarks: Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 3 Effect of feeding rate on mincing performance at the grinding speeds of 300-500 rpm

Feed rate (kg.hr ⁻¹)	Efficiency (%)	Effective-ness (%)	Capacity (kg/hr)	Accumulation (%)	Energy Used (kW.hr)	Ground size (mm)
5.08	81.61±2.53	74.72±2.49	3.96±0.18a	18.39±2.53	0.17±0.02a	2.70±0.11
5.91	82.21±1.62	74.96±1.68	4.67±0.36b	17.79±1.62	0.15±0.01b	2.70±0.10
6.92	82.56±1.45	75.74±1.66	5.39±0.46c	17.44±1.45	0.13±0.01c	2.66±0.16

Remarks: Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$)

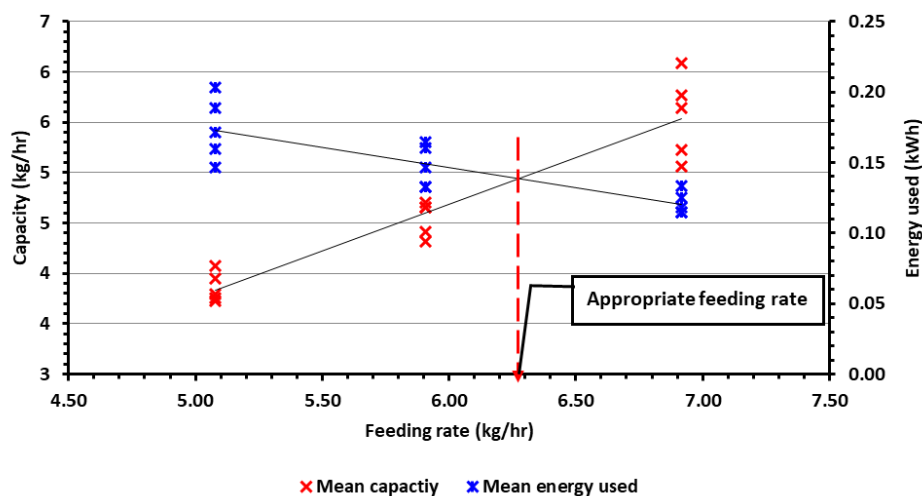


Figure 4 A plot of main effect (feed rate) on mincing performance

การเปรียบเทียบลำไยตกเกรดอบแห้งทั้งเปลือกกับวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่น ๆ

คุณค่าทางโภชนาและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของลำไยตกเกรดอบแห้งทั้งเปลือกแสดงใน (Table 4) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณชี้ให้เห็นว่า มีพลังงานรวม 3,729.65 แคลอรีต่อกรัม คิดเป็นพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์ปีกจากการคำนวณ 2,575.92 แคลอรีต่อกรัม ตามสมการที่ได้ศึกษาจากการหาพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในแม่ไก่ไข่ (Carpenter and Clegg, 1956) โดยค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้มีค่าต่ำกว่าค่าพลังงานรวม เนื่องจากสัตว์ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากโภชนาได้สมบูรณ์ มีการสูญเสียพลังงานทางมูลและปัสสาวะระหว่างการย่อยและดูดซึม (Khajaroen and Khajaroen, 2017) แต่มีค่าต่ำกว่าค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเนื้อในเมล็ดลำไย (Surbkar *et al.*, 2020) ปลายข้าวและข้าวโพดบด (Animal Nutrition Division,

Department of Livestock Development, 2017) ที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตเหมือนกับลำไยตกเกรดอบแห้งทั้งเปลือกที่แสดงในตารางเดียวกัน ซึ่งมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,546.55 3,500 และ 3,370 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ในขณะที่มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) ค่อนข้างสูงและเยื่อใยสูงจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นแหล่งอาหารชั้นในสัตว์กระเพาะรวม (Sruamsiri and Sinman, 2015) และสามารถนำไปใช้ในสัตว์ปีกแต่ในปริมาณที่จำกัด สำหรับในด้านราคาของวัตถุดิบพบว่า ข้าวโพดบดมีค่า 11.91 บาทต่อกิโลกรัม ปลายข้าวมีค่า 14.00 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นราคาในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 (Thai Feed Mill Association, 2023) ชี้ให้เห็นว่าสามารถนำลำไยตกเกรดที่ไม่มีราคามาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ทดแทนการใช้ข้าวโพดหรือปลายข้าวเพื่อลดต้นทุนในการผลิตอาหารสัตว์ได้

Table 4 Chemical composition, energy, and nitrogen-free extract (NFE) of dried degraded whole longan fruit compared to other animal feedstuffs (% air dry)

Chemical composition/Energy	Dried Whole Longan Fruit	Longan seed kernel	Corn	Broken rice
price (Baht/kg)	N/A	N/A	11.91	14.00
Dry matter (%)	88.81	88.44	90.00	89.23
Ash (%)	4.45	1.64	1.3	0.7
Crude protein (%)	6.58	7.08	8	8
Fiber (%)	18.73	5.14	2.5	1
Ether extract (%)	0.61	2.45	4	0.9
Nitrogen Free Extract (NFE) (%)	58.44	72.13	74.2	78.63
Metabolizable energy in poultry (cal/g)	2,575.92	3,546.55	3,370	3,500
Gross energy (cal/g)	3,729.65	4,436.52	-	-

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนเชื้อราใน ลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกบด

ผลการทดลองใน Table 5 ซึ่งให้เห็นว่า ลำไยอบแห้งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 0 1 และ 3 เดือน มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดประมาณ 10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเนื้อลำไยอบแห้ง มผช. 1385/2558 ที่กำหนดไว้ว่า ให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (Thai Industrial Standards Institute, 2015) และแบคทีเรียที่พบใน ลำไยอบแห้งในการทดลองนี้ อาจจะเป็นแบคทีเรียพวกที่ชอบอากาศ เนื่องจากเจริญได้ดีเมื่อเพาะเลี้ยง เชื้อด้วยวิธี spread plate และแบคทีเรียที่แยกได้ อาจจะเป็นแบคทีเรียพวกชอบอุณหภูมิสูง เนื่องจากสามารถมีชีวิตรอดหลังจากการอบลำไยที่อุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียส นาน 28 ชั่วโมง ซึ่งแบคทีเรีย ที่ทนต่อความร้อนมักจะเป็นแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ได้ เช่น *Bacillus cereus*, *Geobacillus stearothermophilus* และ *Clostridium botulinum* เชื้อนี้สามารถสร้าง สารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ได้ ซึ่งแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ได้และพวกทนอุณหภูมิสูง มักก่อปัญหาในผลิตภัณฑ์อาหารทำให้มีความเสี่ยง

ต่อการปนเปื้อนและความเสียหายของผลิตภัณฑ์ ในขณะเก็บรักษา (Lücking *et al.*, 2013) ใน ผลการทดลองนี้ ยังพบว่า ไม่มีเชื้อราเจริญบนอาหาร PDA แต่ในผลการทดลองนี้ พบโคโคไธของแบคทีเรีย เจริญบนอาหาร PDA ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.6 ซึ่งค่อนข้างจะเป็นกรดได้ Clavel *et al.* (2004) พบว่า เชลล์ปกติของแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* รอดชีวิตได้บนอาหารที่มีค่าความเป็น กรด-ด่าง 2.5-5.7 และเอนโดสปอร์ของแบคทีเรียนี้ รอดชีวิตได้ในสภาวะกรด-ด่าง 1.0-5.2 ซึ่งการมี จำนวนจุลินทรีย์อยู่สูงอาจเกิดจากการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์มาจากอุปกรณ์ ภาชนะบรรจุ เครื่องบด ลำไย รวมทั้งสุขลักษณะส่วนบุคคลไม่ดีก็มีผลทำให้ เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ลงสู่ลำไยอบแห้งได้ และแหล่งปนเปื้อนของจุลินทรีย์อาจมาจากอากาศ ก็อาจจะเป็นไปได้ ซึ่งผู้ผลิตลำไยอบแห้งควรใส่ใจความสะอาดและสุขลักษณะและหาทางป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากอากาศ อย่างไรก็ตาม ในการทดลองนี้ ไม่พบเชื้อราเจริญบนอาหาร PDA อาจเป็นผลมาจากเชื้อราถูกทำลายด้วยความร้อน ในขั้นตอนของการอบลำไยที่อุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียส นาน 28 ชั่วโมงก่อนนำมาบด

เนื่องจากเชื้อราส่วนใหญ่จะไม่ค่อยทนต่ออุณหภูมิสูงเหมือนแบคทีเรียบางชนิด ซึ่ง Clear *et al.* (2002) พบว่า การใช้ความร้อนที่ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส นาน 15, 5 และ 2 วัน ตามลำดับ ช่วยกำจัดเชื้อรา *Fusarium graminearum* ออกจากเมล็ดข้าวบาร์เลย์ และข้าวสาลี และในการทดลองนี้ ไม่พบเชื้อราในตัวอย่างลำไยอบแห้งที่เก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลดีต่อการนำลำไยอบแห้งไปใช้เป็นอาหารสัตว์ เพราะหากมีการปนเปื้อนของ

เชื้อราในขั้นตอนของการผลิต หรือระหว่างการเก็บรักษา ก็จะทำให้เกิดผลเสียต่อการนำไปประยุกต์ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากมีเชื้อราบางชนิดที่สร้างสารพิษเป็นอันตรายต่อสัตว์และมนุษย์ และสปอร์ของเชื้อรายังก่อให้เกิดภูมิแพ้ได้ (Adhikari *et al.*, 2004) นอกจากนี้ เชื้อราที่ปนเปื้อนอาจมีผลทำให้อาหารสัตว์มีคุณค่าทางโภชนาการและมีคุณภาพเสื่อมลงอย่างรวดเร็วอีกด้วย

Table 5 Total count of microorganisms on PCA and PDA media cultured by spread plate technique

Date	Month	Micromorganisms on PCA (CFU/g)	SD	Micromorganisms on PDA (CFU/g)	SD
May 7, 2020	0	2.75×10^3	1.15×10^3	7.13×10^3 a	1.36×10^3
Jun 8, 2020	1	1.53×10^3	1.53×10^2	1.38×10^3 b	2.02×10^2
Aug 7, 2020	3	3.57×10^3	8.50×10^2	1.47×10^3 b	2.08×10^2

Remarks: Fungal growth not found on PCA and PDA media

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การบดลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ลำไยที่ใช้ในงานวิจัยเป็นลำไยสดตากเกรดที่ปลูกในฤดูกาลเพาะปลูกปี พ.ศ. 2562 อบจนแห้งแล้วนำมาบด ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. ความเร็วการบดและอัตราการป้อน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อขนาดของลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกภายหลังการบด โดยที่ความเร็วการบด 400-500 รอบต่อนาที ทำให้ประสิทธิภาพการบด ประสิทธิภาพการบด อัตราการทำงาน อัตราการตกค้าง และพลังงานที่ใช้ในการบดไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อคำนึงถึงต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า ควรใช้ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที

2. อัตราการป้อนแปรผันตรงกับอัตราการทำงานและแปรผกผันกับพลังงานที่ใช้ในการบด เมื่อใช้เทคนิคจุดตัดสามารถกำหนดอัตราการป้อนที่เหมาะสมได้ โดยมีค่าประมาณ 6.30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3. ลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกเมื่ออบแล้วมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์ปีกจากการคำนวณต่ำกว่าเนื้อในเมล็ดลำไย ปลายข้าว และข้าวโพดบด มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) ค่อนข้างสูงและเยื่อใยสูง หากจะนำไปเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ควรจำหน่ายไม่เกิน 10 บาทต่อกิโลกรัม

4. ลำไยตากเกรดอบแห้งทั้งเปลือกเมื่ออบแล้วสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้อย่างน้อยระยะเวลา 3 เดือน โดยระหว่างการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ต่ำ และไม่พบเชื้อราในลำไยอบแห้ง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้ทุนอุดหนุนจาก คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2563

เอกสารอ้างอิง

- Adhikari, A., M.M. Sen, S. Gupta-Bhattacharya and S. Chanda. 2004. Airborne viable, non-viable, and allergenic fungi in a rural agricultural area of India: A 2-year study at five outdoor sampling stations. *Science of the Total Environment* 326(1- 3): 123-141. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2003.12.007>.
- Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development. 2017. Animal feed ingredients. Available: <http://nutrition.dld.go.th/nutrition/index.php/the-joomla-project>. (May 1, 2023). [in Thai]
- AOAC. 1995. Official analytical methods. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- ASABE Standards. 2008. Method of determining and expressing fineness of food materials by sieving. ASAE S319.4 FEB2008. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Carpenter, K.J. and K.M. Clegg. 1956. The metabolizable energy of poultry feeding stuffs in relation to their chemical composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 7(1): 45-51.
- Charoenphan, N. 2018. Development of crispy jelly products from substandard longan. *Journal of Science and Technology* 26(5): 834-845. [in Thai]
- Chongrak, N. 2011. Production of activated carbon from longan seeds by activation with zinc chloride and potassium hydroxide. Master's thesis in Environmental Science (Interdisciplinary), Chulalongkorn University. [in Thai]
- Clavel, T., F. Carlin, D. Lairon, C. Nguyen-The and P. Schmitt. 2004. Survival of *Bacillus cereus* spores and vegetative cells in acid media simulating human stomach. *Journal of Applied Microbiology* 97(1): 214-219.
- Clear, R.M., S.K. Patrick, R. Wallis and T.K. Turkington. 2002. Effect of dry heat treatment on seed-borne *Fusarium graminearum* and other cereal pathogens. *Canadian Journal of Plant Pathology* 24(4): 489-498.
- Dutsadee, N., A. Klaewkla and A. Suankamkong. 2014. Value creation of substandard longan. Research report submitted to the office of agricultural research and extension, Maejo University. [in Thai]
- Dutsadee, N., S. Jindarak, T. Rattanadechanakin, Y. Sutatmalee and U. Samaksaman. 2012. Potential of ethanol and biogas production from substandard longan. Research report submitted to the office of agricultural research and extension, Maejo University. [in Thai]
- Khajaroen, S. and Y. Khajaroen. 2017. Non-ruminant animal feed and feeding. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. [in Thai]
- Klaewkla, A., N. Homdoun and K. Sasujit. 2012. Study of activated carbon production from substandard longan by fluidized steam system. Research report, The office of agricultural research and extension, Maejo University. [in Thai]
- Lücking, G., M. Stoeckel, Z. Atamer, J. Hinrichs and M. Ehling-Schulz. 2013. Characterization of aerobic spore-

- forming bacteria associated with industrial dairy processing environments and product spoilage. *International Journal of Food Microbiology* 166(2): 270-279.
- Maikhiagklang, M. 2001. Improvement and evaluation of screw press material grinder for chili grinding. Master's thesis in Engineering, Khon Kaen University. [in Thai]
- Maneewan, B., T. Buajoom, P. Puranaphong and Y. Nanta. 2011. Study of chemical composition, nutrient digestibility, and available energy of longan seeds and kernel in indigenous chickens. The 7th Naresuan Research Conference. Naresuan University. Phitsanulok, Thailand pp. 343-348. [in Thai]
- Mugabi, R., K.M. Eskridge and C.L. Weller. 2017. Comparison of experimental designs used to study variables during hammer milling of corn bran. *Transactions of the ASABE* 60(2): 537-544.
- Mugabi, R., Y.B. Byaruhanga, K.M. Eskridge and C.L. Weller. 2019. Performance evaluation of a hammer mill during grinding of maize grains. *Agricultural Engineering International: Commission Internationale du Genie Rural Journal* 21(2): 170-179.
- Office of Agricultural Economics. 2022. Agricultural economic information by product, year 2022. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. [in Thai]
- Sruamsiri, S. and P. Sinman. 2015. Chemical composition and *in vitro* digestibility of longan processing waste. *Journal of Research and Academic Agriculture* 32 (2): 50-58. [in Thai]
- Suankamkong, A., D. Pengon, P. Kohsungnoen and T. Chaichana. 2012. Production of granulated organic fertilizer from waste in the production process of ethanol and biogas from substandard longan. Research report, The office of agricultural research and extension, Maejo University. [in Thai]
- Surbkar, S., R. Suwitchayanon, B. Hirunsathitporn, P. Klinkhajorn, S. Yodkam, B. Maneewan and R. Surbkar. 2020. Study of longan seed shell separation process for using kernel as animal feed ingredient. *Chiang Mai University Journal of Engineering* 27(3): 191-204. [in Thai]
- Thai Feed Mill Association. 2023. Monthly feed ingredient prices. Available: <https://www.thaifeedmill.com/price-2/>. (September 10, 2023). [in Thai]
- Thai Industrial Standards Institute. 2015. Community product standard dried longan flesh TIS 1385/2015. Ministry of Industry, Bangkok. [in Thai]
- Thai Industrial Standards Institute. 2020. Thai industrial standard TIS 3089-2020 shearing type grinders. Ministry of Industry, Bangkok. [in Thai]
- Wattanacheera, L., N. Lapan, W. Chatchawan C. and A. Thanyacharoen. 2016. Development of biomass fuel briquettes from rice straw mixed with longan waste. *Journal of Research and Development KMUTT* 39(2): 239-255. [in Thai]

แนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในตำบลหนองคล้า อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร Guidelines for the Development of Agro-Tourism in Nong Khla Subdistrict, Sai Ngam District, Kamphaeng Phet Province

ชวานกร ธรรมานิตย์ ชลาธร จูเจริญ* และพัชราวดี ศรีบุญเรือง

Chawanakorn Tharamanit Chalathon Choocharoen* and Patcharavadee Sriboonruang

ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900

* Corresponding author: fagrchch@ku.ac.th

(Received: 8 September 2023; Revised: 17 September 2023; Accepted: 8 November 2023)

Abstract

The objectives of the study were to investigate: 1) personal, economics, and social factors 2) components of being an agro-tourism 3) community potential 4) community needs towards the development of agro-tourism attractions as a guideline 5) problems and obstacles. This research was quantitative research by using a statistical package to analyze the data.

The results found that personal factors most were female, 53.68 percent, with age between 34-54 years old, and had education at the secondary level at 45.96 percent. Basic economic factors included the average agricultural income was 104,372.63 baht, and average agricultural expenditure was 53,124.07 baht. The number of household members, agricultural area land ownership and financial resources, while social factors included group integration, exposure to information via online media 65.26 percent. Needs to participate in agro-tourism development projects were 62.81 percent. Tourist attraction components included attractiveness and beauty, access to tourist attractions, facilities ability to support and tourism activities with a moderate level of opinion. Community potential included service, support, service provision, and attraction with a moderate level of readiness. The needs for developing agricultural tourism guideline included product displays and demonstration plots, tourists participate in activities, allowing tourists to stay overnight in the village, training on new agricultural knowledge and local knowledge, sales of agricultural products and providing opportunities for agribusiness with a high level of demand. The results of the hypothesis testing found that exposure to information, needs to join the project, components of agricultural tourism attractions and community potential related to the need of guidelines for developing agro-tourism attraction at the significance level of 0.01. Problems and obstacles were community participation.

Keywords: guidelines, development, agro-tourism, Kamphaeng Phet

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม 2) องค์ประกอบในการเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร 3) ศักยภาพของชุมชน 4) ความต้องการของชุมชนต่อแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร 5) ปัญหาและอุปสรรค การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เพศหญิง ร้อยละ 53.68 อายุระหว่าง 34-54 ปี ระดับการศึกษามัธยมศึกษา ร้อยละ 45.96 ปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจมีรายได้ด้านการเกษตรเฉลี่ย 104,372.63 บาท รายจ่ายด้านการเกษตรเฉลี่ย 53,124.07 บาท จำนวนสมาชิกในครัวเรือน พื้นที่ทำการเกษตร และ แหล่งเงินทุน ปัจจัยพื้นฐานทางสังคมประกอบไปด้วย การรวมกลุ่ม การเปิดรับข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อออนไลน์ ร้อยละ 65.26 และความต้องการเข้าร่วมโครงการ ร้อยละ 62.81 ด้านองค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวประกอบด้วย ความดึงดูดใจและความสวยงาม การเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว สิ่งอำนวยความสะดวก ความสามารถในการรองรับ และกิจกรรมการท่องเที่ยว มีระดับความคิดเห็นปานกลาง ด้านศักยภาพของชุมชน ประกอบด้วย การบริการ การรองรับการให้บริการ และการดึงดูดใจ มีระดับความพร้อมปานกลาง ความต้องการรูปแบบแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ประกอบด้วย การแสดงสินค้าและแปลงสาธิต การให้นักท่องเที่ยวร่วมทำกิจกรรม การให้นักท่องเที่ยวพักแรมในหมู่บ้าน การอบรมให้ความรู้ด้านการเกษตรแผนใหม่และความรู้ที่เป็นภูมิปัญญา การจำหน่ายสินค้าและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และการให้รู้ทางด้านธุรกิจเกษตร มีความต้องการในระดับมาก ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า การเปิดรับข้อมูลข่าวสาร ความต้องการเข้าร่วมโครงการ องค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตรและศักยภาพของชุมชน มีความสัมพันธ์กับความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ปัญหาและอุปสรรคคือ การรวมกลุ่มในชุมชน

คำสำคัญ : แนวทาง การพัฒนา ท่องเที่ยวเชิงเกษตร กำแพงเพชร

คำนำ

ปัจจุบันทั้งภาครัฐและภาคเอกชนพยายามหาแนวทางในการพัฒนาภาคการเกษตรของประเทศไทย เนื่องจากภาคการเกษตรกรรมมีรายได้ไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต ต้องย้ายถิ่นฐานไปทำงานในภาคอุตสาหกรรม ส่งผลให้คนรุ่นใหม่หันหลังให้อาชีพเกษตรกร ทางภาครัฐพยายามส่งเสริม พัฒนา และผลักดันภาคการเกษตรหลายด้าน โดยในปี 2559 รัฐบาลมีนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งเป็นนโยบายในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเกษตรแบบเดิม ให้เป็นเกษตรแบบใหม่ที่เกษตรกรสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตของตนเอง โดยการนำเอานวัตกรรมหรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาช่วยพัฒนาภาคการเกษตร (Kermkhan, 2018) ทั้งนี้อีกหนึ่งช่องทางที่เข้ามาช่วยในการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร คือ การท่องเที่ยวเชิงเกษตร ถือเป็นกิจกรรมที่ประกอบไปด้วยการเดินทางไปท่องเที่ยวในพื้นที่

ชุมชนเกษตรกรรม เพื่อการพักผ่อน ชื่นชมความสวยงาม ความสำเร็จในกิจกรรมทางการเกษตรในรูปแบบต่าง ๆ ได้มีการเรียนรู้ถึงวิถีชีวิตของเกษตรกรในชนบท โดยการเน้นการมีส่วนร่วมของนักท่องเที่ยวในการทำกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ เกิดประโยชน์ในการสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชน และเกษตรกรในพื้นที่ ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Department of Agricultural Extension, 2002) การท่องเที่ยวจัดเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญ ในการนำสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศไทย สังเกตได้จากการขยายตัวของการท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทุกปี ก่อให้เกิดผลทางด้านเศรษฐกิจโดยรวมเมื่อเทียบกับกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในประเทศ ทั้งในด้านการว่าจ้างแรงงาน และ ตลาดแรงงานในการท่องเที่ยวที่มีการเติบโตจากเดิมอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการพัฒนาการท่องเที่ยวของประเทศไทยที่มีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่าง

มาก อย่างไรก็ตามก็ดี สถานการณ์ตลาดการท่องเที่ยวในปัจจุบันได้มีการแข่งขันอย่างรุนแรง จึงทำให้ประเทศไทยต้องมีการปรับทิศทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวโดยใช้อัตลักษณ์ของประเทศ เช่น การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม การท่องเที่ยวเชิงเกษตร ในปัจจุบันมีความตระหนักถึงความสำคัญของวัฒนธรรมเทศกาล รวมถึงมรดกทางวัฒนธรรมพื้นบ้าน และภาคการเกษตรมากขึ้น (Sanglimsuwan and Sanglimsuwan, 2012)

การส่งเสริมและพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรถือเป็นทางเลือกของการท่องเที่ยวสำหรับนักท่องเที่ยว และยังสร้างมูลค่าเพิ่มแก่เกษตรกรให้สามารถตอบสนองรายได้จากการอนุรักษ์ทรัพยากรเกษตร การจัดสรรประโยชน์ด้านเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบันกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้มีการกำหนดแนวทางส่งเสริมและพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรเพื่อให้เกิดการสร้างรายได้ ด้วยการพัฒนาและฟื้นฟูแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร การสร้างหรือพัฒนาเครือข่ายการท่องเที่ยวเชิงเกษตร และการบริหารจัดการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรไว้ด้วยกัน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การบริหารจัดการ การรองรับการให้บริการ และการดึงดูดใจ (Tourism Development Office, Department of Tourism, 2010)

ดังนั้น การท่องเที่ยวเชิงเกษตร (Agro-tourism) ถือเป็นการท่องเที่ยวที่มีการประยุกต์จากการประกอบอาชีพการเกษตร บนฐานความรู้ ภูมิปัญญาของบรรพบุรุษของเกษตรกรที่สร้างความภาคภูมิใจในอาชีพการเกษตร อีกทั้งยังมีการสัมผัสกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชนชนบท ชนบทธรรมชาติแบบประเพณี รูปแบบกิจกรรมและการประกอบอาชีพทางการเกษตรที่หลากหลายวิถีชีวิตที่มีความเรียบง่ายประกอบกับการประยุกต์เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสม ทัศนียภาพที่สวยงามบนพื้นฐานการจัดการโดยเกษตรกรในชุมชน ทำให้ชุมชนสามารถที่จะพึ่งพาตนเองได้ ทั้งในด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ ทรัพยากรธรรมชาติ และ

ด้านสุขภาพทางจิตใจที่เข้มแข็ง มุ่งเน้นเศรษฐกิจพอเพียงในการดำรงชีวิตและยังเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองและชุมชนได้อย่างยั่งยืน ดังเช่นจังหวัดกำแพงเพชรซึ่งถือเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ทำการเกษตรที่ค่อนข้างมากจังหวัดหนึ่งและยังเป็นเมืองศูนย์กลางการท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์แห่งหนึ่ง เพราะมีโบราณสถานเก่าแก่ซึ่งก่อสร้างด้วยศิลาแลงหลายแห่งรวมอยู่ใน “อุทยานประวัติศาสตร์กำแพงเพชร” ที่ได้รับการพิจารณาคัดเลือกจากองค์การศึกษาวิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ให้ขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลก เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2534 จังหวัดกำแพงเพชรเป็นจังหวัดที่มีทรัพยากรการท่องเที่ยวที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ และวัฒนธรรม มีอุทยานแห่งชาติที่สวยงาม และยังมีแหล่งท่องเที่ยวที่ขึ้นชื่ออีกหลายแห่ง (Kamphaeng Phet Provincial Office, 2021) โดยเฉพาะตำบลหนองคล้า อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร เป็นอีกหนึ่งตำบลของจังหวัดกำแพงเพชร มีประชากรในพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นอาชีพเกษตรกรรม เช่น การทำนา การทำพืชไร่ การทำสวนผลไม้ การปลูกกล้วยน้ำว้า การทำไร่สวนผสม สำหรับอาชีพรอง ได้แก่ การเลี้ยงสัตว์ การประมง การหัตถกรรม การแปรรูปผลผลิต เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันประชากรในหมู่บ้านส่วนใหญ่เริ่มออกไปหางานทำนอกพื้นที่เนื่องจากรายได้ไม่เพียงพอต่อการใช้จ่ายในครัวเรือน ฉะนั้นเพื่อให้ประชากรมีรายได้เพิ่มขึ้น ผู้คนไม่ต้องออกไปหางานทำไกลบ้านจึงมีแนวคิดในการพัฒนาหมู่บ้านสู่การเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร จึงได้มีการรวบรวมผลิตภัณฑ์ที่ชุมชนหมู่บ้านหนองคล้ามีอยู่ให้กลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร เกิดการจ้างงาน การสร้างงานเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร (Nong Khla Subdistrict Administrative Organization, 2019)

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวจึงต้องมีการศึกษาความพร้อมและความต้องการ รวมถึงองค์ประกอบในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร

ศักยภาพในพื้นที่ และหาแนวทางในการพัฒนาเพื่อสร้างการท่องเที่ยวเชิงเกษตรภายในชุมชนตำบลหนองคล้า เพื่อพัฒนาไปสู่การเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืนของชุมชนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

แนวทางการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวในตำบลหนองคล้า อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) ผู้วิจัยได้มีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ให้ทราบถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวในตำบล หนองคล้า อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนหมู่บ้านหนองคล้า อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร จำนวนทั้งหมด 985 คน (Nong Khla Subdistrict Administrative Organization, 2022) ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยการใช้สูตร Yamane (1973) โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (accidental random sampling) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 285 ราย ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบสอบถาม (questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เชิงปริมาณ โดยในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 5 ส่วน 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม 2) องค์ประกอบในการเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร 3) ศักยภาพของชุมชน 4) ความต้องการของชุมชนต่อการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร 5) ปัญหาและอุปสรรค มีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (validity) โดยส่งแบบสอบถามให้

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทดลอง (try out) จำนวน 30 คน นำมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.98 ส่วนการกำหนดการวัดแบบอันตรภาคชั้น (interval scale) ซึ่งสามารถแบ่งระดับตามช่วงคะแนนเฉลี่ย คือ

คะแนนระหว่าง 1.00 - 1.66

คะแนนระหว่าง 1.67 - 2.32

คะแนนระหว่าง 2.33 - 3.00

โดยทั้ง 3 ด้านมีคะแนนระหว่างช่วงเท่ากัน โดยการแปลผลแต่ละด้าน ดังนี้ ด้านองค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร มีการแปลผล ระดับความคิดเห็น ด้านศักยภาพของหมู่บ้านหนองคล้า มีการแปลผล ระดับความพร้อม และความต้องการด้านแนวทางการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร มีการแปลผล ระดับความต้องการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมแบบสอบถาม โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ช่วยในการบันทึก จัดการ และการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 1) การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) ของปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ด้านองค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร ความพร้อมด้านศักยภาพ และความต้องการด้านแนวทางการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร ประกอบไปด้วย ค่าความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าสูงสุด (maximum) และค่าต่ำสุด (minimum) 2) การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน โดยใช้ค่าสถิติไคสแควร์ (chi-square) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 วิเคราะห์

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม องค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร และศักยภาพของชุมชนกับความต้องการด้านแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในตำบลหนองคล้า อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม

จากการวิจัยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 53.68 ระดับการศึกษาสูงสุด ส่วนใหญ่อยู่ในระดับมัธยม (ต้นและปลาย) ศึกษาร้อยละ 45.96 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 42.11 สถานภาพสมรส ร้อยละ 64.56 จำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่อยู่ที่ 4-6 คน คิดเป็นร้อยละ 50.53 มีพื้นที่ในการทำเกษตร (ต่อครัวเรือน) คิดเป็นร้อยละ 46.67 จำนวนพื้นที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่น้อยกว่า 10 ไร่ ร้อยละ 67.02 การครอบครองที่ดินส่วนใหญ่ไม่มีที่ดิน ร้อยละ 53.33 รายได้ด้านการเกษตรเฉลี่ยต่อครัวเรือน 104,372.63 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 55.09 รายจ่ายด้านการเกษตรเฉลี่ยต่อครัวเรือน 53,124.07 บาท ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 67.02 คนในชุมชนหมู่บ้านส่วนใหญ่กู้ยืมเงิน คิดเป็นร้อยละ 61.40 การรวมกลุ่มในหมู่บ้านส่วนใหญ่ไม่มีการรวมกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 90.88 ชุมชนในพื้นที่ส่วนใหญ่เปิดรับข้อมูลข่าวสารผ่านทางช่องทางออนไลน์ คิดเป็นร้อยละ 65.26 ประชาชนในพื้นที่ส่วนใหญ่ต้องการเข้าร่วมโครงการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในตำบลหนองคล้า คิดเป็นร้อยละ 62.81 เนื่องจาก ปัจจุบันปัญหาคุณภาพชีวิตเริ่มแย่ลง เกิดการกู้ยืมเงินมากขึ้น ประชากรที่อยู่ในหมู่บ้านส่วนใหญ่ล้วนเป็นผู้หญิงมีระดับการศึกษาเพียงมัธยมศึกษา รายได้จากการทำการเกษตรเริ่มลดลง

ภายในหมู่บ้านไม่เกิดการรวมกลุ่มกันส่งผลให้เกิดความแตกแยก ขาดความสามัคคี และขาดการพัฒนาโดยประชาชนในชุมชนได้เริ่มตระหนักถึงปัญหาเหล่านี้ จึงเริ่มมีแนวคิดที่ต้องการพัฒนาชุมชนให้ดีขึ้น มีความต้องการรวมกลุ่มเพื่อนำสินค้าภูมิปัญญาในชุมชนมาพัฒนาให้กลายเป็นจุดเด่น เพิ่มมูลค่ายกระดับคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นจากเดิม สร้างงานสร้างรายได้ให้กับตนเอง ครอบครัวยุ และชุมชน

องค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวในตำบลหนองคล้า อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร

จากการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นเรื่ององค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวในตำบลหนองคล้า ในภาพรวมอยู่ในระดับ ปานกลาง เฉลี่ย 2.17 เมื่อมาพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวมีระดับความคิดเห็นมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 2.29 รองลงมา คือ ความดึงดูดใจและความสวยงามของชุมชน คะแนนเฉลี่ย 2.26 สิ่งอำนวยความสะดวกในชุมชน คะแนนเฉลี่ย 2.14 กิจกรรมการท่องเที่ยว คะแนนเฉลี่ย 2.08 และความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยว คะแนนเฉลี่ย 2.07 (Table 1) ซึ่งจะเห็นได้ว่า การเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว และสิ่งดึงดูดใจนั้นจัดเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะเป็นสิ่งจูงใจให้กับนักท่องเที่ยวในการเดินทางมาท่องเที่ยว ณ สถานที่นั้น ซึ่งภายในชุมชนนั้นมีทางเข้าออกชุมชนด้วยกันทั้งหมด 3 เส้นทางด้วยกัน แต่ละเส้นทางเป็นถนนลาดยางจึงสามารถที่จะเดินทางเข้าออกชุมชนได้อย่างสะดวก ภายในชุมชนมีความสวยงามที่หลากหลายทั้ง วิถีชีวิตของคนในชุมชน กิจกรรมภายในชุมชนและรูปแบบการทำการเกษตรของคนในชุมชน

Table 1 Opinion components of agro-tourism

Components of agro-tourism	$\bar{X}$	S.D	Level of opinion
Attractiveness and beauty of the community	2.26	0.56	Moderate
Access to attractions	2.29	0.50	Moderate
Community facilities	2.14	0.62	Moderate
The ability to accommodate tourists	2.07	0.67	Moderate
Tourism activities	2.08	0.69	Moderate
Total	2.17	0.52	Moderate

ศักยภาพของชุมชนหมู่บ้านหนองคล้า

จากการวิเคราะห์ระดับความพร้อมเรื่อง ศักยภาพของชุมชนหมู่บ้านหนองคล้ารวมทุกด้าน เฉลี่ย 2.25 เมื่อนำมาพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ศักยภาพการรองรับมีระดับความพร้อมมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 2.31 รองลงมา คือ ศักยภาพ การบริหารจัดการ คะแนนเฉลี่ย 2.30 ศักยภาพ การดึงดูดใจ คะแนนเฉลี่ย 2.22 และศักยภาพ

การให้บริการ คะแนนเฉลี่ย 2.20 (Table 2) ซึ่งจะ เห็นว่า การพัฒนาศักยภาพของชุมชนนั้น เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในการยกระดับวิถีชีวิตใหม่ เพื่อสร้างความมั่นคง และเสริมสร้างความเข้มแข็ง แก่ชุมชน โดยภายในชุมชนมีทรัพยากรเกษตร ที่พร้อม มีการจัดการวางแผนเกี่ยวกับกิจกรรม มีสถานที่มีความสะดวกสบาย ที่จะนำเสนอให้กับ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมา

Table 2 Readiness potential of the community

Potential of the community	$\bar{X}$	S.D	Level of readiness
Management potential	2.30	0.51	Moderate
Support potential	2.31	0.52	Moderate
Service potential	2.20	0.58	Moderate
Attraction potential	2.22	0.57	Moderate
Total	2.25	0.49	Moderate

ความต้องการแนวทางในการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร

คนในชุมชนมีความต้องการรูปแบบ แนวทางในการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยภาพรวมอยู่ในระดับ มาก เฉลี่ย 2.40 เมื่อนำ มาพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า รูปแบบในการจำหน่าย สินค้าและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร มีความต้องการ มากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 2.48 รองลงมาคือ รูปแบบ การแสดงสินค้าและแปลงสาธิต คะแนนเฉลี่ย 2.47 รูปแบบการให้รู้ทางด้านธุรกิจ คะแนนเฉลี่ย 2.45 รูปแบบการอบรมให้ความรู้ด้านการเกษตร

แผนใหม่และความรู้ด้านภูมิปัญญาชาวบ้าน คะแนนเฉลี่ย 2.40 รูปแบบการให้นักท่องเที่ยว ร่วมทำกิจกรรมในระยะเวลายาว คะแนนเฉลี่ย 2.32 อยู่ในระดับปานกลาง และความต้องการ รูปแบบแนวทางสุดท้ายคือ รูปแบบการให้ นักท่องเที่ยวพักแรมในหมู่บ้าน คะแนนเฉลี่ย 2.27 อยู่ในระดับ ปานกลาง ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งรูปแบบการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร ที่คนในชุมชนมีความต้องการนั้นเพื่อเป็นแนวทาง ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต สร้างจุดเด่นและจุดขาย ในชุมชน เพิ่มรายได้ สร้างงานให้คนในชุมชนซึ่ง

ความรู้ในการนำรูปแบบแนวทางการพัฒนานี้ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญในการยกระดับมาตรฐานชีวิตของคนในชุมชนให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Kamchan and Pienroj (2015) ศึกษารูปแบบการท่องเที่ยวของอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานีในมุมมองของนักท่องเที่ยวชาวไทย พบว่า มีเพียง 5 รูปแบบในการท่องเที่ยวเท่านั้นที่ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์

ยอมรับได้ประกอบด้วย รูปแบบที่ 1 ชื่อว่ามนต์เสน่ห์ธรรมชาติ และชีวิตเศรษฐกิจพอเพียง รูปแบบที่ 2 ชื่อว่าธรรมชาติที่ลงตัวกลางเมืองคนดี รูปแบบที่ 3 ชื่อว่าท่องเที่ยวชุมชนลุ่มน้ำตาปี รูปแบบที่ 4 ชื่อว่าชมหิ่งห้อยคลองร้อยสาย และรูปแบบที่ 5 ชื่อว่าสุขภาพความงามที่สร้างได้

Table 3 Need approaches the development of agro- Tourism

Approaches the development of agro -Tourism	$\bar{X}$	S.D	Level of needs
Product display format and demo plots	2.47	0.55	High
Tourists to participate activities in a short period of time	2.32	0.58	Moderate
Tourists stay in the village	2.27	0.69	Moderate
Training educates new agricultural knowledge about local wisdom	2.40	0.60	High
Distribution of agricultural products	2.48	0.54	High
Provide avenues for agribusiness	2.45	0.61	High
Total	2.40	0.50	High

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล องค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวและศักยภาพของชุมชนหมู่บ้านหนองคล้าต่อแนวทางการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร

การเปิดรับข้อมูลข่าวสารมีความสัมพันธ์กับความต้องการแนวทางในการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 (Table 4) ซึ่งการเปิดรับข้อมูลข่าวสาร โดยส่วนใหญ่เป็นการรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากสื่อออนไลน์ ซึ่งควรมีการกำหนดวัตถุประสงค์ ด้านการรับรู้ และการเปิดรับข้อมูลข่าวสารด้านการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในที่อื่น ๆ อาจจะส่งผลให้คนในชุมชนทราบข้อมูลเกี่ยวกับนักท่องเที่ยวที่มีความรู้สึกว่าได้ได้รับความคุ้มค่าในการตัดสินใจเดินทางมายังสถานที่นั้น เพื่อการเตรียมความพร้อมของการรับมือนักท่องเที่ยวที่มาท่องเที่ยวในชุมชนของตนเอง สอดคล้องกับ Vichaidit and Sampattavanija (2022) ศึกษาความสัมพันธ์ของการเปิดรับข้อมูลข่าวสารภายใน

องค์กร บรรยายภาคการสื่อสารภายในองค์กรสัมพันธ์ภาพระหว่างบุคคล กับการเข้าร่วมกิจกรรมขององค์กรพบว่า การเปิดรับข้อมูลข่าวสาร บรรยายภาคการสื่อสาร และสัมพันธ์ภาพระหว่างบุคคลมีความสัมพันธ์กับการเข้าร่วมกิจกรรม โดยบุคลากรที่เปิดรับข้อมูลข่าวสารมากจะมีความคิดเห็นต่อบรรยายภาคการสื่อสารและมีสัมพันธ์ภาพระหว่างบุคคลเป็นเชิงบวกมาก

ความต้องการเข้าร่วมโครงการมีความสัมพันธ์กับความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 (Table 4) ซึ่งจะเห็นได้ว่า คนในชุมชนมีความต้องการและพร้อมให้ความร่วมมือในการพัฒนาปรับเปลี่ยนแนวคิดและทัศนคติเพื่อให้ชุมชนหมู่บ้านเกิดเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร อย่างยั่งยืน มีรายได้ที่เพิ่มมากขึ้นให้กับคนในชุมชนอย่างยั่งยืน มีอาชีพ สมาชิกในครัวเรือนไม่จำเป็นต้องออกไปหางานทำในต่างจังหวัด สอดคล้องกับ Imman *et al.*

(2020) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อทัศนคติและความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการหนึ่งหมอนหนึ่งหมู่บ้าน ในพื้นที่ ต.ลานข่อย อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง ซึ่งพบว่า ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล ได้แก่ อาชีพ มีความสัมพันธ์ต่อทัศนคติ และเพศมีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจในโครงการหนึ่งหมอนหนึ่งหมู่บ้าน

องค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์กับความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 (Table 4) ซึ่งจะเห็นได้ว่า องค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญต่อการตัดสินใจในการเดินทางมาสถานที่ท่องเที่ยว และยังสำคัญต่อพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวในการตัดสินใจกลับมาเที่ยวซ้ำ ซึ่งการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวถือเป็นส่วนสำคัญในการตัดสินใจในลำดับแรก ๆ เนื่องจากนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ชอบความสะดวกสบายในการเดินทาง และการที่สามารถนำพาหนะของตนเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวทำให้ลดระยะเวลาในการเดินทางได้ สอดคล้องกับ Phumphaiboon (2008) ศึกษาเรื่อง องค์ประกอบการท่องเที่ยวและทัศนคติในการพัฒนาการท่องเที่ยว ชุมชนบ้านบุ แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร พบว่า ชุมชนบ้านบุมีองค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวมีศักยภาพปานกลางถึงสูง ด้านทางกายภาพ สิ่งอำนวยความสะดวก และการเข้าถึงพื้นที่ ในระดับศักยภาพปานกลาง ควรปรับปรุงในด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเรือนและทางเดินรวมทั้งระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อเกื้อหนุนในศักยภาพในชุมชน

ศักยภาพของชุมชนมีความสัมพันธ์กับความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 (Table 4) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความพร้อมในการจัดหาบริการสำหรับนักท่องเที่ยวได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพกับสภาพแวดล้อมของแหล่งท่องเที่ยว อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบที่ช่วยสร้างความประทับใจให้กับนักท่องเที่ยว และแสดงให้เห็นถึงคุณค่าของสถานที่ท่องเที่ยว ความสะดวกสบายในการเข้าถึงสถานที่ การได้ใช้บริการต่าง ๆ ที่ทางสถานที่ท่องเที่ยวจัดเตรียมไว้ ดังนั้นศักยภาพการรองรับและข้อจำกัดในการรองรับนักท่องเที่ยวที่เดินทางมายังสถานที่ท่องเที่ยว ส่งผลให้ชุมชนเกิดการพัฒนาศักยภาพสถานที่ท่องเที่ยวที่รองรับนักท่องเที่ยวได้อย่างยั่งยืน สอดคล้องกับ Rattanathawornkiti *et al.* (2023) ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงเกษตรบ้านบัวขุนจง ตำบลบัวเขต อำเภอบัวเขต จังหวัดสุรินทร์ พบว่า บ้านบัวจง เป็นชุมชนที่มีการปลูกผักอินทรีย์ มีการจัดการแปลงผักอินทรีย์ร่วมกันในชุมชน และยังมีผลไม้ของเกษตรกรในพื้นที่ ผลการประเมินศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ใช้การประเมินศักยภาพทั้ง 5 ด้าน พบว่า มีศักยภาพด้านสิ่งดึงดูดใจทางการท่องเที่ยว และด้านกิจกรรมการท่องเที่ยว ด้านศักยภาพของผู้นำเที่ยว ด้านการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว และด้านสิ่งอำนวยความสะดวก

Table 4 Relationship of development of agro-tourism in Nong Khla subdistrict, Sai Ngam district, Kamphaeng Phet province

Factors	Relationship of development of agro-tourism		
	X ²	p - value	Significance
Media exposure	31.368**	0.000	Sig.
Requirement to join the project	6.842**	0.033	Sig.
Components of agro-tourism	87.581**	0.000	Sig.
Potential of the community	150.488**	0.000	Sig.

Remarks: **Significance level at 0.01

ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคของการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตรในหมู่บ้านหนองคล้า อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร คือ การไม่รวมกลุ่มของคนในชุมชน ส่งผลให้การจัดระเบียบในชุมชนเป็นไปได้ไม่เต็มที่

สรุปผลการวิจัย

คนในชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 43.11 ปี การศึกษาระดับมัธยมศึกษา ร้อยละ 45.96 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน เฉลี่ย 3.71 คน รายได้ด้านการเกษตรเฉลี่ย 104,372.63 บาท รายจ่ายด้านการเกษตรเฉลี่ย 53,124.07 บาท มีการเปิดรับข้อมูลข่าวสารผ่านทางช่องทางออนไลน์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65.26 มีความต้องการที่จะเข้าร่วมโครงการพัฒนาหมู่บ้านให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยว คิดเป็นร้อยละ 62.81 ปัญหาที่พบส่วนใหญ่เป็นเรื่องการรวมกลุ่มของคนในชุมชน องค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร มีการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวอยู่ในระดับความคิดเห็นมากที่สุด ร้อยละ 2.29 รองลงมา ความดึงดูดใจและความสวยงามของชุมชน ร้อยละ 2.26 สิ่งอำนวยความสะดวกในชุมชน ร้อยละ 2.14 กิจกรรมการท่องเที่ยว ร้อยละ 2.08 และความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยว ร้อยละ 2.07 ด้านศักยภาพการรองรับอยู่ในระดับความพร้อมมากที่สุด ร้อยละ 2.31 รองลงมา ศักยภาพการบริหารจัดการ ร้อยละ 2.30 ศักยภาพการดึงดูดใจ ร้อยละ 2.22 และศักยภาพการให้บริการ ร้อยละ 2.20 ความต้องการรูปแบบแนวทางในการพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตรในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 2.40 การจำหน่ายสินค้าและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร มีความต้องการมากที่สุด ร้อยละ 2.48 รองลงมา การแสดงสินค้าและแปลงสาธิต ร้อยละ 2.47 การให้รู้ทางด้านธุรกิจเกษตร ร้อยละ 2.45 การอบรมให้ความรู้ด้านการเกษตรแผนใหม่ และความรู้ที่เป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน ร้อยละ 2.40 การให้นักท่องเที่ยวร่วมทำกิจกรรมในระยะเวลาอันสั้น

ร้อยละ 2.32 และการให้นักท่องเที่ยวพักแรมในหมู่บ้าน ร้อยละ 2.27

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล ที่ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจคือ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน พื้นที่ทำการเกษตร จำนวนพื้นที่ทำการเกษตร รายได้ด้านการเกษตร และรายจ่ายด้านการเกษตรไม่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ปัจจัยพื้นฐานทางสังคม มีเพียงการรวมกลุ่มที่ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ส่วนการเปิดรับข้อมูลข่าวสาร และความต้องการเข้าร่วมโครงการมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร องค์ประกอบสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร และศักยภาพของชุมชนมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารั้วนี้ สำเร็จไปได้ด้วยความอนุเคราะห์ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลจาก นายศุภวัฒน์ ศักพวงษ์ ผู้ใหญ่บ้านหนองคล้า นายภาคภูมิ จำปีทอง นักพัฒนาชุมชนชำนาญการ และนายสารัตน์ ตั้งเขตการ นายยกองค์การบริหารส่วนตำบลหนองคล้า และคนในชุมชนหมู่บ้านหนองคล้าทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Department of Agricultural Extension. 2002. Handbook for implementing the agricultural tourism promotion and development project, fiscal year 2002. Department of Agricultural Extension, Bangkok. [in Thai]

- Imman, R., M. Choomanee, S. Binlateh, U. Kahyee, O. Anan, W. Made, and K. Noipha. 2020. Factors correlating attitudes and satisfaction of participants in one doctor, one house project of Lan Khoi subdistrict, Pa Phayom district, Phatthalung province. *Research and Development Health System Journal*, 13(1): 338-347. [in Thai]
- Kamchan S. and N. Pienroj. 2015. Tourism patterns in Amphur Muang Surat Thani: The perspective of domestic tourists. *Srinakharinwirot Business Journal*, 6(2): 112-122. [in Thai]
- Kamphaeng Phet Provincial Office. 2021. Kamphaeng Phet provincial development plan, 2023-2027. Kamphaeng Phet: Kamphaeng Phet Provincial Office. Available : https://mua.kpru.ac.th/FrontEnd_Plan/public/uploads/publication/information/165414196002020606222230301010.pdf (September, 14, 2023). [in Thai]
- Kermkhan, J. 2018. The perspective of agro tourism development in Thailand. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 36(2): 162-167. [in Thai]
- Nong Khla Subdistrict Administrative Organization. 2019. Local development plan, 2018-2022. Sai Ngam: Nong Khla subdistrict administrative organization. Available: https://www.nk.go.th/uploads/docs/1701_20220620150332_0.pdf (September 14, 2023). [in Thai]
- Nong Khla Subdistrict Administrative Organization. 2022. Local development plan, 2023-2027. Sai Ngam: Nong Khla Subdistrict Administrative Organization. Available : https://www.nk.go.th/uploads/docs/1779_20220824115118_0.pdf (September 14, 2023). [in Thai]
- Phumphai boon, T. 2008. Tourism components and attitudes toward community tourism development in Ban Bu, Siriraj subdistrict, Bangkok Noi district, Bangkok. Master's Thesis in Environmental Planning for Community and Rural Development, Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University. [in Thai]
- Rattanathawornkiti, H., S. Phayakkanant, R. Rungsawang, T. Sittisua, and K. Wattanagosol. 2023. The potential development of the agricultural tourism in Ban Bua Khun Jong village, Buachet district, Surin. *Journal of Local Governance and Innovation*, 7(1): 1-16. [in Thai]
- Sanglimsuwan, K. and S. Sanglimsuwan. 2012. Sustainable cultural heritage tourism. *Executive Journal*, 32(4): 139-146. [in Thai]
- Tourism Development Office, Department of Tourism, Ministry of Tourism and Sports. 2010. Handbook for the evaluation of tourism site quality standards. Ministry of Tourism and Sports, Bangkok. [in Thai]
- Vichaidit, P. and P. Sampattavanija. 2022. The relationship among information exposure in organization, organizational communication climate, interpersonal relationship and participation in organizational activities. *Journal of Communication Arts Review*, 26(3): 182-195. [in Thai]
- Yamane, T. 1973. *Statistics: An Introductory analysis*. 3rd. Harper and Row Publication, New York.

ผลของวิธีการทำแห้งต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพปริมาณไซยาไนด์คงเหลือ และคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของฟลาวมันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 11

Effect of Drying Methods on Physicochemical Properties and Residual Cyanide Content of Cassava Flour from Rayong 11 Variety

กฤติกา ชุนหวีจิตร* และนิสากร ศรีธัญรัตน์

Krittika Chunwijitra* and Nisakorn Srithanyarat

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000

Department of Food Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom 48000

* Corresponding author: Krittika@npu.ac.th

(Received: 1 October 2023; Revised: 7 January 2024; Accepted: 15 January 2024)

Abstract

This research investigated the effects of five different drying methods (namely sun drying for 3 days, solar drying for 3 and 7 days, and hot air oven drying for 3 and 12 hrs) on the residual cyanide content and physicochemical properties of cassava flour from the Rayong 11 variety. The results show that sun drying was a highly effective method, with a cyanide reduction rate of 96.75%. This effectiveness is attributed to the prolonged enzymatic reaction time, allowing the linamarase enzyme to facilitate the hydrolysis of cyanogenic glycoside into cyanohydrin and free cyanide, compared to other drying methods. However, the color parameter, specifically the lightness (L^*), of the five samples of cassava flour dried using different methods ranged from 93.80 ± 0.05 to 97.17 ± 0.12 . The lightness (L^*) decreased, while redness (a^*) and yellowness (b^*) significantly increased with a statistical significance level ($p \leq 0.05$) as the drying duration increased. Cassava flour dried in the solar dryer for 3 days exhibited the highest peak viscosity (219 ± 1.4 RVU), while cassava flour dried in the solar dryer for 7 days exhibited the highest water absorption (2.12 ± 0.04 g/g dry weight). The cassava flour produced by all five methods had moisture content within the standard limit for cassava products, not exceeding 14.0% by dry weight and the water activity was lower than 0.6. The data from the studies indicates that it is possible to produce low-cyanide cassava flour from bitter cassava by sun drying or solar drying, which can be used as a database for future studies.

Keywords: Cassava flour, cyanide, physicochemical

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของวิธีการทำแห้งที่แตกต่างกัน 5 วิธี (การตากแดดนาน 3 วัน การตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นาน 3 และ 7 วัน และการอบด้วยตู้อบลมร้อนนาน 3 และ 12 ชั่วโมง) ที่มีต่อปริมาณไซยาไนด์คงเหลือและคุณภาพทางเคมีกายภาพของฟลาวมันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 11 พบว่า การทำแห้งด้วยการตากแดด

มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไซยาไนด์สูงที่สุด คือ ร้อยละ 96.75 ในขณะที่คุณสมบัติด้านสีของฟลาวมันส์สำหรับผลิตภัณฑ์ได้ทั้ง 5 ตัวอย่างมีค่าความสว่างอยู่ที่ 93.80 ± 0.05 ถึง 97.17 ± 0.12 การเพิ่มระยะเวลาการทำแห้งส่งผลทำให้ค่าความสว่างลดลง ค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ฟลาวมันส์สำหรับที่ได้จากการตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์นาน 3 วัน มีค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) มากที่สุด (219 ± 1.4 RVU) ในขณะที่ฟลาวมันส์สำหรับที่ได้จากการตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์นาน 7 วัน มีค่าการดูดซับน้ำมากที่สุด (2.12 ± 0.04 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ทั้งนี้ฟลาวมันส์สำหรับที่ได้ทั้ง 5 วิธี มีค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์มันส์สำหรับ คือ ไม่เกินร้อยละ 14.0 โดยน้ำหนัก และค่าปริมาณน้ำอิสระของฟลาวมันส์สำหรับที่ได้มีค่าไม่เกิน 0.6 จากข้อมูลการศึกษาข้างชี้ว่า มีความเป็นไปได้ในการผลิตฟลาวมันส์สำหรับไซยาไนด์ต่ำจากมันส์สำหรับชนิดผสมด้วยวิธีการตากแดดหรือตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลการศึกษาในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: ฟลาวมันส์สำหรับ ไซยาไนด์ เคมีกายภาพ

คำนำ

มันส์สำหรับเป็นพืชที่ทนต่อสภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้งและสภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี อีกทั้งเป็นพืชที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรตและเส้นใยอาหาร เป็นแหล่งของอาหารที่ให้พลังงานอันดับที่ 4 รองจากข้าว น้ำตาล และข้าวโพด มันส์สำหรับแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ชนิดหวาน (sweet cassava) เป็นชนิดที่มีปริมาณไซยาไนด์และปริมาณแป้งต่ำ นิยมนำมาบริโภคโดยตรงแต่มีการปลูกที่น้อย และชนิดขม (bitter cassava) เป็นชนิดที่มีปริมาณแป้งสูงแต่มีไซยาไนด์สูงทำให้มีรสขมและเป็นพิษ ไม่สามารถบริโภคได้โดยตรง นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันส์สำหรับ อุตสาหกรรมผลิตเบียร์ และอาหารสัตว์ เป็นต้น มันส์สำหรับชนิดผสมมีผลผลิตปริมาณมากประมาณ 34 ล้านตันต่อปี ทำให้มีราคาขายที่ต่ำระหว่างปี พ.ศ. 2562 - 2566 มีราคาขายเฉลี่ยเพียงกิโลกรัมละ 2.15 ถึง 3.48 บาท (Thailand Tapioca Development Institute Foundation, 2023) ด้วยราคาขายที่ต่ำ อีกทั้งยังเป็นพืชที่ทนต่อสภาพภูมิอากาศและเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต จึงเป็นที่น่าสนใจในการนำมันส์

สำหรับชนิดผสมมาใช้ประโยชน์ในการเป็นอาหารหลักเพื่อแก้ไขภาวะขาดแคลนอาหารในประเทศยากจน เพื่อให้เกิดความมั่นคงทางอาหารของมนุษย์ อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของมันส์สำหรับชนิดผสม คือ ปริมาณไซยาไนด์ที่สูง และมีการแปรรูปเฉพาะในระดับอุตสาหกรรมเท่านั้น

ฟลาวมันส์สำหรับ ได้จากการนำมันส์สำหรับมาอบแห้งแล้วปั่นโดยไม่มีการสกัดเยื่อใยอาหารออก มักทำมาจากมันส์สำหรับชนิดหวานเนื่องจากมีปริมาณไซยาไนด์ต่ำ ปัจจุบันมีการพัฒนานำเอามันส์สำหรับชนิดผสม เช่น พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มาผลิตเป็นฟลาวมันส์สำหรับไซยาไนด์ต่ำในระดับอุตสาหกรรม (Dutchanee, 2022) ซึ่งต้องอาศัยเครื่องจักรเข้ามาช่วยในขั้นตอนกระบวนการผลิต อาทิเช่น เครื่องฟาน เครื่องสับ เครื่องตีบั่น ตู้อบลมร้อน เป็นต้น โดยฟลาวมันส์สำหรับที่ได้ สามารถนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบและผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเส้น สำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่แพ้โปรตีนข้าวสาลีหรือกลูเตน แม้ฟลาวมันส์สำหรับที่ผลิตได้จากมันส์สำหรับชนิดผสมจะมีการนำมาใช้เพิ่มมากขึ้น แต่ก็ยังมีข้อจำกัด กล่าวคือ สามารถผลิตได้เฉพาะในระดับ

อุตสาหกรรมเนื่องจากต้องอาศัยเครื่องจักรราคาสูง กลุ่มประชาชนทั่วไปเข้าถึงวิธีการผลิตได้ยาก อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลการศึกษาการผลิตฟลาวมันสำปะหลังด้วยวิธีอื่น ๆ มากนัก ดังนั้น จึงได้มีการศึกษาวิธีการผลิตฟลาวมันสำปะหลังอย่างง่าย โดยดัดแปลงวิธีการผลิตจากงานวิจัยของ Chotiniranat (2006) ที่ผลิตฟลาวมันสำปะหลังไซยาไนด์ต่ำจากพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ด้วยการใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่มีในครัวเรือนตามความพร้อมและความเข้าถึงเครื่องมือของประชาชน พร้อมทั้งเปรียบเทียบวิธีการทำแห้งฟลาวมันสำปะหลัง ได้แก่ การตากแดดแบบธรรมชาติ การตากแห้งในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ เปรียบเทียบกับการทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรมที่มีผลต่อปริมาณไซยาไนด์คงเหลือและคุณภาพทางเคมีกายภาพของฟลาวมันสำปะหลัง การวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้มันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งเป็นมันสำปะหลังประเภทที่มีรสขม และปลูกในจังหวัดนครพนมมาใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมฟลาวมันสำปะหลัง

นำมันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 11 บนพื้นที่ปลูกในตำบลโพธิ์ตาก อำเภอเมืองนครพนม จังหวัดนครพนม มาเตรียมตัวอย่างโดยดัดแปลงจากวิธีของ Chotiniranat (2006) คือ นำสำปะหลังมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก ฝานเป็นแผ่นบางขนาด 1-2 มิลลิเมตร บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 2 ชั่วโมง จากนั้นบีบน้ำออก ซึ่งตัวอย่าง 500 กรัม เพื่อใช้ทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ ตากแดดนาน 3 วัน ตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์นาน 3 และ 7 วัน และอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 และ 12 ชั่วโมง ในการศึกษาครั้งนี้ไม่กำหนดปริมาณค่าความชื้นสุดท้าย เนื่องจากต้องการศึกษาผลของวิธีการทำแห้งและระยะเวลาในการทำแห้งต่อประสิทธิภาพในการลดปริมาณไซยาไนด์ในฟลาวมันสำปะหลังเป็นหลัก จากนั้นนำตัวอย่างไปบดให้เป็นผงละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช บันทึกข้อมูลร้อยละของผลผลิตฟลาวมันสำปะหลัง และนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพต่อไป

$$\text{ร้อยละของผลผลิตฟลาวมันสำปะหลัง (\% Yield)} = \frac{\text{น้ำหนักฟลาวมันสำปะหลัง}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบมันสำปะหลังสด}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) ประกอบไปด้วย 5 ทรีทเมนต์ ได้แก่ การตากแดดนาน 3 วัน การตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นาน 3 และ 7 วัน และการอบด้วยตู้อบลมร้อนนาน 3 และ 12 ชั่วโมง โดยทำการทดลองทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS Version 17

วิเคราะห์คุณภาพด้านสี

วิเคราะห์ค่าสี L^* a^* และ b^* ของฟลาวมันสำปะหลังสด ที่ได้จากการหั่นครึ่งหัวมัน แล้วนำเฉพาะส่วนเนื้อมาทำการวิเคราะห์ และฟลาวมันสำปะหลัง ด้วยเครื่องวัดสี (รุ่น CR-400, Minolta, Japan) โดยวัดค่าสีของแต่ละทรีทเมนต์จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 จุด

วิเคราะห์ค่าการดูดซับน้ำของฟลาวมัน สำปะหลัง

ชั่งตัวอย่างฟลาวมันสำปะหลัง 2 กรัม ใส่ในหลอดเหวี่ยงที่ทราบน้ำหนัก จากนั้นเติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที แล้วนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 4000 rpm นาน 25 นาที จากนั้นแยกสารละลายส่วนใสออกและชั่งน้ำส่วนที่เหลือ ทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณน้ำที่ตัวอย่างดูดไว้ และคำนวณปริมาณน้ำที่ดูดซับต่อปริมาณตัวอย่างเริ่มต้น ทำการทดสอบทริทแมนท์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง ตามวิธีของ Elkhailifa *et al.* (2005)

วิเคราะห์ค่าความหนืด

ชั่งตัวอย่างฟลาวมันสำปะหลัง 3 กรัม เติมน้ำกลั่น 25 กรัม ลงในถ้วยอะลูมิเนียม แล้วนำไป

วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดความหนืด RVA (รุ่น RVA 4500, Perten Instruments, USA) โดยทำการทดสอบทริทแมนท์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง ตาม Newport Scientific Method (1995)

วิเคราะห์ความชื้น

ชั่งน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมที่ผ่านการอบแห้งจนมีน้ำหนักคงที่แล้วบันทึกน้ำหนักชั่งตัวอย่างใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียม 2 กรัม บันทึกน้ำหนัก นำตัวอย่างไปอบในตู้อบลมร้อนโดยเปิดฝากล้วยอะลูมิเนียมบางส่วน อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักตัวอย่างคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้น โดยทำการทดสอบทริทแมนท์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง ตามวิธีของ AOAC (2005)

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

วิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี

วิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity: a_w) ด้วยเครื่องวัดกิจกรรมน้ำ (รุ่น LabMaster- a_w Neo, Novasina, Switzerland) ทำการทดสอบทริทแมนท์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง

วิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์

ปริมาณไซยาไนด์วิเคราะห์ตามวิธีของ O' Brien *et al.* (1994) โดยนำตัวอย่างฟลาวมันสำปะหลังมาสกัดด้วยกรดฟอสฟอริก กรองเอาส่วนใส จากนั้นเติม 0.1 โมลาร์ฟอสเฟตบัฟเฟอร์และเอนไซม์ลินามาเลส บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นเติม 0.2 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์

0.1 โมลาร์ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และคลอลามีนที่ 0.2 มิลลิลิตร แล้วแช่น้ำเย็นนาน 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายไพรีดีน/ไพราโซโลน 0.8 มิลลิลิตร (เตรียมโดยผสม 0.05 กรัม ไพราโซโลน และ 0.25 กรัม 3-methyl-1-phenyl-5-pyrazolone ละลายในไพรีดีน 50 มิลลิลิตร) ทิ้งไว้ 90 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร โดยทำการทดสอบทริทแมนท์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวอย่าง เทียบกับกราฟมาตรฐานโดยใช้โปแตสเซียมไซยาไนด์ ความเข้มข้น 0-250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรคำนวณปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมดโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานโดยใช้สูตร

ปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)

$$= \frac{B \times C \times \text{อัตราการเจือจางตัวอย่าง} \times 100}{\text{ความชื้นของกราฟมาตรฐาน} \times A \times (100 - M)}$$

เมื่อ A คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)
B คือ ปริมาณสารที่ใช้สกัด (มิลลิกรัม)
C คือ ค่าการดูดกลืนแสง
M คือ ร้อยละของความชื้น

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์มันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 11 พบว่า หัวมันสำปะหลังสดมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 65.88 ± 0.71 มีปริมาณไซยาไนด์ $1,297.20 \pm 54.09$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าสีในระบบ CIE

แสดงผลในรูปแบบของค่า $L^* a^* b^*$ พบว่า หัวมันสำปะหลังสดมีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ที่ 93.74 ± 4.08 ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) อยู่ที่ -1.09 ± 0.39 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) อยู่ที่ 13.95 ± 5.04 ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Color, moisture content, and cyanide content of fresh cassava root

Sample	Color			Moisture content (%)	Cyanide content (mg/kg dry weight)
	L^*	a^*	b^*		
Fresh cassava root	93.74 ± 4.08	-1.09 ± 0.39	13.95 ± 5.04	65.88 ± 0.71	$1,297.20 \pm 54.09$

Remarks: Mean values are the mean $\pm$ SD

เมื่อนำหัวมันสำปะหลังมาทำแห้งด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 5 วิธี ได้แก่ การทำแห้งโดยการตากแดด นาน 3 วัน การตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 3 และ 7 วัน และการอบด้วยตู้อบลมร้อน นาน 3 และ 12 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละของผลผลิตฟลาวมันสำปะหลัง (% Yield) พร้อมทั้งบันทึกระยะเวลาและอุณหภูมิระหว่างการแห้ง พบว่า ฟลาวมันสำปะหลังที่ทำแห้งโดยการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ได้ปริมาณร้อยละของผลผลิตฟลาวมันสำปะหลังมากที่สุด คือ ร้อยละ 33.79 ± 0.79 การเพิ่มระยะเวลาในการทำแห้งมีผลทำให้ร้อยละของผลผลิตฟลาวมันสำปะหลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อุณหภูมิในการทำแห้งด้วย

วิธีการตากแดดและตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะไม่คงที่ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและสภาพอากาศ โดยการตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงที่สุด คือ สูงถึง 60 องศาเซลเซียส (Table 2) ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในมันสำปะหลังส่งผลให้มันสำปะหลังมีสีที่คล้ำขึ้น ดังแสดงใน Figure 1 สอดคล้องกับผลวิเคราะห์คุณภาพด้านสี (Table 3) ของฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จากวิธีการทำแห้งโดยการตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน มีค่าความสว่างน้อยที่สุด (93.80 ± 0.05) และค่าความเป็นสีแดงสูงสุด (0.57 ± 0.06) จากนั้นนำฟลาวมันสำปะหลังไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพและปริมาณไซยาไนด์คงเหลือในฟลาวมันสำปะหลัง

Table 2 Drying temperature and percentage yield of cassava flour prepared by different drying methods

Method of drying	Temperature	% Yield
Sun-drying, 3 days	28-40 °C	30.10±0.40 ^b
Solar dryer, 3 days	32-60 °C	31.15±1.25 ^b
Solar dryer, 7 days	32-60 °C	22.94±0.96 ^c
Hot air oven, 3 hr.	50±2 °C	33.79±0.79 ^a
Hot air oven, 12 hr.	50±2 °C	23.38±0.70 ^c

Remarks: Mean values within columns with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

Mean values are the mean $\pm$ SD

คุณภาพด้านกายภาพของฟลาวมันสำปะหลัง

ลักษณะปรากฏของมันสำปะหลังหลังผ่านการทำแห้งและฟลาวมันสำปะหลังที่ผลิตด้วยวิธีต่าง ๆ พบว่า ฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จะมีสีขาว

อมเหลือง (Figure 1) สอดคล้องกับผลการทดสอบคุณภาพด้านความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.67 ± 0.09 ถึง 9.67 ± 0.08 (Table 3)



Figure 1 Appearance of dried cassava and cassava flour prepared by different drying methods

ผลการทดสอบคุณภาพด้านสีของตัวอย่างฟลาวมันสำปะหลัง พบว่า ฟลาวมันสำปะหลังที่ผลิตได้จากการตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นาน 3 วัน และการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง มีค่าความสว่างสูงที่สุด โดยมีค่าอยู่ที่ 97.17 ± 0.12 และ 96.95 ± 0.06 ตามลำดับ การทำแห้งโดยวิธีการตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน ส่งผลให้ฟลาวมันสำปะหลังที่ผลิตได้มีความสว่างน้อยที่สุด (93.80 ± 0.05) และค่าความเป็นสีแดงสูงสุด (0.57 ± 0.06) สอดคล้องกับลักษณะปรากฏใน Figure 1

ฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จากการทำแห้งด้วยวิธีเดียวกัน การเพิ่มระยะเวลาในการทำแห้งจะส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง ค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการทำแห้งทุกวิธีตัวอย่างมันสำปะหลังสัมผัสกับอากาศตลอดเวลาทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) ที่เกิดจากสารประกอบฟีนอล เอนไซม์กลุ่มฟีนอเลสที่มีอยู่ในมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นสารสีน้ำตาล ทั้งนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งยังไม่สูงเพียงพอที่จะสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวได้ (Rattanapanon, 2006)

Table 3 Color of cassava flour prepared by different drying methods

Drying methods	color		
	L*	a*	b*
Sun-drying, 3 days	96.32±0.45 ^b	0.23±0.02 ^b	6.67±0.09 ^d
Solar dryer, 3 days	97.17±0.12 ^a	-0.67±0.03 ^d	7.31±0.12 ^c
Solar dryer, 7 days	93.80±0.05 ^d	0.57±0.06 ^a	7.76±0.15 ^b
Hot air oven, 3 hr.	96.95±0.06 ^a	-0.92±0.01 ^e	9.67±0.08 ^a
Hot air oven, 12 hr.	95.50±0.03 ^c	-0.34±0.03 ^c	7.35±0.08 ^c

Remarks: Mean values within columns with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

Mean values are the mean $\pm$ SD

ค่าความชื้น ค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าการดูดซับน้ำของฟลาวมันสำปะหลัง

ค่าปริมาณความชื้นของฟลาวมันสำปะหลังทั้ง 5 ตัวอย่าง มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 6.43±0.12 ถึง 9.24±0.04 ทั้งนี้ค่าความชื้นของฟลาวมันสำปะหลังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง (Ministry of Commerce, 2002) คือ มีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 14.0 โดยน้ำหนัก และค่าปริมาณน้ำอิสระของฟลาวมันสำปะหลังที่ได้มีค่าไม่เกิน 0.6 ส่งผลให้สามารถหยุดการทำงานของเอนไซม์ ชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสีย และจุลินทรีย์ก่อโรค (USFDA, 2014) ส่งผลให้สามารถเก็บฟลาวมันสำปะหลังได้นาน

จาก Table 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซับน้ำของฟลาวมันสำปะหลัง โดยฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จากตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นาน 7 วัน มีค่าการดูดซับน้ำมากที่สุด คือ 2.12±0.04 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมา คือ

ฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จากการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง ฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จากการตากแดดนาน 3 วัน และตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นาน 7 วัน ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 1.77±0.05, 1.71±0.10, 1.51±0.09 และ 1.49±0.04 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานผลการทดลองของ Chotiniranat (2006) ที่ศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตฟลาวมันสำปะหลังไฮยาไลนด์จากสายพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งผลิตในระดับอุตสาหกรรมมีค่าการดูดซับน้ำอยู่ที่ 1.39±0.00, 1.24±0.01, 1.18±0.02 และ 1.29±0.04 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ที่อายุการเก็บเกี่ยว 6 8 10 และ 12 เดือน ตามลำดับ ทั้งนี้ ฟลาวมันสำปะหลังที่ค่าการดูดซับน้ำมากจะทำให้ค่าการละลายและพองตัวเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเกิดเจลลาติไนซ์ (Sriroth and Piyachomkwan, 2003)

Table 4 Moisture content, water activity, and water absorption of cassava flour prepared by different drying methods

Drying methods	Moisture content (%)	a_w	Water absorption (g/g dry weight)
Sun-drying, 3 days	9.24±0.04 ^a	0.4897±0.0031 ^a	1.51±0.09 ^c
Solar dryer, 3 days	6.43±0.12 ^d	0.3510±0.0098 ^d	1.49±0.04 ^c
Solar dryer, 7 days	6.84±0.08 ^c	0.4583±0.0038 ^b	2.12±0.04 ^a
Hot air oven, 3 hr.	7.46±0.02 ^b	0.4037±0.0091 ^c	1.77±0.05 ^b
Hot air oven, 12 hr.	7.59±0.03 ^b	0.3533±0.0046 ^d	1.71±0.10 ^b

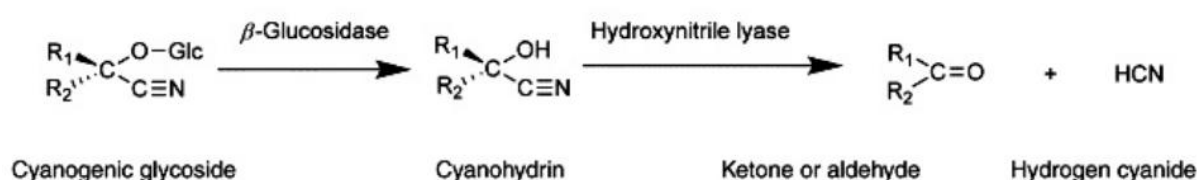
Remarks: Mean values within columns with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

Mean values are the mean $\pm$ SD

ปริมาณไซยาไนด์คงเหลือของฟลาวมันสำปะหลัง

จากการศึกษาพบว่า การทำแห้งในทุกวิธีมีประสิทธิผลลดไซยาไนด์ได้มากกว่าร้อยละ 85 เมื่อเทียบกับไซยาไนด์ในเนื้อมันสำปะหลังสด $1,297.20 \pm 54.09$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง การลดลงของไซยาไนด์เป็นผลมาจากเอนไซม์ลินามาเรส (linamerase) หรือเบต้า-กลูโคซิเดส (β -glucosidase)

ที่มีอยู่ในมันสำปะหลังเกิดกระบวนการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) เปลี่ยนไซยาไนด์ที่อยู่ในรูปของไซยาโนเจนิกไกลโคไซด์ (cyanogenic glycoside) เป็นไซยาโนไฮไดริน (cyanohydrin) และไซยาไนด์อิสระ (Figure 2) ซึ่งสามารถระเหยไปที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ขึ้นไป (Yamane *et al.*, 2010 ; Jaszczak *et al.*, 2017)

**Figure 2** Cyanogenic glycosides and release of cyanide

จาก Table 5 แสดงให้เห็นว่า วิธีในการผลิตฟลาวมันสำปะหลังด้วยการตากแดดนาน 3 วัน ให้ประสิทธิภาพในการลดปริมาณไซยาไนด์สูงที่สุดคือ ร้อยละ 96.75 (ปริมาณไซยาไนด์ 42.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) ทั้งนี้เนื่องจากการตากแดดเป็นวิธีการทำแห้งแบบช้าที่อุณหภูมิ 28-40 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการระเหยของน้ำออกจากตัวอย่างอย่างเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เอนไซม์ลินามาเรสที่ละลายอยู่ในน้ำจึงยังคงเกิดปฏิกิริยากับไซยาโนเจนิกไกลโคไซด์ได้นานกว่าวิธีการทำแห้งวิธีอื่น

(Lueanglawan and Suksombat, 2007) ในขณะที่การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ลมร้อนมีการไหลทั่วทั้งตัวอย่างสม่ำเสมอ น้ำในตัวอย่างระเหยได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้เอนไซม์ลินามาเรสสูญเสียไปพร้อมกับน้ำการเปลี่ยนไซยาโนเจนิกไกลโคไซด์ให้อยู่ในรูปที่ระเหยได้จึงเกิดได้น้อย และการเพิ่มระยะเวลาในการอบแห้งจาก 3 ชั่วโมง เป็น 12 ชั่วโมง มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการลดปริมาณไซยาไนด์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 84.62 เป็นร้อยละ 86.74 ทั้งนี้การเพิ่มระยะเวลาในการ

อบแห้งแม้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการลดไซยาไนด์ลงได้แต่เพิ่มเพียงร้อยละ 2 ซึ่งต้องให้พลังงานในการอบแห้งเพิ่มเป็น 4 เท่า ส่งผลต่อต้นทุนในการผลิตอีกทั้งปริมาณร้อยละของผลผลิตฟลาวมันสำปะหลังยังลดลงมากถึงร้อยละ 10.41 สำหรับการทำให้แห้งโดยการตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไซยาไนด์ลงประมาณร้อยละ 86 แต่ทว่าฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จากทุกวิธีการผลิตยังคงมีปริมาณไซยาไนด์สูงกว่าค่าความปลอดภัยต่อผู้บริโภคตามที่มาตรฐานโคเด็กซ์ขององค์การอาหารและเกษตรและองค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (Codex Alimentarius Commission, 1989) จะเห็นได้ว่าวิธีการทำให้แห้งมีผลต่อการลดลงของปริมาณไซยาไนด์ในฟลาวมันสำปะหลัง ในขณะที่การเพิ่ม

ระยะเวลาในการทำให้แห้งไม่มีผลต่อการลดลงของปริมาณไซยาไนด์ในฟลาวมันสำปะหลังมากนัก โดย การลดลงของปริมาณไซยาไนด์ในฟลาวมันสำปะหลังจะเกิดจากการทำงานของเอนไซม์เอนไซม์ลินามาเรสเป็นหลัก ดังนั้น ควรมีการเพิ่มประสิทธิภาพหรือระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ลินามาเรสด้วยการปรับปรุงในส่วนของการขั้นตอนการผลิต เช่น การลดขนาดมันสำปะหลังให้เล็กลงด้วยวิธีการสับหรือขูดฝอย การเพิ่มเวลาในการบ่มก่อนนำไปทำให้แห้ง หรือหากนำฟลาวมันสำปะหลังไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไปควรใช้วิธีการแปรรูปที่มีอุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียสขึ้นไป ตามรายงานของ Bourdoux *et al.* (1982) รายงานว่าการให้ความร้อนมันสำปะหลังที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส มีผลทำให้มันสำปะหลังมีปริมาณไซยาไนด์ลงเหลือน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

Table 5 Cyanide contents and percentage reduction of cyanide in cassava flour prepared by different drying methods compared to fresh cassava root

Drying methods	Cyanide contents (mg/kg dry weight)	*Cyanide reduction (%)
Sun-drying, 3 days	42.20±0.86 ^c	96.75
Solar dryer, 3 days	178.78±0.44 ^b	86.28
Solar dryer, 7 days	171.83±0.36 ^b	86.82
Hot air oven, 3 hr.	199.55±0.43 ^a	84.62
Hot air oven, 12 hr.	172.01±0.04 ^b	86.74

Remarks: Means within columns with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

Mean values are the mean $\pm$ SD

* Compare with cyanide content in fresh cassava root 1,297.20±54.09 mg/kg dry weight

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการลดปริมาณไซยาไนด์และปริมาณร้อยละของผลผลิตฟลาวมันสำปะหลังของการผลิตที่แตกต่างกันทั้ง 5 วิธี ผู้วิจัยจึงเลือกฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จากวิธีการผลิต 1) การตากแดด นาน 3 วัน 2) การตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 3 วัน และ 3) การอบด้วยตู้อบลมร้อน นาน 3 ชั่วโมง ไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืด ผลการวิเคราะห์พบว่า

วิธีการผลิตฟลาวมันสำปะหลังที่ต่างกันมีผลทำให้ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ค่าความหนืดต่ำสุด (trough, RVU) และค่าความหนืดเมื่อยุบตัว (breakdown) ของฟลาวมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยค่าความหนืดสูงสุดของฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จากการตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์นาน 3 วัน มีค่าสูงสุด คือ

219.0±1.4 RVU กล่าวคือ ฟลาวมันสำปะหลังที่ผลิตโดยการตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์มีความหนืดสูงสุดในช่วงการให้ความร้อนซึ่งเป็นจุดที่เกิดเจลลาคติในเซชันสมบูรณ์มากกว่า เนื่องจากเมล็ดแป้งมีกำลังพองตัวได้ดีกว่า (Siroth and Piyachomkwan, 2003) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความหนืดของแป้งมันสำปะหลังทางการค้าจากรายงานการวิจัยของ Ritthirueangdet *et al.* (2003) ที่พบว่า ฟลาวมันสำปะหลังที่ได้จากการผลิตทั้ง 3 วิธี มีค่าความหนืดสูงสุดต่ำกว่าแป้งมันสำปะหลังทางการค้า (310.67 ± 0.0 RVU) ซึ่งเป็นผลมาจากการสกัดเยื่อใยออกจากแป้งมันสำปะหลัง จึงส่งผลให้มีปริมาณแป้งสูงกว่าฟลาวมันสำปะหลัง ดังนั้น แป้งมันสำปะหลังจึงมีปริมาณแป้งที่จะเกิดการพองตัวและให้ความหนืดได้มากกว่า อีกทั้งฟลาวมันสำปะหลังมีเส้นใยอาหารชนิดที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ (insoluble dietary fiber) ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนินอยู่ (Chotiniranat, 2006) ซึ่งไม่ละลายในน้ำแต่จะพองตัวในน้ำ และไม่ให้ความหนืด (Dai and Chau, 2017) เมื่อพิจารณาค่าความหนืดสูงสุดของฟลาวมันสำปะหลังที่ได้ทั้ง 3 วิธี ที่มีค่าอยู่ที่ 191.3 ± 0.3 ถึง 219.0 ± 1.4 RVU พบว่าค่าจะใกล้เคียงกับแป้งสาลีทางการค้า (216.21 ± 2.3 RVU) ที่ได้จากรายงานการวิจัยของ Charoenthaikit (2012) ด้วยเหตุนี้จึงมีงานวิจัยที่ใช้ฟลาวมันสำปะหลังไปใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น คุกกี้ (Rujirapisit and Sangkaeo, 2013) พาสต้า (Weeranuttaranon, 2022) เป็นต้น

ฟลาวมันสำปะหลังที่ตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 3 วัน มีค่าความหนืดเมื่อยุบตัวสูงสุด ส่งผลให้ ฟลาวมันสำปะหลังที่ผลิตจากวิธีดังกล่าวมีความทนต่ออุณหภูมิมากฟลาวมันสำปะหลังที่ตากแดดและอบด้วยตู้อบลมร้อนนาน 3 ชั่วโมง และอุณหภูมิที่เริ่มเกิดเจลลาคติในเซชัน (pasting temp) ของตัวอย่างที่ผลิตได้จากทั้ง 3 วิธี ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ 74.00 ± 0.57 ถึง 74.38 ± 0.11 องศาเซลเซียส

สรุปผลการวิจัย

การนำมันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งเป็นมันสำปะหลังชนิดขนม ที่มีปริมาณไซยาไนด์สูง มาผ่านกระบวนการแปรรูปอย่างง่าย เป็นผลิตภัณฑ์ฟลาวมันสำปะหลังและทำแห้งด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 5 วิธี (การตากแดดนาน 3 วัน ตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์นาน 3 และ 7 วัน และอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 และ 12 ชั่วโมง) สามารถลดปริมาณไซยาไนด์ได้มากถึง ร้อยละ 84.62 ถึง 96.75 โดยปัจจัยหลักในการลดปริมาณไซยาไนด์ คือ ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารประกอบไซยาไนด์ โดยเอนไซม์ลินามาเรส ซึ่งเกิดในกระบวนการบ่มและการทำแห้งแบบช้า ส่งผลให้วิธีการทำแห้งด้วยการตากแดดมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไซยาไนด์ได้สูงสุด คือ ร้อยละ 96.75 การเพิ่มระยะเวลาในการทำแห้งไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการลดปริมาณไซยาไนด์มากนัก แต่จะทำให้ฟลาวมันสำปะหลังที่ได้มีสีคล้ำ ค่าความสว่างลดลง ค่าการดูดซับน้ำและค่าความหนืดสูงขึ้น ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ในการผลิตฟลาวมันสำปะหลังจากมันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 11 ด้วยเครื่องมืออุปกรณ์ในระดับครัวเรือนหรือชุมชน โดยการทำแห้งด้วยการตากแดดหรือตากในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไซยาไนด์ได้ดีกว่าการอบด้วยตู้อบลมร้อน ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมและต้องลงทุนในส่วน of เครื่องจักร ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการปรับปรุงขั้นตอนการผลิตต่อไป เช่น การลดขนาดมันสำปะหลังให้เล็กลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ การเพิ่มระยะเวลาในการบ่มหรือเลือกใช้มันสำปะหลังสายพันธุ์ที่มีปริมาณไซยาไนด์เริ่มต้นที่ต่ำลง เพื่อให้ฟลาวมันสำปะหลังที่ผลิตได้มีปริมาณไซยาไนด์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโคเด็กซ์ขององค์การอาหารและเกษตรและองค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ คือ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (Codex Alimentarius Commission, 1989)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่สนับสนุนเงินทุนการวิจัย และคณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย นครพนม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการ ศึกษาวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th Edition. AOAC International, Maryland.

Bourdoux, P., P. Seghers, M. Mafuta, M. Vandrpas-Rivera, F. Delange and A.M. Ermans. 1982. Cassava products: HCN content and detoxification process. pp. 51-58. *In*: F. Delange, F.B. Iteke and A.M. Ermans AM, (eds.). Nutritional factors involved in the goitrogenic action of cassava. IDRC, Ottawa.

Charoenthaikit, P. 2012. Development of Bread from Wheat Flour Mixed with Glutinous Rice Flour. Available: http://thesis.swu.ac.th/swufac/Agri_Tec/Panthipa_J_R415610.pdf (March 23, 2022). [in Thai]

Chotiniranat, S. 2006. Development of Low Cyanide Cassava Flour Production Process from Kasetsart 50 and its Utilization in Food Products. Doctor of Philosophy Thesis in Agro-Industrial Product Development, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University. [in Thai]

Codex Alimentarius Commission. 1989. Codex Regional Standard: Part C. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FOA). Rome, Italy.

Dai, J.F. and C.F. Chau. 2017. Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. *Journal of Food and Drug Analysis*. 25(1): 37-42. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.09.006>.

Dutchanee, S. 2022. Cassava Flour. Available: <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/nac/2022/exhibition/BCG49-document06.pdf> (March 28, 2022).

Elkhalifa, A.E.O., B. Schiffer and R. Bernhardt. 2005. Effect of fermentation on the functional properties of sorghum flour. *Food Chemistry*. 92(1): 1-5. Available: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.058>.

Jaszczak, E., Ż. Polkowska, S. Narkowicz and J. Namieśnik. 2017. Cyanides in the Environment- Analysis-Problems. *Environmental Science and Pollution Research*. 24: 15929–15948. Available: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9081-7>.

Lueanglawan, P. and W. Suksombat. 2007. Cassava Pulp and its Utilization in Dairy Cow Feed. Available: http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/bitstream/123456789/2092/1/BIB1294_F.pdf (March 23, 2022). [in Thai]

Ministry of Commerce. 2002. Notification on the designation of cassava products as standard products and standards for cassava products. *Royal Gazette*. 19(Special Issue 21D) pp. 1-2. [in Thai]

- Newport Scientific. 1995. Operation manual for the series 4 Rapid Visco Analyzer. Newport Scientific Pty, Ltd., Australia.
- O' Brien, G.M. and D.M. Jones. 1994. Processing approaches to optimising raw materials and end product quality in the production of cassava flours. pp. 183-192. *In*: M. Bokanga, A.J.A. Essers, N. Poulter, Rosling H. and O. Tewe (eds.). International Workshop on Cassava Safety. Acta Horticulturae, Ibadan.
- Rattanapanon, N. 2006. Food Chemistry. Odeon Store, Bangkok. [in Thai]
- Ritthirueangdet, P., T. Suwansichon, V. Harutaitanase and K. Sriroth. 2003. Viscosity Behavior and Mechanical Properties of Arrowroot Starch (*Tacca leontopetaloides* Ktze.). The 41st Kasetsart University Annual Conference, 3-7 February. Kasetsart University, Bangkok. pp. 53-60. [in Thai]
- Sriroth, K. and K. Piyachomkwan. 2003. Starch Technology. Department of Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok. [in Thai]
- Thailand Tapioca Development Institute Foundation. 2023. Domestic Root Price. Available: <https://tapiocathai.org/Graph/domestice%20root%20price.pdf> (November 23, 2023). [in Thai]
- Weeranuttaranon, J. 2022. Texture Properties of Pasta Using Cassava Flour as a Substitute for Wheat Flour. *Journal of Science and Technology*. 30(2): 14-22. [in Thai]
- Yamane, H., K. Konno, M. Sabelis, J. Takabayashi, T. Sassa. and H. Oikawa. 2010. Chemical defence and toxins of plants. pp. 339-385. *In*: L. Mander and H.W. Lui. (eds.). Comprehensive natural products II chemistry and biology. Elsevier, Amsterdam.

การเลี้ยงโคเนื้อสู่การผลิตโคขุนคุณภาพของวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคเนื้อ อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช

Beef Cattle Raising to Produce Quality Fattening Cattle of the Beef Cattle Raising Community Enterprise, Sichon District, Nakhon Si Thammarat Province

สุภาวรรณ ชุมพงศ์* มณฑิชา พุทซาคำ และนารีรัตน์ สีระสาร

Suparwan Chumpong Monticha Putsakum and Nareerut Seerasarn

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat, Pak kret, Nonthaburi 11120

* Corresponding author: n.rukjun@outlook.co.th

(Received: 2 December 2023; Revised: 26 December 2023; Accepted: 19 January 2024)

Abstract

The objectives of this research were to study beef cattle production management of farmers; farmers' knowledge about quality fattening cattle production; and problems in quality fattening cattle production by the beef cattle raising community enterprise farmers in Sichon District, Nakhon Si Thammarat Province. This research was a survey research. The study population was 178 beef cattle raising community enterprise farmers in Sichon District, Nakhon Si Thammarat Province, who were registered with the Livestock Department in 2020. The sample size of 123 farmers was determined using the Taro Yamane formula with an error value of 0.05. A simple random sampling technique was used based on the proportions of each community enterprise. Data were collected through an interview form and analyzed using descriptive statistics, including frequency distribution, percentage, minimum, maximum, mean, standard deviation, and ranking. The investigation showed that most farmers raised female hybrid beef cattle and produced calves on their farms. Farmers had an average experience of 15.06 years in raising beef cattle. They fed their beef cattle with concentrated feed and let them graze on pasture forage. Vaccination and deworming were performed by the livestock officers. The beef cattle, both male and female, were sold as whole cows to other farmers. Farmers had the highest level of knowledge about producing quality fattening cattle in terms of cattle feed, while they had the lowest level of knowledge about the quality fattening cattle market. Farmers faced the most serious problem with Quality cattle breeds, while disease control was their least difficult problem.

Keywords: Beef cattle raising community enterprise, beef cattle raising, quality fattening cattle

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการจัดการการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร ความรู้เกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพของเกษตรกร และปัญหาในการจัดการผลิตโคขุนคุณภาพของเกษตรกร วิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคเนื้อ อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ เกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคเนื้อ อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ขึ้นทะเบียนกับปศุสัตว์

พ.ศ. 2563 จำนวน 178 ราย กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรทาโร ยามาเน (Yamane, 1973) ที่ค่าความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 123 ราย สุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ตามสัดส่วนในแต่ละวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคนม เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงโคนมพันธุ์ลูกผสมเพศเมีย มีการผลิตลูกโคเองภายในฟาร์ม มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 15.06 ปี มีการให้อาหารข้นและปล่อยโคทะเล็มหญ้าในแปลงหญ้า มีการทำวัคซีนและถ่ายพยาธิ มีการจำหน่ายโคนมทั้งเพศผู้และเพศเมียให้กับเกษตรกรรายอื่น โดยจำหน่ายเป็นรายตัว เกษตรกรมีความรู้มากที่สุดเกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพในประเด็นอาหารโคขุน และมีความรู้น้อยที่สุดในด้านตลาดโคขุนคุณภาพ เกษตรกรมีปัญหามากที่สุดเกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพในประเด็นพันธุ์โคขุนคุณภาพ และมีปัญหาน้อยที่สุดในด้านการควบคุมป้องกันโรค

คำสำคัญ วิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคนม การเลี้ยงโคนม โคขุนคุณภาพ

คำนำ

การเลี้ยงโคนมในปัจจุบัน มีอัตราการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น เพราะความต้องการของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศเพิ่มขึ้นจำนวนมาก โดยเฉพาะตลาดโคขุนและลูกโคหย่านม ซึ่งเกษตรกรเริ่มสนใจในการเลี้ยงโคนมมากขึ้น เนื่องจากเป็นการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นจำนวนมาก ตามสถิติของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีเกษตรกรเลี้ยงโคนม จำนวน 41,852 ราย มีจำนวนโคนมที่เลี้ยง 222,794 ตัว โดยเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงโคนมเป็นจำนวนมากจัดอยู่ในลำดับที่ 10 ของประเทศ (Information and Communication Technology Center, 2021)

อำเภอสหัสขันธ์เป็นอำเภอหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีการเลี้ยงโคนมจำนวนมาก โดยในปี 2566 มีจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมจำนวน 1,718 ราย มีจำนวนโคนมทั้งหมด 6,916 ตัว แยกเป็น โคพื้นเมือง 2,203 ตัว โคพันธุ์แท้ 221 ตัว โคลูกผสม 4,270 ตัว และโคขุน 222 ตัว (Sichon District Livestock Office, 2023) เนื่องจากการเลี้ยงโคนมในอำเภอสหัสขันธ์ส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงโดยเกษตรกรรายย่อย ที่มีการเลี้ยงในรูปแบบการปล่อยแปลงหรือ

ทุ่งหญ้าธรรมชาติเป็นหลัก ผลผลิตเนื้อโคที่ได้จึงมีคุณภาพไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการเนื้อโคคุณภาพสูง มีไขมันแทรก ซึ่งได้จากโคที่เลี้ยงแบบขุนในคอก โดยการเลี้ยงโคขุนรูปแบบนี้เกษตรกรจำเป็นต้องมีการจัดการการเลี้ยงโคขุนที่ดี ตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์โค การจัดการด้านอาหาร การเลี้ยงดู การจัดการสุขภาพและตลาดโคขุน เพื่อให้ได้โคขุนคุณภาพดังกล่าว ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ ที่ศึกษาสภาพการจัดการการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสหัสขันธ์ ศึกษาความรู้เกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพของเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสหัสขันธ์ และศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการจัดการผลิตโคขุนคุณภาพของเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสหัสขันธ์

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมวิสาหกิจชุมชนโดยการสัมภาษณ์ ตั้งแต่เดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2566 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ เกษตรกรวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคนม อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ที่ขึ้นทะเบียนกับปศุสัตว์ ปี พ.ศ. 2563 (Sichon District Livestock Office, 2020) ประกอบด้วย 9 กลุ่มวิสาหกิจชุมชน จำนวนเกษตรกร 178 ราย ทำการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ ทาโร ยามาเน (Yamane, 1973) ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 123 คน ทำการสุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายตามสัดส่วนของแต่ละกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ ที่มีลักษณะเป็นคำถามทั้งแบบปลายปิด และแบบปลายเปิด ซึ่งได้ทำการทดสอบความเชื่อมั่น (reliability) โดยนำแบบสัมภาษณ์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างจริงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่จะศึกษา จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ตอนที่ 2 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในแบบสอบถามเป็นไปตามข้อมูลที่กำหนด ส่วนตอนที่ 4 นำมาทดสอบค่าความน่าเชื่อถือ (reliability) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป วิเคราะห์หาค่า Cronbach's alpha ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .916 ซึ่งในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างต่อไป โดยแบ่งเนื้อหาของการสัมภาษณ์ออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 สภาพการจัดการการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อวิสาหกิจชุมชน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพันธุ์ ด้านอาหาร ด้านการจัดการการเลี้ยงโค ด้านการควบคุมป้องกันโรค และด้านการตลาด โดยใช้คำถามทั้งแบบปลายปิด และแบบปลายเปิด

ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพันธุ์โคขุน ด้านอาหารโคขุน ด้านการจัดการการเลี้ยงโคขุน ด้านการควบคุมป้องกันโรคโคขุน และด้านการตลาด ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับความรู้การจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพ 5 ด้าน จำนวน 50 คำถาม ได้แก่

1) ด้านพันธุ์โคขุน มีจำนวน 10 คำถาม 2) ด้านอาหารโคขุน มีจำนวน 10 คำถาม 3) ด้านการจัดการการเลี้ยงโคขุน มีจำนวน 10 คำถาม 4) ด้านการควบคุมป้องกันโรคโคขุน มีจำนวน 10 คำถาม และ 5) ด้านตลาด มีจำนวน 10 คำถาม ซึ่งได้กำหนดข้อคำถาม ปลายเปิด พร้อมประเมินค่าระดับความรู้การจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

ตอบถูก	ให้	1	คะแนน
ตอบผิด	ให้	0	คะแนน

ตอนที่ 3 ปัญหาของเกษตรกรในการผลิตโคขุนคุณภาพ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพันธุ์โคขุน ด้านอาหารโคขุน ด้านการจัดการการเลี้ยงโคขุน ด้านการควบคุมป้องกันโรคโคขุน และด้านการตลาด ซึ่งได้กำหนดข้อคำถาม ปลายปิด พร้อมประเมินค่าระดับปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการผลิตโคขุนคุณภาพของเกษตรกร 5 ระดับ คือ มากที่สุด มากปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด คะแนนเท่ากับ 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

5 คะแนน	หมายถึง	มีปัญหาระดับมากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	มีปัญหาระดับมาก
3 คะแนน	หมายถึง	มีปัญหาระดับปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	มีปัญหาระดับน้อย
1 คะแนน	หมายถึง	มีปัญหาระดับน้อยที่สุด

ศึกษาวิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง และขอความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่ปศุสัตว์โดยการออกไปสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สถิติที่ใช้วิเคราะห์ในแต่ละตอน โดยใช้ค่าสถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าความถี่ (frequencies) ค่าร้อยละ

(percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) การจัดอันดับ (ranking) เกณฑ์การจัดช่วง โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5 - 1}{5}$$

$$= 0.8$$

ดังนั้น ได้เกณฑ์การให้คะแนนระดับความคิดเห็น (แปดผล) 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนระดับความคิดเห็น	การแปลผล
คะแนน 4.21 – 5.00	มีปัญหาในระดับมากที่สุด
คะแนน 3.41 – 4.20	มีปัญหาในระดับมาก
คะแนน 2.61 – 3.40	มีปัญหาในระดับปานกลาง
คะแนน 1.81 – 2.60	มีปัญหาในระดับน้อย
คะแนน 1.00 – 1.80	มีปัญหาในระดับน้อยที่สุด (ไม่มีปัญหา)

ข้อเสนอแนะในการผลิตโคขุนคุณภาพวิเคราะห์ โดยการจัดกลุ่มและสรุปเนื้อหา

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สภาพการจัดการการเลี้ยงโคเนื้อ

สภาพการจัดการการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อวิสาหกิจชุมชน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพันธุ์โคขุน ด้านอาหารโคขุน ด้านการจัดการการเลี้ยงโคขุน ด้านการควบคุมป้องกันโรคโคขุน และด้านการตลาด มีรายละเอียดดังนี้

1) การจัดการด้านพันธุ์ พบว่า ร้อยละ 98.37 เกษตรกรเลี้ยงโคเนื้อเพศเมีย ร้อยละ 100.00 เลี้ยงโคเนื้อลูกผสม ร้อยละ 92.70 ซึ่งแบ่งเป็นโคพันธุ์ชาโรเลส์ ร้อยละ 94.31 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคแม่พันธุ์ ร้อยละ 52.00 เกษตรกรได้ผลิตโคเนื้อเองภายในฟาร์ม ร้อยละ 95.12 มีการคัดเลือกโคเนื้อพิจารณาจากสายพันธุ์ มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย 15.06 ปี สอดคล้องกับ Chaiphech *et al.* (2021) รายงานว่า พันธุ์โคเนื้อที่เกษตรกรเลี้ยงเป็นโคพื้นเมือง โคพันธุ์ต่างประเทศ (พันธุ์อเมริกันบราห์มัน และ โคพันธุ์ชาโรเลส์) โคลูกผสม (โคลูกผสมไทย และ โคลูกผสมต่างประเทศ) อภิปรายผลได้ว่าตามสภาพภูมิอากาศในภาคใต้โคที่เหมาะสมในการเลี้ยงโคเนื้อจะเป็นลูกผสมเพื่อให้ทนกับสภาพแวดล้อมทนต่อโรค ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์เป็นโคที่เลี้ยงแล้วเจริญเติบโตเร็ว ซากมีขนาดใหญ่ เนื้อนุ่ม เนื้อสันมีไขมันแทรก และเป็นที่ต้องการของตลาดเนื้อโคคุณภาพดี ซึ่งส่วนใหญ่โคเพศเมียจะผลิตขึ้นในฟาร์มจากการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อผลิตลูกไว้ขุนในฟาร์มต่อไป โดยเกษตรกรจะมีความชำนาญจากประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อในระดับหนึ่ง

2) การจัดการด้านอาหารและน้ำ พบว่า ร้อยละ 63.40 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อด้วยอาหารหยาบ เสริมด้วยอาหารข้น ร้อยละ 87.00 อาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงโคเนื้อมาจากทุ่งหญ้าธรรมชาติ ร้อยละ 80.49 ใช้ฟางข้าว มีพื้นที่ปลูกหญ้าเฉลี่ย 2.89 ไร่ ร้อยละ 66.70 ส่วนใหญ่ปลูกหญ้าเนเปียร์ ร้อยละ 97.60 มีการปล่อยโคเนื้อให้แทะเล็มในแปลงหญ้า ร้อยละ 63.40 ซื้ออาหารข้นจากร้านค้ามาใช้เลี้ยงโคเนื้อ ร้อยละ 43.10 โดยการให้อาหารข้นสลับกับอาหารหยาบ ร้อยละ 100 ให้อาหารตามน้ำหนักของโคเนื้อ ร้อยละ 100 มีการเสริมแร่ธาตุแก่โคเนื้อแบบก้อน ร้อยละ 100 มีน้ำใส่ภาชนะให้โคกิน

ร้อยละ 91.90 โดยใช้ น้ำจากน้ำบาดาล หรือบ่อน้ำในการเลี้ยงโคเนื้อ แตกต่างกับ Bootchiew (2010) รายงานว่า ร้อยละ 42.21 มีรูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อแบบปล่อยแทะเล็มในสวนปาล์มน้ำมัน ส่วนใหญ่มีการเสริมอาหารสำเร็จรูปเลี้ยงโค และมีการสำรองพืชอาหารสัตว์ แตกต่างกับ Chaiphech *et al.* (2021) รายงานว่า ลักษณะการเลี้ยงโคเนื้อเกษตรกรจะจำกัดให้โคอยู่ในคอกหรือโรงเรือนเท่านั้น อภิปรายผลได้ว่า การเลี้ยงโคเนื้อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นควรมีการเลี้ยงด้วยอาหารข้นและอาหารหยาบ จำพวก หญ้าสด ฟางข้าว ตามอัตราส่วนที่เหมาะสมตามน้ำหนักของโค โดยมีการเสริมแร่ธาตุก่อน และมีน้ำสะอาดจากน้ำบาดาลหรือบ่อน้ำใสในภาชนะที่สะอาดไว้ให้โคดื่มส่งผลต่อสุขภาพของโคทำให้โคไม่ป่วยจากการติดพยาธิทางเดินอาหารได้

3) การจัดการด้านการจัดการการเลี้ยง พบว่า ร้อยละ 85.40 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ เลี้ยงโคแบบปล่อยแทะเล็มหญ้าตามพื้นที่สาธารณะหรือทุ่งนา ร้อยละ 83.70 มีลักษณะโรงเรือนหรือคอกโคเนื้อแบบเปิดโล่ง ร้อยละ 58.50 เป็นพื้นดิน ร้อยละ 69.10 ไม่มีการลดความร้อนภายในโรงเรือน ร้อยละ 84.60 ส่วนใหญ่มีการจดบันทึกข้อมูลด้านอายุโค แตกต่างกับ Chaiphech *et al.* (2021) รายงานว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการเลี้ยงโคเนื้อโดยใช้วิธีผูกล่ามหรือปล่อยโคกินหญ้าที่ออกขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยพื้นที่ที่ใช้เลี้ยงส่วนใหญ่เป็นทุ่งนาหลังเก็บเกี่ยว หรือในสวนผลไม้ สำหรับการเลี้ยงแบบขังคอกและตัดหญ้ามาให้กินยังมีน้อย อภิปรายผลได้ว่า เกษตรกรมีการเลี้ยงโคเนื้อโดยการจดบันทึกตามอายุโคเพื่อเป็นการจัดการเลี้ยงที่เหมาะสม มีการปล่อยโคลงแปลงให้แทะเล็มหญ้าเพื่อไม่ให้โคเครียดจากการขังคอกเพียงอย่างเดียว ซึ่งโรงเรือนที่เลี้ยงส่วนใหญ่จะเปิดโล่งลมโกรกเข้าโรงเรือนได้ง่ายเลยไม่มีการลด

ความร้อนภายในโรงเรือนเพราะอากาศโรงเรือนถ่ายเทได้ดีในช่วงหน้าร้อน แต่จะส่งผลต่อช่วงหน้าฝนที่ฝนตกและสาดเข้าโรงเรือนจะส่งผลต่อสุขภาพของโคที่เลี้ยงได้ และพื้นโรงเรือนส่วนใหญ่เป็นพื้นดินบางครั้งถ้าฝนตกเยอะ ๆ จะส่งผลต่อการเป็นอยู่ของโคได้เช่นกัน

4) การจัดการด้านการควบคุมป้องกันโรคโค พบว่า ร้อยละ 50.40 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อไม่มีการกักโรคก่อนนำโคเนื้อเข้ามาเลี้ยงในฟาร์ม ร้อยละ 99.20 ไม่มีพักโรงเรือนเพื่อทำความสะอาดฆ่าเชื้อโรค มีการทำวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย (FMD) ประจำปีทุกปี ๆ ละ 2 ครั้ง วัคซีนล้มปี สกิน (LSDV) ประจำปีทุกปี ๆ ปีละ 1 ครั้ง มีการถ่ายพยาธิภายนอกและภายในให้กับโคเนื้อ ทุก 6 เดือน มีการตรวจโรค เช่น โรควัณโรค และโรคแท้งติดต่อในโคเนื้อ ประจำปีทุกปี ๆ ละปีละครั้ง ร้อยละ 95.90 การทำวัคซีนและรักษาโคเมื่อมีอาการป่วย ส่วนใหญ่จะแจ้งเจ้าหน้าที่ปศุสัตว์ และร้อยละ 100 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อนำมูลโคไปใช้ในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง แตกต่างกับ Bootchiew (2010) รายงานว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อมีการฉีดวัคซีน ป้องกันโรค ถ่ายพยาธิภายในและกำจัดพยาธิภายนอกให้โคเป็นบางครั้ง อภิปรายผลได้ว่า การเลี้ยงโคเนื้อให้ได้ประสิทธิภาพและส่งผลต่อการผลิตโคให้ได้คุณภาพจะต้องมีการทำความสะอาดโรงเรือนทุกครั้งก่อนและหลังในการรับโคเนื้อเข้ามาใหม่ ควรมีการกักโรคอย่างน้อย 14 วัน เพื่อดูแลสุขภาพของโคที่นำมาเลี้ยง ควรทำวัคซีนสำหรับโคในช่วงอายุต่าง ๆ ให้ครบ มีการถ่ายพยาธิ และการกำจัดมูลโคที่เป็นสาเหตุหนึ่งในการเพาะเชื้อโรคได้

5) การจัดการด้านการตลาด พบว่า ร้อยละ 71.50 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อจำหน่าย โครุ่น เพศผู้ และเพศเมีย ร้อยละ 98.40 ทุกรายจำหน่ายให้เกษตรกรทั่วไปนำไปเลี้ยงขุนต่อ การจำหน่ายลูกโคหลัง

หย่านม กำหนดราคาจากลักษณะรูปร่างภายนอก ร้อยละ 93.50 จำหน่ายให้เกษตรกรทั่วไปหรือกลุ่มที่เป็นสมาชิกหรือสหกรณ์ กำหนดราคาจากลักษณะรูปร่างภายนอก ร้อยละ 91.10 เป็นจำหน่าย การประเมินราคาแบบรายตัว และร้อยละ 87.80 จำหน่ายโดยการชั่งน้ำหนัก สอดคล้องกับ Chauychuwong *et al.* (2010) รายงานว่า เกษตรกรส่วนใหญ่จำหน่ายโคมีชีวิตแบบเหมาตัว โดยจำแนก ราคาตามขนาดน้ำหนักของโค ราคาโคที่จำหน่ายยัง ขึ้นอยู่กับฤดูกาล โดยพบว่าในฤดูแล้งราคาที่ยัง จำหน่ายได้จะต่ำกว่าฤดูฝน เนื่องจากการขาดแคลน พืชอาหารสัตว์ ทำให้โคมีขนาดเล็ก จึงถูกกดราคา

สอดคล้องกับ Chaiphech *et al.* (2021) รายงานว่า การซื้อขายโคมีชีวิตในท้องถิ่นทั่วไป ยังไม่มี มาตรฐานที่แน่นอน เพียงอาศัยลักษณะภายนอก และอายุของของโค เป็นข้อพิจารณาในการซื้อขาย ซึ่งอาจแบ่งตามอายุ ขนาด น้ำหนักและราคาตลาด อภิปรายผลได้ว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อจำหน่าย โครุ่น เพศผู้และเพศเมีย ให้เกษตรกรทั่วไปนำไปเลี้ยง ขุนต่อ โดยเป็นการจำหน่ายลูกโคหลังหย่านม ประเมินจากลักษณะภายนอกใช้การประเมินราคา แบบรายตัว ในส่วนนี้อาจจะมีการเสียเปรียบสำหรับ เกษตรกรบางรายที่ประเมินน้ำหนักโคได้ไม่แม่นยำ ทำให้เสียโอกาสที่จะได้เงินในการขายโคที่มากขึ้น

Table 1 Knowledge about management of 5 aspects of quality cattle production

(n=123)

Knowledge	Lowest Score	Highest Score	Mean	S.D.	number
Cattle feed			7.44	1.47	1
Cattle breed			7.24	1.21	2
Management of raising fattened cattle			7.18	1.39	3
Control and prevention of cattle disease	3	10	7.03	1.23	4
Marketing			5.20	1.37	5

ความรู้เกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพ

ความรู้เกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุน คุณภาพของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อวิสาหกิจชุมชน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพันธุ์โคขุน ด้านอาหารโคขุน ด้าน การจัดการการเลี้ยงโคขุน ด้านการควบคุมป้องกัน โรคโคขุน และด้านการตลาด มีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านอาหารโคขุน พบว่า เกษตรกรมี ความรู้เกี่ยวกับการจัดการด้านอาหารมากที่สุดใน เรื่องการใช้อาหารสำหรับโคขุนหย่านบต่ออาหารชั้น ในการเลี้ยงโคขุนระยะกลาง ระยะปลาย และ ระยะ เริ่มขุน อัตราส่วน 70:30 30:70 และ 15:85 ซึ่งจะ

ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของโคขุนให้มีประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้น และเกษตรกรมีความรู้ในเรื่องการให้อาหารหย่านบแก่โคขุนที่คิดว่าการให้แต่หญ้าแห้ง ก็เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของโคขุนและไม่ จำเป็นต้องเน้นอาหารที่ถูกสุขลักษณะและมีคุณค่า ทางโภชนา เพราะจริง ๆ แล้วอาหารข้นและอาหารหย่าน บ้วนมีความสำคัญลำดับหนึ่งที่ช่วยให้โคขุนแข็งแรง และเจริญเติบโตได้ดี ได้รับคุณค่าทางอาหารสูง โดยการให้ทั้งอาหารข้นและอาหารหย่านบอย่างเต็มที่ แตกต่างกับ Bootchiew (2010) รายงานว่า เกษตรกร ขาดความรู้ในด้านพืชอาหารสัตว์ และขาดการ

สำรองเสบียงอาหารสัตว์ไว้ในยามขาดแคลน เช่น หญ้าหมักและหญ้าแห้ง ควรมียุทธวิธีเก็บรักษาเพื่อไว้ใช้เลี้ยงโคขุนในช่วงหน้าฝนได้ อภิปรายผลได้ว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงโคขุนไม่ว่าจะเป็นอาหารข้นอาหารหยาบจะต้องให้อัตราส่วนตามความต้องการของโคขุน ตามน้ำหนักตัว เพื่อประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของโคขุนต่อไป

2) ด้านพันธุ์โคขุน พบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการด้านพันธุ์มากที่สุดในเรื่องการเลือกพันธุ์โคที่เหมาะสมกับการขุน คือ โคลูกผสมบราห์มัน 25% x พันธุ์พื้นเมือง 25% x พันธุ์ชาร์โรเลส์ 50% ซึ่งเป็นโคพันธุ์ต้น ๆ ที่นำมาขุนเพราะรูปร่างและโครงสร้าง การเจริญเติบโตเหมาะสมที่จะนำมาขุนเป็นอันดับต้น ๆ และเกษตรกรมีความรู้ในเรื่องการพิจารณาเลือกซื้อพันธุ์โคที่นำมาเลี้ยงโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความต้องการของตลาดโคขุน ซึ่งในส่วนนี้เกษตรกรต้องให้ความสำคัญในด้านความต้องการของตลาดโคขุนที่มีความสำคัญต่อปริมาณการผลิตโคขุน ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรเลือกโคพันธุ์บราห์มันที่นำมาขุนเพราะซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง โตเร็ว เลี้ยงง่าย แตกต่างกับ Tapnu *et al.* (2009) รายงานว่า เกษตรกรขาดความรู้ในการผสมพันธุ์โค เพราะโคส่วนใหญ่ที่เลี้ยงเป็นโคพื้นเมืองใช้วิธีผสมพันธุ์แบบจูงผสม และสอดคล้องกับ Chaiphech *et al.* (2021) รายงานว่า พันธุ์โคมีราคาแพง ไม่มีตลาดรองรับและเกษตรกรไม่สามารถหาซื้อพันธุ์โคและขนาดโคที่ต้องการซื้อได้ อภิปรายผลได้ว่า พันธุ์โคที่เหมาะสมกับการขุนจะเป็นโคลูกผสมส่วนใหญ่ แต่ต้องมีสายพันธุ์พื้นเมืองในอัตราส่วน อย่างน้อย 25% เพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมและทนต่อโรค ส่วนการมีรูปร่างและโครงสร้างที่ใหญ่ก็ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ที่ตลาดต้องการ ณ เวลานั้น

3) ด้านการจัดการการเลี้ยงโคขุน พบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการด้านการจัดการการเลี้ยงโคขุนมากที่สุดในเรื่อง การเลือกที่เก็บอาหารที่เหมาะสม สามารถป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมสภาพของอาหารได้ การจัดบันทึกข้อมูลการเลี้ยงโค จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเลี้ยงโคมากยิ่งขึ้น และเกษตรกรมีความรู้ในเรื่องการเลือกสถานที่ในการเลี้ยงโคขุนไม่จำเป็นต้องเป็นที่ดอนหรือระบายน้ำได้ดี ถ้าเกษตรกรไม่เลือกพื้นที่เลี้ยงโคเนื้อตามสภาพอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีฝนตกตลอดปี จะส่งผลต่อการเป็นอยู่ของโคที่เลี้ยง ทำให้โคที่เลี้ยงมีอาการป่วยได้และทำให้ต้องเพิ่มต้นทุนในการผลิตด้านยารักษาโรค แตกต่างกับ Chaiphech *et al.* (2021) รายงานว่า การแก้ปัญหาการจัดการการเลี้ยงโคระยะยาวเพื่อไม่ให้จำนวนโคลดลงอย่างต่อเนื่อง ควรที่จะแบ่งพื้นที่ให้ชัดเจนว่าพื้นที่ไหนควรสงวนไว้สำหรับเลี้ยงโคเนื้อ ควรที่จะมีทุ่งหญ้าสาธารณะหรือทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ อภิปรายผลได้ว่า เกษตรกรรู้วิธีการเก็บอาหารที่เหมาะสมป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมสภาพของอาหารที่ส่งผลต่อการเลี้ยงโคขุนที่ได้รับอาหารที่ปลอดภัย ทำให้โคเจริญเติบโตได้รวดเร็วมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นไม่ประสบปัญหาเรื่องสุขภาพส่งผลต่อน้ำหนักตัวที่ลดลงได้

4) ด้านการควบคุมป้องกันโรคโคขุน พบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการด้านการควบคุมป้องกันโรคโคขุนมากที่สุดในเรื่อง การเกิดโรคระบาดจะต้องแจ้งเจ้าหน้าที่ปศุสัตว์หรือบุคคลที่เกี่ยวข้องให้ทราบถึงการระบาดของโรค เพื่อให้มีการป้องกัน ควบคุม และแก้ไข การเกิดโรคระบาดได้ทันถ่วงที และเกษตรกรมีความรู้ที่น้อยที่สุดในเรื่อง การทำวัคซีนแต่ละชนิดสามารถควบคุมโรคได้ 100% เมื่อมีอาการของโรคเกิดขึ้นจะต้องมีการเฝ้าระวัง แตกต่างกับ กับ Tapnu *et al.* (2009)

รายงานว่ เกษตรกรขาดความรู้ในเรื่องการควบคุม ป้องกันโรค อภิปรายผลได้ว่า เมื่อเกิดโรคขึ้นในฟาร์ม ไม่ว่าจะเป็นโรคระบาดหรือไม่เกษตรกรควรแจ้งหรือ ขอคำแนะนำจากปศุสัตว์ จากสัตวแพทย์ที่มีความรู้ เพื่อช่วยในการรักษา ป้องกันโรค ไม่ให้เกิดความเสียหายในฟาร์มได้

5) ด้านการตลาด พบว่า เกษตรกรมีความรู้ เกี่ยวกับการจัดการด้านการตลาดมากที่สุดในเรื่อง การเลี้ยงโคอายุไม่เกิน 3 ปี มีไขมันแทรก และ น้ำหนักมีชีวิตไม่ต่ำกว่า 400 กิโลกรัม สามารถขาย ให้กับตลาดเนื้อคุณภาพสูงได้ และเกษตรกรมี ความรู้่น้อยที่สุดในเรื่อง การเลือกพันธุ์โคที่เลี้ยง ไม่ต้องเป็นพันธุ์ที่ตลาดต้องการ ก็สามารถขายได้ ในราคาที่สูงได้ แตกต่างกับ Chaiphech *et al.* (2021) รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อราคาโค โดยส่วน

ใหญ่ผลต่อราคาของโคยังขึ้นอยู่กับฤดูกาล และ ราคาตลาด พบว่าในช่วงฤดูแล้ง มักขาดแคลนพืช อาหารสัตว์ โคจะผอมส่งผลให้ราคาโคถูกลง เนื่องจากพ่อค้าคนกลางที่ รวบรวมซื้อโคจะทำการ กดราคา ถ้าหากจำนวนโคมีมาก ดังนั้นเกษตรกรควร มีการจัดการเลี้ยงดูเพื่อไม่ให้โค ผอมในหน้าแล้ง โดย ต้องมีการเตรียมเสบียงอาหารสัตว์ไว้ให้เพียงพอ เช่น การเก็บฟางข้าวไว้ในช่วงฤดูแล้ง การทำหญ้าหมัก หรือฟางปรุงแต่งไว้ใช้ช่วงขาดแคลน และอาจมีการ เสริมอาหารข้นบ้าง จะช่วยทำให้โคมีน้ำหนัก ที่ดีอยู่ ตลอดเวลา อภิปรายผลได้ว่า เกษตรกรเลี้ยงโคส่วนใหญ่เลี้ยงโคขุนสายพันธุ์อะไรก็ได้ที่ผสมพันธุ์ขึ้นมา เพื่อเลี้ยงไว้ขาย ซึ่งจะส่งผลต่อการขายที่ได้ราคาไม่ดี เพราะโคบางสายพันธุ์ตลาดโคขุนไม่ต้องการทำให้ เสียโอกาสในการต่อรองราคาจึงถูกกดราคาขาย ส่งผลให้ไม่ได้กำไรอย่างที่หวัง

Table 2 Problems in producing quality cattle in 5 aspects

(n=123)

Problems	The level of farmers' opinions					Mean	S.D.
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)		
	Number of farmer (%)	Number of farmer (%)	Number of farmer (%)	Number of farmer (%)	Number of farmer (%)		
1. Cattle breed (Brahman)		62 (50.4)	49 (39.8)	12 (9.8)		3.41	0.663
2. Marketing (Contacting merchants)	1 (0.8)	45 (36.6)	74 (60.2)	3 (2.4)		3.36	0.545
3. Management of raising (3 months)		21 (17.1)	84 (68.3)	18 (14.6)		3.02	0.565
4. Cattle feed (Mainly rough + supplementary)		11 (8.9)	87 (70.7)	24 (19.5)	1 (0.8)	2.88	0.552
5. Control and prevention of cattle disease (Observing and monitoring)		16 (13.0)	57 (46.3)	48 (39.0)	2 (1.6)	2.71	0.710

ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพ

ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อวิสาหกิจชุมชน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพันธุ์โคขุน ด้านอาหารโคขุน ด้านการจัดการการเลี้ยงโคขุน ด้านการควบคุมป้องกันโรคโคขุน และด้านการตลาด มีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านพันธุ์โคขุน พบว่าเกษตรกรมีปัญหาในภาพรวม ระดับมาก โดยเกษตรกรมีปัญหาด้านพันธุ์โคขุนในระดับมาก ในประเด็นการเลือกโคพันธุ์บราห์มันมาขุน และมีปัญหาในระดับปานกลาง ได้แก่ การเลือกพันธุ์โคลูกผสมบราห์มัน 25% x พันธุ์พื้นเมือง 25% x พันธุ์ชาร์โรเลส์ 50% มาขุน การเลือกพันธุ์โคที่มีสายเลือดพันธุ์ยุโรปสูงกว่าร้อยละ 75% มาขุน การเลือกพันธุ์โคพันธุ์บราห์มัน 25% x พันธุ์พื้นเมือง 75% มาขุน สอดคล้องกับ Chauyuchuwong *et al.* (2010) รายงานว่า เกษตรกรมีปัญหาเริ่มขาดแคลนพันธุ์โคเนื่องจากเกษตรกรมีการจำหน่ายทั้งแม่พันธุ์โคที่เลี้ยง เนื่องจากการผลิตโคขุนที่มีคุณภาพต้องมาจากพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดี มีคุณภาพตามที่ตลาดเป้าหมายต้องการ และควรเป็นพันธุ์ที่หาซื้อได้ง่ายในท้องถิ่น ซึ่งพันธุ์บราห์มันเป็นหนึ่งสายพันธุ์ที่ตลาดต้องการและมีราคาแพง สอดคล้องกับ Kaewchoei *et al.* (2010) รายงานว่า ปัญหาที่เกษตรกรพบส่วนใหญ่ คือการขาดแม่โคพันธุ์ดี และโคผสมติดยาก

2) ด้านการตลาด พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในภาพรวม ระดับปานกลาง ได้แก่ การติดต่อพ่อค้ารับซื้อโคขุนก่อนถึงกำหนดที่จะขาย การขายโคขุนให้กับพ่อค้าตลาดเนื้อคุณภาพสูง การขายโคขุนให้กับพ่อค้าตลาดวัวลูกชิ้น การขายโคขุนให้กับพ่อค้าตลาดวัวมัน สอดคล้องกับ Chauyuchuwong *et al.* (2010) รายงานว่า มีการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการซื้อขายโคแบบชั่งน้ำหนักเพื่อพัฒนาระบบการตลาดโคเนื้อ เป็นการสร้างความยุติธรรมแก่ทั้งผู้

ซื้อและผู้ขาย เพราะคนไทยบางส่วนไม่ค่อยนิยมบริโภคเนื้อโคมากกว่าเนื้อสุกรจึงมีผลทำให้ปริมาณความต้องการของตลาดยังไม่แน่นอน จึงส่งผลกระทบต่อความต้องการของตลาดบริโภคเนื้อโคหลาย ๆ ระดับ

3) ด้านการจัดการการเลี้ยงโคขุน พบว่าเกษตรกรมีปัญหาในภาพรวม ระดับปานกลาง ในประเด็น ระยะเวลาในการขุนโคเต็มวัยใช้เวลาประมาณ 3 เดือน การเลือกโคหย่านมที่ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์มาขุน โดยใช้เวลากขุน 10 เดือน การจัดเตรียมน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา และอาหารอย่างเพียงพอในการเลี้ยง สอดคล้องกับ Pakeechay *et al.* (2014) รายงานว่า ปริมาณพืชอาหารสัตว์ที่ไม่เพียงพอเนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเพิ่ม จำนวนโคเนื้อในพื้นที่ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการเพิ่มปริมาณพืชอาหารสัตว์เพื่อรองรับความต้องการโคเนื้อของตลาดต่อไป

4) ด้านอาหารโคขุน พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในภาพรวม ระดับปานกลาง ในประเด็น ได้แก่ ปัญหาการให้อาหารหยาบเป็นหลัก และให้อาหารข้นเสริมบางช่วงเวลา การใช้อาหารข้นอาหารหยาบ ในการขุนโค การให้อาหารหยาบจำพวกหญ้าสดและวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร การให้อาหารหยาบโดยเฉพาะหญ้าแห้งเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับ Chauyuchuwong *et al.* (2010) รายงานว่า มีการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ ทำให้โคมีขนาดเล็ก จึงถูกกดราคา ปัญหาที่เกษตรกรประสบในปัจจุบัน ได้แก่ พื้นที่ที่เป็นแหล่งพืชอาหารสัตว์มีจำนวนลดลง เนื่องจากการขยายการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เป็นนโยบายการส่งเสริมจากรัฐบาล เช่น ปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้เกษตรกรมีการเลี้ยงโคลดลงจำนวนมาก จึงต้องมีการส่งเสริมการปลูกหญ้าอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง เช่น การปลูกหญ้าพันธุ์เนเปียร์ปากช่อง เพราะการเลี้ยงโคขุนจะต้องใช้ทั้งอาหารหยาบและอาหารข้นเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงต้องให้อาหารตามอัตราส่วนที่ได้จัดตามช่วงอายุไว้แล้ว

5) ด้านการควบคุมป้องกันโรคโคขุน พบว่าเกษตรกรมีปัญหาด้านการควบคุมป้องกันโรคโคขุนในระดับปานกลาง ในประเด็น การสังเกตเฝ้าดูสุขภาพของโคเมื่อมีความผิดปกติ และการทำทะเบียนบันทึกข้อมูลสุขภาพของโคทุกตัว สอดคล้องกับ Chauychuwong (2010) รายงานว่า ด้านสุขภาพโคเนื้อเกษตรกรได้รับคำแนะนำให้ทำการถ่ายพยาธิ

ชนิดต่าง ๆ เช่น พยาธิใบไม้ในตับและพยาธิตัวกลม ส่วนการทำวัคซีนจะทำการวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยในกรณีที่มีการระบาดถ้าไม่มีการระบาดก็จะไม่ทำวัคซีนเนื่องจากจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นเขตปลอดโรค

สภาพการจัดการการเลี้ยงโคเนื้อ

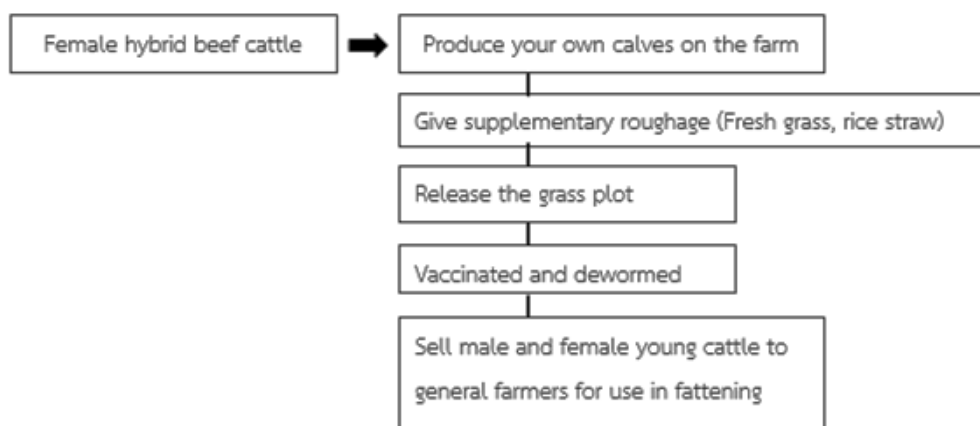


Figure 1 Management conditions for beef cattle raising

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาด้านการจัดการการเลี้ยงโคเนื้อ ผู้การผลิตโคขุนคุณภาพของวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงโคเนื้อ อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช

ความรู้เกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพ

เกษตรกรมีความรู้มากที่สุดเกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพในประเด็นอาหารโคขุน เพราะอาหารที่ใช้เลี้ยงโคขุนมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต โดยการให้อาหารข้นและอาหารหยาบจะต้องให้อัตราส่วนตามความต้องการของโคขุน ประเมินตามน้ำหนักตัวที่มีความต้องการอาหารในแต่ละวัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของโคขุน และมีความรู้ที่น้อยที่สุดในด้านตลาดโคขุนคุณภาพ ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรไม่มีแหล่งตลาดรับซื้อโคขุนคุณภาพที่แน่นอน เกษตรกรมีรายได้ที่ลดลง

ถูกเอารัดเอาเปรียบจากพ่อค้าคนกลาง และไม่มีอำนาจต่อรองในการซื้อขายได้

ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพ

เกษตรกรมีปัญหามากที่สุดเกี่ยวกับการจัดการการผลิตโคขุนคุณภาพในประเด็นพันธุ์โคขุนคุณภาพ เพราะการที่จะขายโคขุนคุณภาพจะต้องคำนึงถึงสายพันธุ์โคที่ตลาดต้องการและต้องมีตลาดรองรับในการเลี้ยงโคขุนเพราะระยะเวลาในการขุนจะส่งผลต่อต้นทุนที่ใช้เลี้ยงที่สูงขึ้น ถ้าเกษตรกรได้สายพันธุ์โคที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็วและโครงสร้างที่ใหญ่ก็จะส่งผลต่อการผลิตโคขุนคุณภาพได้ และเกษตรกรมีปัญหาน้อยที่สุดในด้านการควบคุมป้องกันโรค เพราะเกษตรกรมีการสังเกตเฝ้าดูสุขภาพของโคเมื่อมีความผิดปกติ และการทำทะเบียน บันทึกข้อมูลสุขภาพของโคทุกตัว เพื่อเป็นการป้องกันโรคอย่างทันถ่วงที

ข้อเสนอแนะ

1) เกษตรกรควรมีการศึกษาการจัดการด้านพันธุ์โคเนื้อเพื่อนำมาขุนเป็นโคขุนคุณภาพ ทั้งในส่วนการผสมเทียม การเลี้ยงดูโคหลังหย่านม และการอบรมให้ความรู้การเลือกพันธุ์โคที่นำมาขุนตามที่ตลาดต้องการและเกษตรกรรวมกลุ่มเพื่อจัดหาพันธุ์โคที่เหมาะสมในการนำมาขุนเป็นโคขุนคุณภาพ โดยจัดหาซื้อโคมาจากเครือข่ายผู้ผลิตโคเนื้อหรือในกลุ่มของวิสาหกิจที่ผลิตโคหย่านมหรือโคขุนเพื่อนำมาผลิตโคขุนคุณภาพต่อไป ด้านการตลาดเกษตรกรควรมีการรวมกลุ่มที่เข้มแข็ง เพื่อเป็นการเพิ่มอำนาจต่อรองด้านราคาตลาด ควรวางหลักเกณฑ์การจำหน่าย วิธีการจำหน่าย และ ราคาจำหน่ายแบบเดียวกันทั้งกลุ่มเพื่อป้องกันการถูกเอาเปรียบจากพ่อค้า เกษตรกรควรจำหน่ายโคขุนให้เครือข่ายการผลิตหรือเครือข่ายการตลาดของตนเอง เพื่อเป็นการสนับสนุนอาชีพของธุรกิจโคขุนให้คงอยู่ต่อไป และด้านอาหารโคขุนเกษตรกรควรมีการรวมกลุ่มเพื่อเรียนรู้ในการศึกษาด้านอาหารที่เลี้ยงโคขุนคุณภาพ ทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบ มีการติดต่อหน่วยงานภาครัฐที่ให้การสนับสนุนพันธุ์พืชอาหารสัตว์เพื่อนำมาปลูกในแปลงหญ้าสาธารณะหรือซื้อพันธุ์พืชอาหารสัตว์จากแหล่งที่ขาย

2) เจ้าหน้าที่ปศุสัตว์ควรให้การสนับสนุนการพัฒนาสายพันธุ์โคเนื้อที่ให้เนื้อคุณภาพดี และได้มาตรฐานเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยมีการสนับสนุนด้านพันธุ์และน้ำเชื้อสำหรับผสมพันธุ์โคเนื้อ การให้ความรู้ในการผสมอาหารข้นและการปลูกพืชอาหารสัตว์สำหรับโคขุน การจัดหาตลาดโคขุนคุณภาพ และการสร้างเครือข่ายในการจำหน่ายโคขุนคุณภาพ

เอกสารอ้างอิง

- Bootchiew, B. 2010. Development of beef cattle farming in oil palm plantations for sustainability in the Southern region. Final Report, Office of Regional Livestock 8. [in Thai]
- Chaiphech, S., N. Chupoon, S. Chaiphech, K. Chairat, W., Saengsoi, P., Pechsang, and S.Buakhao. 2021. The knowledge transfer on technology and innovation to improve the quality of beef cattle in the Western Khao Luang Mountains Nakhon Si Thammarat province. Available: https://explore.nrct.go.th/file_upload/submitter/file_upload/RyxJgDKr131NP0rk3dG32327479.pdf (October 2, 2023). [in Thai]
- Chauyuchuwong, R. 2010. Development of beef cattle systems in Nakhon Si Thammarat province. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla. [in Thai]
- Chauyuchuwong, R., S. Thanomvongvatthana, S. Pogool, and V. Chandaeng. 2010. Research and development of marketing system of beef cattle in Nakorn Si Thammarat province. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla. [in Thai]
- Information and Communication Technology Center. 2021. Department of Livestock. Available: <https://ict.dld.go.th/webnew.php/th/> [in Thai]

- Kaewchoei, N., K. Paekul, P. Choksutinsakul, P. Malikrue, and K. Jiewkok. 2010. Intensive in oil palm plantation of beef to domesticate developing Upper South Thailand. Available: https://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/frontend/Info/item/dc:283621 (October 1, 2023). [in Thai]
- Pakeechay, K., C. Wattanachant, and T. Angkulasearanee. 2014. Marketing channels of beef cattle in the lower southern region of Thailand. *Kasetsart Journal: Social Sciences* 35(2): 312 - 325. [in Thai]
- Sichon District Livestock Office. 2020. Summary of basic information on farmer groups/community enterprises that raise beef cattle at Sichon district, Nakhon Si Thammarat. [in Thai]
- Sichon District Livestock Office. 2023. Report on the number of farmers raising beef cattle and number of beef cattle in Sichon district, Nakhon Si Thammarat. [in Thai]
- Tapnu, T. 2009. Study on status of beef catting of farmers in Tharua Subdistrict, Mueang district, Nakhon Si Thammarat province. Master of Science in Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. [in Thai]
- Yamane, T. 1973. *Statistics: an introductory analysis* Harper & Row Publication, New York.

การประเมินปริมาณไนโตรเจนในใบสดของกล้วยไม้สกุลหวายโซเนียพันธุ์เอียสกุลแบบไม่ทำลายตัวอย่างด้วยเทคนิคการวิเคราะห์พหุตัวแปรของการสะท้อนแสงที่มองเห็นได้

Non-Destructive Determination of Fresh Leaf Nitrogen Content in *Dendrobium* Sonia 'Earsakul' Using Multivariate Data Analysis of Visible Light Reflectance

ศุภสุตา การูจี¹ สิรินาถ น้อยพิทักษ์² วันรัฐ अबดุลลากาซิม² และศุภฤติดา अबดุลลากาซิม^{3*}

Supasuta Karoojee¹ Sirinad Noypitak² Wanrat Abdullakasim² and Supatida Abdullakasim^{3*}

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

¹ Program of Crop Production Technology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom 73000

² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

² Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

³ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

³ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

* Corresponding author: fagrds@ku.ac.th

(Received: 8 November 2023; Revised: 26 January 2024; Accepted: 16 February 2024)

Abstract

Nitrogen is an important element needed for all stages of plant growth. Determining leaf nitrogen accumulation can be used as an indicator to identify plant health. The objectives of this study were to clarify the influence of time and frequency of fertilizer application on leaf nitrogen content in *Dendrobium* Sonia 'Earsakul' and to evaluate the amount of nitrogen content in the orchid leaves by measuring the color and reflectivity in visible light using multivariate analysis. This is a fast, low cost and easy-to-implement method. The completely randomized design involved five fertilizer application treatments i.e., 1) control treatment (spray only water) 2) fertilizer application in the morning once a week 3) fertilizer application in the morning twice a week 4) fertilizer application in the evening once a week and 5) fertilizer application in the evening twice a week, consecutively for nine months. All five treatments resulted in a sample population with differences in leaf nitrogen content in the range of 0.89-2.76% dry weight. The fertilizer application twice a week in the evening enhanced the maximum amount of leaf nitrogen content and the highest leaf greenness values. The best prediction model including the reflectance values range of 400-700 nm spectrum, corrected data by the Standard Normal Variate (SNV) method and combined with the L*, a*, b* gloss values, and the leaf greenness demonstrated a high prediction accuracy with the R_p of 0.9000 and RMSEP of 0.1849% dry weight. The values are considered a high prediction and it is possible to apply for determination of leaf nitrogen contents without destroying the sample.

Keywords: *Dendrobium* orchid, nutrient, prediction, non-destructive

บทคัดย่อ

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืชในทุกระยะ การทราบปริมาณไนโตรเจนที่ใบใช้เป็นหนึ่งดัชนีบ่งชี้สุขภาพของพืชได้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของช่วงเวลาและความถี่ในการให้ปุ๋ยต่อการสะสมไนโตรเจนในใบกล้วยไม้สกุลหวายไซเนียพันธุ์เฉียดสกุล และเพื่อประเมินปริมาณไนโตรเจนในใบสดด้วยคุณสมบัติค่าสีและค่าการสะท้อนแสงในช่วงแสงที่มองเห็นได้ด้วยวิธีการหาค่าตัวแปร ซึ่งเป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ไม่ยาก รวดเร็วและมีค่าใช้จ่ายน้อย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งวิธีการให้ปุ๋ยเป็น 5 ทริทเมนต์ คือ 1) ชุบน้ำปุ๋ย (ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า) 2) ให้ปุ๋ยช่วงเช้า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ 3) ให้ปุ๋ยช่วงเช้า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ 4) ให้ปุ๋ยช่วงเย็น 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 5) ให้ปุ๋ยช่วงเย็น 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 9 เดือน ผลการทดลองพบว่า วิธีการให้ปุ๋ยทั้ง 5 ทริทเมนต์สามารถสร้างประชากรที่มีความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนในใบกล้วยไม้ได้ในช่วง 0.89-2.76 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง โดยการให้ปุ๋ยในช่วงเย็น 2 ครั้งต่อสัปดาห์ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบมากที่สุด และมีค่าความเขียวใบสูงสุด เมื่อนำค่าการสะท้อนแสงของเส้นสเปกตรัมตั้งแต่ 400-700 นาโนเมตร ที่ปรับแต่งด้วยวิธี Standard Normal Variate (SNV) ร่วมกับการใช้ตัวแปรอื่นคือ ค่าสี L^* , a^* , b^* ค่าความเงา (gloss) และค่าความเขียวใบไปสร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจน พบว่าให้ผลการทำนายที่ดีกว่าทุกวิธี โดยได้ค่า R_p เท่ากับ 0.9000 และค่า RMSEP เท่ากับ 0.1849 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ซึ่งนับเป็นค่าการทำนายที่สูง และมีความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินปริมาณไนโตรเจนที่ใบสดของกล้วยไม้โดยไม่ต้องทำลายตัวอย่าง

คำสำคัญ: กล้วยไม้สกุลหวาย ธาตุอาหาร การทำนาย ไม่ทำลายตัวอย่าง

คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายและกล้วยไม้เขตร้อนอื่น ๆ มากเป็นอันดับหนึ่งของโลก ปี พ.ศ. 2565 มีผลผลิตจำนวน 31,950 ตัน และมีปริมาณการส่งออกสินค้ากล้วยไม้โดยรวมคิดเป็นมูลค่า 394.89 ล้านบาท (Department of International Trade Promotion, 2023) เพื่อเพิ่มมูลค่าการส่งออกช่อดอกกล้วยไม้ นอกจากปริมาณแล้ว การเพิ่มคุณภาพของช่อดอกเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเช่นกัน จากการวิจัยเกี่ยวกับการให้ปุ๋ยแก่กล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกใน ความถี่และปริมาณที่เหมาะสม ช่วยเพิ่มคุณภาพและปริมาณช่อดอกได้ (Karojee *et al.*, 2018) โดยไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นสำหรับทุกระยะการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ เนื่องจากเป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีน กรดนิวคลีอิกต่าง ๆ คลอโรฟิลล์ โคเอนไซม์ และฮอร์โมนในพืช เป็นต้น (Hawkesford *et al.*, 2012) แต่ถ้าพืชขาดธาตุ

ไนโตรเจนจะแสดงอาการขาดอย่างชัดเจน โดยแสดงอาการเหลืองบริเวณใบแก่มากกว่าใบอ่อน เพราะไนโตรเจนเคลื่อนย้ายได้ดีในพืชจึงเคลื่อนไปยังใบอ่อนได้ดีและสะสมบริเวณนั้นมากกว่าใบแก่ การขาดธาตุไนโตรเจนจะทำให้กล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิสมีจำนวนใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบลดลง ส่งผลให้คุณภาพช่อดอกลดลง (Susilo and Chang, 2014) การเพิ่มความชื้นโดยการให้น้ำแก่กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บอมโม่ในช่วงเย็นเป็นการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์บริเวณโคนปลูกลูกให้สูงขึ้น ส่งผลต่อการกระตุ้นการเปิดปากใบทำให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น (Chuennakorn and Yingjajaval, 2006) อาจส่งเสริมการดูดซึมและสะสมธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจนได้ อย่างไรก็ตามการขาดธาตุไนโตรเจนในพืชหลายชนิดสามารถประเมินจากสีของใบได้ เนื่องจากสีเป็นคุณสมบัติเชิงแสงที่สามารถใช้อธิบาย บรรยายคุณลักษณะของวัสดุเกษตรได้ง่ายที่สุดวิธีหนึ่ง เกิดจากการที่แสง

สะท้อนจากวัตถุมามากกระทบบที่ตา และส่งไปยังสมองเพื่อแปลผลออกมาเป็นสีที่ตาเห็น แต่ในการบรรยายนั้นมาตรฐานในการเทียบสีอาจมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ลักษณะทางกายภาพตาของผู้บรรยาย หรือลักษณะของแสงที่ตกกระทบบ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการจัดการมาตรฐานการบรรยายสีในเชิงวิชาการ เครื่องมือที่ใช้วัดสีด้วยเครื่อง colorimeters และ spectrophotometer สามารถวัดสีของวัตถุออกมาเป็นตัวเลขได้ ซึ่งจะวัดปริมาณการสะท้อนแสงของวัตถุเทียบกับมาตรฐานอ้างอิงที่เป็น reflectance curve วัตถุที่มีสีแตกต่างกันจะมี reflectance curve ที่แตกต่างกัน ระบบการวัดสีด้วยเครื่อง colorimeters และ spectrophotometer มีอยู่หลายระบบด้วยกันแต่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ ระบบ CIE $L^*a^*b^*$ เป็นวิธีการวัดสีที่ใช้ลักษณะของ color space ซึ่งเป็นมาตรฐานของ CIE (Commission International De L'Eclairage) เป็นหน่วยงานเพื่อกำหนดมาตรฐานของการส่องสว่าง และการใช้สีได้กำหนดรูปแบบมาตรฐานในการใช้มาตรวัดสีที่สามารถใช้ได้โดยทั่วไป และง่ายในการเปรียบเทียบ โดยค่าสีในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ ซึ่งค่า L^* เป็นค่าแสดงความสว่าง ยิ่งค่าเป็นบวกมากยิ่งมีความสว่างมาก ส่วนค่า $-a^*$ แสดงถึงค่าสีเขียว $+a^*$ แสดงถึงค่าสีแดง $-b^*$ แสดงถึงค่าสีน้ำเงิน และ $+b^*$ แสดงถึงค่าสีเหลือง (Abbott, 1999)

การสะท้อนแสง (reflection) ของใบพืชมีรายงานว่า มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ เช่น ในต้นไทรย้อยใบแหลม (benjamin fig) และต้นคอตตอนวูด (cottonwood) กับปริมาณไนโตรเจนในใบพบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (Loh and Grabosky, 2002) รวมทั้งมีการใช้เครื่องมือ เช่น คลอโรฟิลล์มิเตอร์ (Chlorophyll meter SPAD-502) เครื่อง Near infrared spectrometer (NIRS) และเครื่อง colorimeters ทำการวัดค่าสีใบเพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนแสงกับปริมาณไนโตรเจนในพืช

นอกจากนี้ Sookchalearn and Abdullakasm (2017) ได้พัฒนาเครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมันสำปะหลังโดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดสีที่สอบเทียบกับแถบสีมาตรฐาน พบว่าสามารถวัดค่าความเขียวใบได้ใกล้เคียงกับเครื่อง SPAD-502 ที่ค่า R^2 เท่ากับ 0.97 และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 0.9688

ปัจจุบันเครื่อง SPAD-502 สามารถวัดค่าความเขียวใบและประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ใบแบบไม่ทำลายตัวอย่าง เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้งานง่าย รวดเร็ว และเนื่องจากปริมาณคลอโรฟิลล์และปริมาณไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง การใช้เครื่อง SPAD-502 จึงสามารถประเมินปริมาณไนโตรเจนเบื้องต้นในใบพืชได้ แต่เนื่องจากการวัดค่าด้วยเครื่อง SPAD-502 ใช้พื้นที่วิเคราะห์แต่ละจุดน้อย (6 ตารางมิลลิเมตร) แม้จะวัดหลายค่า แต่เมื่อนำมาทำนายปริมาณไนโตรเจนอาจได้ค่าความสัมพันธ์ที่ R^2 ปานกลางถึงสูงแตกต่างกันตามแต่ชนิดพืช ตำแหน่งใบ และระยะการเจริญเติบโต เช่น ในข้าว พบว่า ค่า SPAD กับปริมาณไนโตรเจนของใบตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตมีค่า R^2 ในช่วง 0.72-0.96 และมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิต (Yang *et al.*, 2014) ส่วนกล้วยไม้พบว่าค่า SPAD กับปริมาณไนโตรเจนในใบ มีค่า R เท่ากับ 0.79 ซึ่งยังมีค่าไม่สูงมากสำหรับการนำไปใช้ในการทำนายปริมาณไนโตรเจนในใบ (Karoojee, 2018) ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนด้วยเครื่อง NIRS แม้สามารถประเมินค่าความสัมพันธ์ได้ค่า R^2 สูงสามารถทำนายปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างใบสดของกล้วยไม้ได้ด้วยค่า R_p 0.8874 และตัวอย่างใบแห้งสามารถทำนายได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง โดยมีค่า R_p สูงถึง 0.9882 (Karoojee *et al.*, 2021) แต่ต้องอาศัยความชำนาญของผู้วิเคราะห์ค่อนข้างมาก เนื่องจากเทคนิคมีความซับซ้อน และพืชบางชนิดที่มีค่าน้ำสะสมในเนื้อเยื่อของใบมากทำให้ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนาย

งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของช่วงเวลา และความถี่ในการให้ปุ๋ยต่อปริมาณไนโตรเจนใน ใบกล้วยไม้สกุลหวายไซเนียพันธุ์เอียสกุล และทำนายปริมาณไนโตรเจนในใบสดด้วยคุณสมบัติค่าสีและการสะท้อนแสงในช่วงแสงที่มองเห็นได้ด้วยการวิเคราะห์แบบพหุตัวแปร (multivariate data analysis) ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายมากกว่าการวิเคราะห์ค่าทางเคมี เพื่อนำไปสู่การจัดการธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างต้นกล้วยไม้

การทดลองนี้ใช้ต้นกล้วยไม้สกุลหวายไซเนียพันธุ์เอียสกุล อายุ 1 ปี หลังย้ายปลูก จำนวน 300 ต้น ที่เลี้ยงในโรงเรือน B1 ที่ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลือกต้นที่มีความสูงเท่า ๆ กัน จำนวนใบใกล้เคียงกัน และมีความสมบูรณ์ไม่เป็นโรค โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) แบ่งการทดลองเป็น 5 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 60 ต้น

ทรีทเมนต์ที่ 1 ชุดควบคุม (ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ให้ปุ๋ยช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 8.30-9.30 น. 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ทรีทเมนต์ที่ 3 ให้ปุ๋ยช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 8.30-9.30 น. 2 ครั้งต่อสัปดาห์

ทรีทเมนต์ที่ 4 ให้ปุ๋ยช่วงเย็นตั้งแต่เวลา 17.30-18.30 น. 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ทรีทเมนต์ที่ 5 ให้ปุ๋ยช่วงเย็นตั้งแต่เวลา 17.30-18.30 น. 2 ครั้งต่อสัปดาห์

โดยแต่ละทรีทเมนต์ที่ให้ปุ๋ยจะให้ปุ๋ยเกล็ดละลายน้ำฉีดพ่นทางใบ สูตร 20-20-20 สลับกับสูตร 30-10-10 อัตรา 4 กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 9 เดือน มีการให้น้ำตามปกติและมีการฉีดพ่นสารเคมีควบคุมโรคและแมลง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างใบกล้วยไม้ตำแหน่งที่ 2 และตำแหน่งที่ 3 นับจาก

ส่วนยอด เพราะเป็นใบที่ทางเต็มที่ไม้แก่และอ่อนเกินไปของแต่ละต้น จำนวนทั้งหมด 150 ตัวอย่าง แบ่งเป็น ทรีทเมนต์ละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ต้น นำตัวอย่างใบกล้วยไม้ตำแหน่งใบที่ 2 และ 3 นำมาเช็ดทำความสะอาดและวางทิ้งไว้ในห้องปรับอากาศอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2. การหาสมบัติเชิงแสง

2.1 การหาความเขียวใบกล้วยไม้

วัดค่าความเขียวใบที่กล้วยไม้ตำแหน่งที่ 3 จากยอดด้วยเครื่อง Chlorophyll meters รุ่น SPAD-502 วัดใบละ 6 จุดและหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ (Figure 1a) โดยที่เครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 นั้นใช้ light source เพียงสองความยาวคลื่นคือ red LED 650 นาโนเมตร และ near-infrared LED 940 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงการดูดกลืนของคลอโรฟิลล์ (Konika Minolta, 2009)

2.2 การหาค่าสีและการสะท้อนแสงของช่วงแสงที่มองเห็นได้

นำตัวอย่างใบกล้วยไม้มาวัดสีในหน่วย CIE L^* , a^* , b^* , ค่าความเงา (gloss) และค่าการสะท้อนแสงช่วงแสงที่มองเห็นได้ 400-700 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Color spectrophotometer (Spectro-guide sphere gloss, BYK- Gardner, USA) โดยตั้งค่าการวัด standard illuminant/standard observer คือ D65/10° ค่าการสะท้อนแสงจะถูกบันทึกค่าทุก 10 นาโนเมตร ลงภายในเครื่อง ส่วนค่า L^* (lightness) แสดงค่าความสว่าง โดยวัตถุที่มีสีขาวจะมีค่าเท่ากับ 100 และวัตถุสีดำมีค่าเท่ากับ 0 ค่า a^* , b^* (Chromaticity coordinates) เป็นค่าที่ระบุความหมายของสีวัตถุ โดยค่า a^* มีค่าบวกลบหมายถึงวัตถุมีสีแดง a^* มีค่าลบหมายถึงวัตถุมีสีเขียว และค่า b^* มีค่าบวกลบหมายถึงวัตถุมีสีเหลือง ค่า b^* และค่าลบหมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน (Magdic *et al.*, 2009) และค่าความเงา (gloss) จะถูกบันทึกและแสดงผลบนหน้าจอของเครื่อง โดยวัดกลางใบใบละ 2 ด้าน ด้านละ 2 ซ้ำ (Figure 1b) แล้วนำค่าที่ได้ในแต่ละใบมาทำการเฉลี่ยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

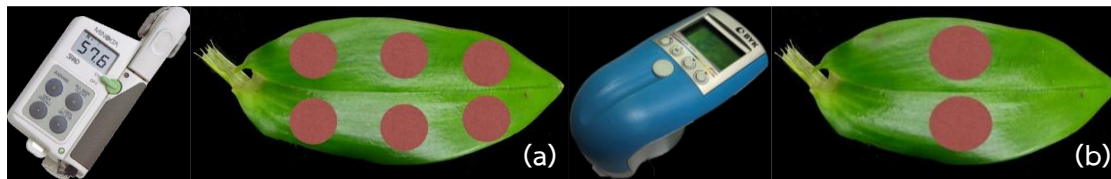


Figure 1 Leaf chlorophyll and color measurement: (a) SPAD-502 chlorophyll meter and measuring positions (b) Color spectrophotometer and measuring positions

3. การหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

นำตัวอย่างใบกล้วยไม้ไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้งสนิท จากนั้นบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช จากนั้นบรรจุตัวอย่างที่บดแล้วลงถุงซิปล็อคและเก็บไว้ในซิลิกาเจลกันชื้น แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจนด้วยวิธี combustion โดยตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง Protein/Nitrogen determinator รุ่น FP-528 (LECO, USA) ป้อนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสารมาตรฐานและตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ พร้อมทดสอบความถูกต้องผ่านการวิเคราะห์สารมาตรฐาน EDTA โดยต้องอ่านค่า nitrogen ให้ได้ 9.57 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นชั่งตัวอย่างใบกล้วยไม้ที่อบแห้งและบดเป็นผงละเอียดให้ได้ 0.25 กรัม ใส่ใน Tin foil ชนิดพิเศษที่ปราศจากไนโตรเจน นำตัวอย่างไปเผาในเครื่อง Protein/Nitrogen determinator บันทึกค่าไนโตรเจนทั้งหมดที่ได้ เปรียบเทียบผลการให้ปุ๋ยในช่วงเวลาต่างกันต่อปริมาณไนโตรเจน

4. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคุณสมบัติต่าง ๆ ตามลักษณะการให้ปุ๋ย

ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่วัดขึ้นเนื่องมาจากอิทธิพลของการให้ปุ๋ยแก่ต้นกล้วยไม้สกุลหวายด้วยวิธี One-way ANOVA และทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) และทดสอบค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; r) ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณไนโตรเจนกับค่าความเขียวใบ (SPAD unit) และค่าสี $L^* a^* b^*$ ของใบกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์โชเนี่ยเฉียสกุล ด้วยโปรแกรม SPSS version 28 (NY, USA)

4.2 สร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

แบ่งตัวอย่างใบกล้วยไม้ทั้งหมดออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสร้างสมการเทียบมาตรฐาน (calibration set) และกลุ่มทดสอบสมการเทียบมาตรฐาน (prediction set) ใช้อัตราส่วน 2:1 โดยให้ค่าปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุดและมากที่สุดอยู่ในกลุ่มสร้างสมการเทียบมาตรฐาน (calibration model) เพื่อสร้างสมการทำนายด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน (Partial least squares regression; PLSR) แบบ leave one out full cross-validation ด้วยโปรแกรม The Unscrambler version 9.8 (Camo, Norway) กำหนดให้ตัวแปรอิสระ คือ ข้อมูลค่าสี และค่าการสะท้อนแสงในช่วงที่มองเห็นได้ และตัวแปรตามคือ ปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการทำนาย การสร้างสมการสอบเทียบมาตรฐาน (calibration model) ในการทำนายปริมาณไนโตรเจนถูกสร้างใน 5 สมการ คือ 1) สมการจากข้อมูลค่าสี $L^* a^* b^*$ และ gloss 2) สมการจากข้อมูลค่าสี $L^* a^* b^*$ และ gloss และความเขียวใบ (SPAD unit) 3) สมการจากข้อมูลค่าสะท้อนแสงช่วง 400-700 นาโนเมตร 4) สมการจากข้อมูลสมการจากข้อมูลค่าสะท้อนแสงช่วง 400-700 นาโนเมตร

ซึ่งปรับแต่งเส้นสเปกตรัมเพื่อลดการกระเจิงแสงที่อาจรบกวนระหว่างการใช้ตัวอย่างด้วยวิธี Standard Normal Variate (SNV) (Timkhum and Terdwongworakul, 2012) และ 5) สมการจากข้อมูลค่าสี $L^* a^* b^*$ และ gloss ความเขียวใบ (SPAD) และข้อมูลค่าสะท้อนแสงช่วง 400-700 นาโนเมตร ที่ปรับแต่งด้วยวิธี SNV สมการเทียบมาตรฐาน (calibration model) ที่ดีที่สุดถูกพิจารณา คัดเลือกจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมการเทียบมาตรฐาน (correlation coefficient of calibration; R_c) เข้าใกล้ 1 มากที่สุด ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณไนโตรเจนจากวิธีมาตรฐานและค่าปริมาณไนโตรเจนจากการทำนาย และค่าความคลาดเคลื่อนจากการทำนายของกลุ่มตัวอย่าง ในการสร้างสมการเทียบมาตรฐาน (root mean square error of calibration; RMSEC) ที่ต่ำที่สุด เมื่อได้สมการเทียบมาตรฐานที่ดีที่สุดแล้วจึงนำไปทดสอบด้วยกลุ่มทดสอบสมการเทียบมาตรฐาน โดยพิจารณาการทำนายที่ดีที่สุดจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการทดสอบสมการเทียบมาตรฐาน (correlation coefficient of prediction; R_p) ที่สูงสุด (Suwonsichon and Ritthiruangdej, 2012) และค่าความคลาดเคลื่อนจากการทำนายในการทดสอบสมการเทียบมาตรฐาน (root mean square error of prediction; RMSEP) ที่ต่ำสุด (Williams, 2007)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ใบ

หลังจากให้ปุ๋ยที่ช่วงเวลาและความถี่ที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 9 เดือน พบว่าเมื่อพิจารณาถึงการสะสมอาหารของพืช กล้วยไม้สกุลหวายไซเนียพันธุ์เอี้ยสกุล ที่ได้รับปุ๋ย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ในช่วงเวลาเย็นให้ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่ากล้วยไม้ที่ได้รับปุ๋ย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ในช่วงเวลาเช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่า

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 และ 2.17 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้ปุ๋ยช่วงเย็นทำให้การสะสมไนโตรเจนสูงกว่าการให้ปุ๋ยในช่วงเวลาเช้า เนื่องจากกล้วยไม้สกุลหวายไซเนียพันธุ์เอี้ยสกุลเป็นพืช CAM (Taticharoen et al., 2023) ที่มีการเปิดปากใบในเวลากลางวัน และการเพิ่มความชื้นช่วยกระตุ้นการเปิดปากใบและการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช CAM ได้ (Lange and Medina, 1979) ดังนั้นการให้สารละลายปุ๋ยช่วงเย็นทำให้ต้นกล้วยไม้อยู่ในสภาวะที่มีความชื้นยาวนานขึ้น ประกอบกับตรงกับช่วงที่ปากใบเปิดในตอนกลางวัน จึงอาจเป็นที่มาของการดูดซึมและสะสมธาตุอาหารเช่นไนโตรเจนได้ดีกว่าทริทเมนตอื่น

นอกจากนี้ ยังพบอีกว่าการให้ปุ๋ย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ใบสูงกว่าการให้ปุ๋ย 1 ครั้งต่อสัปดาห์และไม่ให้ปุ๋ยเลย ซึ่งการให้ปุ๋ย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ในช่วงเวลาเช้ามีการสะสมไนโตรเจนน้อยกว่าการให้ปุ๋ยในช่วงเย็น 1 ครั้งต่อสัปดาห์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1.89 และ 1.94 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Table 1) ส่วนการไม่ให้ปุ๋ยเลยตลอดช่วงที่ทำการทดลอง พบว่าใบของกล้วยไม้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเพียง 1.22 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากมีรายงานปริมาณไนโตรเจนสะสมที่ใบตามคำแนะนำสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายที่มีสุขภาพดีควรมีค่าในช่วง 1.45-1.9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (Uchida, 2000) และยิ่งเมื่ออยู่ในช่วงการสร้างผลผลิตช่อดอกกล้วยไม้จะมีความต้องการไนโตรเจนและธาตุอื่น ๆ เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการให้ปุ๋ยอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์จึงจำเป็นสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย ส่วนการให้ปุ๋ย 2 ครั้งอาจเหมาะสมสำหรับช่วงที่ต้นไม่ต้องการธาตุอาหารในปริมาณมาก เช่น ช่วงการพัฒนาช่อดอก

Table 1 Change in leaf nitrogen content of *Dendrobium* orchids as affected by fertilizer application for 9 months

Treatment	Number of samples	Nitrogen content (%dry weight)		
		Minimum	Maximum	Average $\pm$ SD
No fertilizer	30	0.89	1.62	1.22 $\pm$ 0.20 ^d
Fertilizer once a week in the morning	30	1.68	2.24	1.89 $\pm$ 0.12 ^c
Fertilizer twice a week in the morning	30	1.90	2.49	2.17 $\pm$ 0.15 ^b
Fertilizer once a week in the evening	30	1.75	2.30	1.94 $\pm$ 0.12 ^c
Fertilizer twice a week in the evening	30	1.91	2.76	2.36 $\pm$ 0.23 ^a

Remarks: Average $\pm$ Standard deviation with the different letters in the same column was significant at $p \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test (DMRT)

2. การหาสมบัติเชิงแสง

2.1 ค่าความเขียวใบ

หลังให้ปุ๋ยกล้วยไม้จนครบ 9 เดือน ทำการวัดค่าความเขียวใบด้วยเครื่อง Chlorophyll meters รุ่น SPAD-502 (Konika Minolta, Japan) ใช้ใบตำแหน่งที่ 3 วัดใบละ 6 จุดและหาค่าเฉลี่ย พบว่าการให้ปุ๋ยในช่วงเย็น 2 ครั้งต่อสัปดาห์ให้ค่าความเขียวใบมากกว่าการให้ปุ๋ยในช่วงเวลาเช้า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และการให้ปุ๋ยในช่วงเวลาเย็น 1 ครั้งต่อสัปดาห์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.28, 61.03 และ 61.15 ตามลำดับ ส่วนการให้ปุ๋ยในช่วงเวลาเช้า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งมีค่าความเขียวใบเฉลี่ยเพียง 58.42 แตกต่างกับการให้ปุ๋ยในช่วงเวลาเย็น 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และการให้ปุ๋ย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ทั้งช่วงเวลาเช้าและเย็น (Table 2) และเมื่อพิจารณาความเขียวใบของต้นกล้วยไม้ที่ไม่มีการให้ปุ๋ยเป็นเวลา 9 เดือนพบว่า ค่าความเขียวใบมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 46.44 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ สอดคล้องกับผลของการวัดสีด้วยเครื่อง Spectro-guide sphere gloss

ที่พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 40.51 ค่าสีเขียว (a^*) เท่ากับ -9.51 และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 21.85 (Table 2) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์และสามารถบ่งบอกว่า ใบกล้วยไม้ที่ไม่ได้รับปุ๋ยนั้นมีสีค่อนข้างเหลืองกว่าทุกทรีทเมนต์ (Figure 2)

2.2 ค่าสี

เมื่อพิจารณาค่าวัดสีจากเครื่อง Spectro-guide sphere gloss จาก Table 2 พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของใบกล้วยไม้กับกลุ่มที่ไม่มีการให้ปุ๋ยมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่น ๆ ซึ่งจาก Figure 2 แสดงให้เห็นว่าใบของกล้วยไม้ที่ไม่มีการให้ปุ๋ยค่อนข้างมีสีเหลืองซึ่งเมื่อนำใบในแต่ละทรีทเมนต์มาเปรียบเทียบกับก็พบความแตกต่างของสีอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากพืชขาดไนโตรเจน ทำให้การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ลดลง (Sruamsiri, 2011; Marschner, 1995) เมื่อพิจารณาค่า a^* ทางลบ ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเขียว และค่า b^* ทางลบ ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเหลือง พบว่ากลุ่มใบกล้วยไม้ที่ไม่ให้ปุ๋ยต่างจากกลุ่มที่ให้ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ จาก Figure 2 แสดงให้เห็นถึง

สีใบที่เป็นสีเขียวออกเหลือง โดยมีความแตกต่างจากกลุ่มที่ให้ปุ๋ยที่มีสีเขียวเข้ม โดยค่าความเงา (gloss) ของใบกล้วยไม้ไม่มีความแตกต่างกันทั้งในกลุ่มที่ให้ปุ๋ยและไม่ให้ปุ๋ย เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าไนโตรเจนและค่าสี L^* a^* b^* พบค่าความสัมพันธ์ที่ดีจากความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง (L^*) และค่า b^* กับค่าไนโตรเจน

เท่ากับ -0.7026 และ -0.7137 ตามลำดับ (Table 3) จากการประเมินประสิทธิภาพของเครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 และ เครื่องวัดสี Spectro-guide sphere gloss นั้นพบว่า ทั้งสองเครื่องสามารถวิเคราะห์สีใบได้ดี สะดวกในการใช้งาน และสามารถแสดงค่าบอกสถานะที่หน้าจอได้

Table 2 The leaf greenness (SPAD units), L^* a^* b^* values, and gloss of *Dendrobium* orchids as affected by fertilizer application for 9 months

Treatment	SPAD unit	L^*	a^*	b^*	Gloss
No fertilizer	46.44 ± 5.99 ^c	40.51 ± 2.09 ^a	-9.51 ± 0.81 ^b	21.85 ± 2.93 ^a	2.99 ± 1.23 ^a
Fertilizer once a week in the morning	58.42 ± 3.93 ^b	36.83 ± 1.63 ^b	-8.50 ± 0.91 ^a	16.76 ± 2.23 ^b	3.19 ± 1.52 ^a
Fertilizer twice a week in the morning	61.03 ± 3.90 ^a	36.85 ± 1.66 ^b	-8.59 ± 0.64 ^a	16.75 ± 2.07 ^b	3.08 ± 1.22 ^a
Fertilizer once a week in the evening	61.15 ± 3.61 ^a	36.36 ± 1.75 ^{bc}	-8.39 ± 0.89 ^a	16.09 ± 2.47 ^{bc}	2.97 ± 1.26 ^a
Fertilizer twice a week in the evening	63.28 ± 4.19 ^a	35.67 ± 1.23 ^c	-8.29 ± 0.54 ^a	15.03 ± 1.57 ^c	2.94 ± 1.36 ^a

Remarks: Average ± Standard deviation with the different letters in the same column was significant at $p \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test (DMRT), ns = non-significant differences



Figure 2 The leaf color at the 3rd position from the top shoots of *Dendrobium* orchids as affected by fertilizer application for 9 months

ทั้งนี้ค่าความเขียวใบที่วัดได้จากใบกล้วยไม้สดที่ไม่มีการให้ปุ๋ยในการศึกษารั้งนี้เท่ากับ 46.44 ซึ่งต่ำกว่าใบกล้วยไม้สดที่มีการให้ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทั้งที่อายุต้นเท่ากัน และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบที่ได้จากค่า SPAD unit กับปริมาณไนโตรเจน พบว่า

ได้ค่า R เท่ากับ 0.7913 ซึ่งอาจยังมีค่าไม่สูงมากสำหรับการนำไปใช้หาความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจน (Table 3) เนื่องจากยังมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณไนโตรเจนสะสมในใบ เช่น ฤดูกาล อายุของต้นพืช และช่วงระยะเวลาของการเจริญเติบโต (Abrol, 1991) และค่าความเขียวใบ

ก็ยังขึ้นอยู่กับความหนาของใบอีกด้วย โดยใบที่มีความหนามาก เช่น ใบกล้วยไม้สกุลหวายจะมีค่าความเขียวใบมาก (Oilitsaranukul, 2004) และเมื่อมีความหนาใบมาก เครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 จะไม่สามารถวัดค่าความเขียวใบได้โดยตรง เพราะสามารถวัดตัวอย่างใบที่มีความหนามากที่สุดเพียง 1.2 mm เท่านั้น (Konika Minolta, 2009) แต่จากค่าที่ได้ สามารถใช้ประเมินปริมาณ

คลอโรฟิลล์จากค่าความเขียวใบได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้แทนการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ต้องสกัดด้วยสาร N,N-Dimethylformamide (DMF) ซึ่งต้องมีการทำลายตัวอย่าง และค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้ นั้นมีค่าน้อยกว่าค่าที่วัดได้จริง (Oilitsaranukul, 2004) ดังนั้นจึงควรนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกับค่าวิเคราะห์อื่น ๆ เพิ่มเติม

Table 3 Correlation between nitrogen content and light reflectance properties

Pearson's correlation	SPAD unit	L*	a*	b*
Nitrogen content (% dry weight)	0.7913**	-0.7026**	0.4432**	-0.7137**

Remarks: ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed) probability

3. ค่าการสะท้อนแสงในช่วงแสงที่มองเห็นได้ (visible light)

เมื่อวัดค่าการสะท้อนแสงของใบกล้วยไม้สกุลหวายในช่วงแสง visible light ที่ช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดสี Spectro-guide sphere gloss พบสเปกตรัมยกตัวสูงขึ้นจากค่าการสะท้อนแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 550 นาโนเมตร (Figure 3a) ซึ่งหมายความว่า แสงสะท้อนแสงสีเขียวออกมา ส่วนช่วงแสง 400-490 นาโนเมตร และ 610-670 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแสงสีม่วง-น้ำเงิน และแสงสีแดงนั้นถูกดูดกลืน มีผลทำให้

สามารถมองเห็นใบกล้วยไม้เป็นสีเขียว เมื่อพิจารณาเส้นสเปกตรัมที่ปรับแต่งด้วยวิธี SNV เพื่อลดการกระเจิงแสงซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความแปรปรวนในข้อมูลที่วัดได้ (Terdwongworakul, 2012) ที่ระดับการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน พบว่าเส้นสเปกตรัมของกลุ่มที่ไม่มีการให้ปุ๋ยในช่วงความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร ซึ่งจะสะท้อนแสงสีเขียวลดลง และในช่วงความยาวคลื่น 580-590 นาโนเมตร ที่สะท้อนแสงสีเหลือง ยกตัวสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ให้ปุ๋ย (Figure 3b) ซึ่งสอดคล้องกับสีใบของกล้วยไม้ที่ไม่มีการให้ปุ๋ยและให้ปุ๋ย (Figure 2)

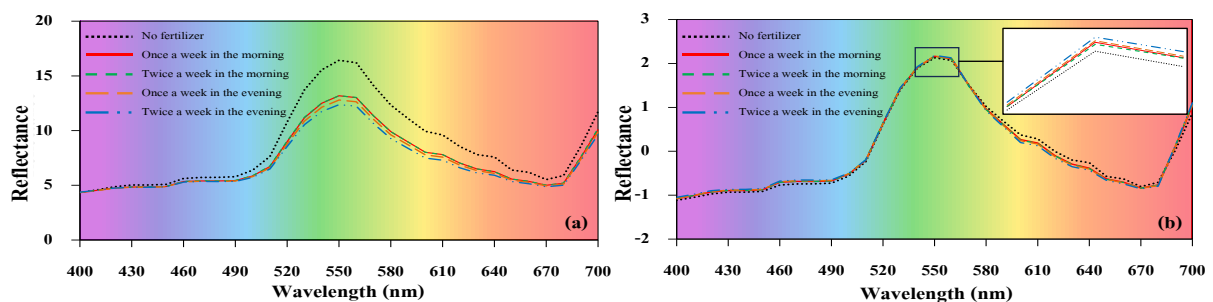


Figure 3 Average of spectra a) visible light reflectance at 400-700 nm of *Dendrobium* orchids and b) spectral pretreatment with SNV under different fertilizer application

4. ผลการสร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจน

นำค่าการสะท้อนแสงในแต่ละความยาวคลื่นในช่วงแสง visible light ตั้งแต่ 400-700 นาโนเมตร ไปสร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจนให้ผลการทำนายที่ดีได้ค่า R_p เท่ากับ 0.8331 และค่า RMSEP เท่ากับ 0.2287 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และเมื่อใช้ค่าการสะท้อนแสงของเส้นสเปกตราตั้งแต่ 400-700 นาโนเมตร ที่ปรับแต่งด้วยวิธี SNV ไปสร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธี PLSR ให้ผลการทำนายที่ดีกว่าเส้นสเปกตราที่ไม่ได้ปรับแต่งที่ได้ค่า R_p เท่ากับ 0.8721 และค่า RMSEP เท่ากับ 0.2040 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (Table 4) ซึ่งผลการทำนายเมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient) ของการสร้างสมการเทียบมาตรฐาน พบความยาวคลื่นที่สำคัญที่มีค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสูงกว่า 1.00 ถูกเลือกคงไว้ในสมการทำนายนั้นคือ ค่าการสะท้อนแสงที่ความยาวคลื่น 420 440 520 550 610 630 650 และ 700 นาโนเมตร (Figure 4) ซึ่งเป็นช่วงแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดง จากนั้นจึงนำค่าการสะท้อนแสงที่ความยาวคลื่นทั้ง 8 ความยาวคลื่นไปสร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจนให้ผลการทำนายที่ดีได้ค่า R_p เท่ากับ 0.8570 และ

ค่า RMSEP เท่ากับ 0.2159 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ซึ่งดีกว่าการใช้ค่าการสะท้อนแสงจากทั้งช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร ทั้งนี้อาจเกิดจากการดูดกลืนแสงในช่วงแสงสีแดงที่อาจเกี่ยวข้องกับการดูดกลืนแสงในช่วงแสงที่มองเห็นได้ (visible light) ของ chlorophyll a (Kramer and Smith, 1947) ที่เป็นรงควัตถุในพืชเป็นสารสีที่มีความสำคัญที่สุด เพราะเป็นสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาแสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์อีกด้วย ทั้งนี้ยังคล้ายคลึงกับการใช้ช่วงแสง visible light ในการทำนายความสุกแก่ของทุเรียนโดยวัดปลายหนามซึ่งเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นและลดลงของรงควัตถุต่างๆ บริเวณหนามของทุเรียน (Timkhum and Terdwongworakul, 2012) อย่างไรก็ตาม เมื่อนำค่าการสะท้อนแสงของเส้นสเปกตราช่วง 400-700 นาโนเมตร ที่ปรับแต่งด้วยวิธี SNV ร่วมกับการใช้ตัวแปรอื่นคือ ค่าสี L^* a^* b^* ค่าความเงา (gloss) และค่าความเขียวใบ ไปสร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจนให้ผลการทดสอบสมการทำนายที่ดีกว่าทุกวิธีได้ค่า R_p เท่ากับ 0.9000 และค่า RMSEP เท่ากับ 0.1849 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (Figure 5)

Table 4 PLSR model for predicting nitrogen content of *Dendrobium Sonia* 'Earsakul' from reflectance spectra

Variables	LV	R_c	RMSEC (% dry weight)	R_p	RMSEP (% dry weight)
L^* , a^* , b^* , gloss	3	0.7909	0.2586	0.7943	0.2523
L^* , a^* , b^* , gloss + SPAD	3	0.8623	0.2140	0.8657	0.2150
Reflection in 400-700 nm	8	0.8924	0.1907	0.8331	0.2287
SNV of Reflection in 400-700 nm	6	0.8881	0.1943	0.8721	0.2040
420, 440, 520, 550, 610, 630, 650, 700 nm	7	0.8850	0.1968	0.8570	0.2159
L^* , a^* , b^* , gloss + SPAD + SNV400-700	3	0.8856	0.1962	0.9000	0.1849

Remarks: LV is a Latent variable

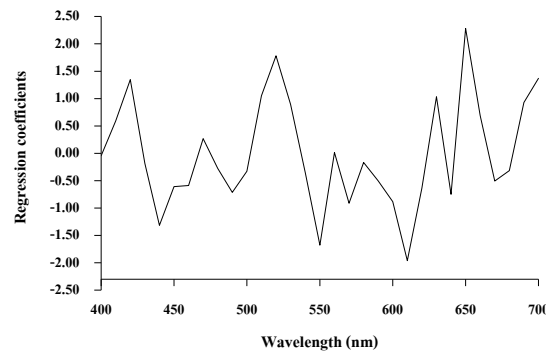


Figure 4 Regression coefficient plot of calibration model for predicting nitrogen content by using visible light reflectance at 400-700 nm

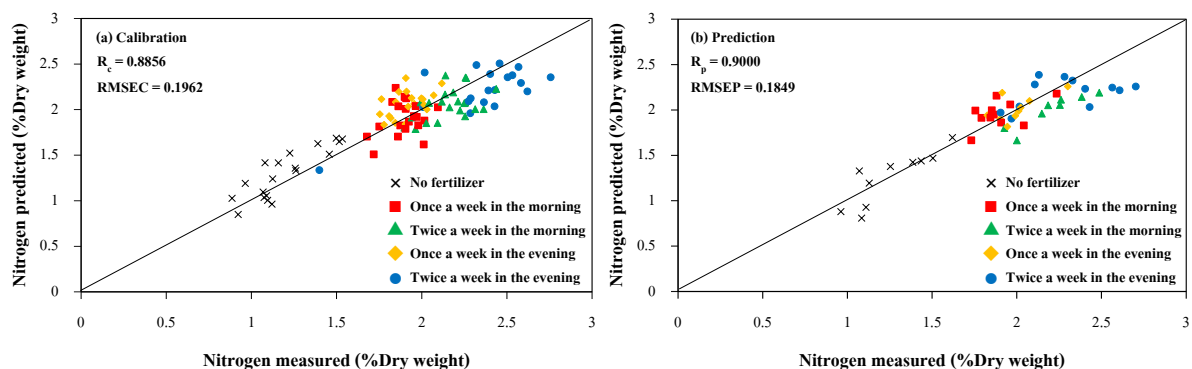


Figure 5 Scatter plot of a) calibration and b) prediction results based on SNV pretreated visible light reflectance spectra, L^* a^* b^* values, gloss and leaf greenness

สรุปผลการวิจัย

ผลของช่วงเวลา และความถี่ในการให้ปุ๋ยต่อการสะสมไนโตรเจนในใบกล้วยไม้สกุลหวาย โชนิเยพันธุ์เอี้ยสกุลโดยการให้ปุ๋ยเกล็ดละลายน้ำ ฉีดพ่นทางใบ สูตร 20-20-20 สลับกับสูตร 30-10-10 อัตรา 4 กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 9 เดือน ทั้ง 5 ทรีทเมนต์ สามารถสร้างประชากรที่มีความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนในใบกล้วยไม้ได้ในช่วง 0.89-2.76 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง โดยการให้ปุ๋ย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบมากกว่าการให้ปุ๋ย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และการให้ปุ๋ยในระยะเวลาเย็น 2 ครั้งต่อสัปดาห์ทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบมากที่สุด และมีผลให้ค่าความเขียวใบสูงขึ้นด้วย จากการวิเคราะห์สีใบและการสะท้อนแสงในช่วงแสง

ที่มองเห็นได้ (visible light) พบว่าสามารถทำนายปริมาณไนโตรเจนในใบสดของกล้วยไม้สกุลหวาย โชนิเยพันธุ์เอี้ยสกุลแบบไม่ทำลายได้ดี เมื่อนำค่าการสะท้อนแสงของเส้นสเปกตรัมตั้งแต่ 400-700 นาโนเมตร ที่ปรับแต่งด้วยวิธี SNV ร่วมกับการใช้ตัวแปรอื่นคือ ค่าสี L^* a^* b^* ค่าความเงา (gloss) และค่าความเขียวใบ ไปสร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจนให้ผลการทำนายที่ดีกว่าทุกวิธีได้ค่า R_p เท่ากับ 0.9000 และค่า RMSEP เท่ากับ 0.1849 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ซึ่งให้ค่าการทำนายที่สูงที่สุด และจึงมีความเป็นไปได้ในการใช้สมการเทียบมาตรฐานไปประยุกต์ใช้ในการทำนายปริมาณไนโตรเจนที่ใบของใบกล้วยไม้สดได้

เอกสารอ้างอิง

- Abbott, J. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15: 207-225. Available: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00086-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00086-6).
- Abrol, Y.P. 1991. Nitrogen in higher plants. Great Brit by SRP Ltd , England.
- Chuennakorn, P. and S. Yingjajaval. 2006. Test on the evening watering to increase air humidity for the better yield of *Dendrobium* spp. Sonia Bom Jo of Thai Orchids Company Limited. Study Report. Kasetsart University. [in Thai]
- Department of International Trade Promotion. 2023. Orchid products. Available: https://oldweb.ditp.go.th/contents_attach/1001315/1001315.pdf (August 24, 2023). [in Thai]
- Hawkesford, M., W. Horst, T. Kichey, H. Lambers, J. Schjoerring, I. S. Moller, and P. White. 2012. Function of macronutrients. pp. 135-189. *In*: P. Marschner (eds.). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Elsevier, UK.
- Karoojee, S. 2018. Application of near-infrared spectroscopy techniques for predicting nitrogen content in leaves of *Dendrobium Sonia* 'Earsakul'. Master of Science in Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. [in Thai]
- Karoojee, S., S. Chuaybamrung, S. Abdullakasim and S. Noypitak. 2018. Effect of fertilizer application frequency on growth, flower spike quality, and nitrogen accumulation in *Dendrobium Sonia* 'Earsakul'. *Agricultural Science Journal* 49 (Special Issue 1): 257-261. [in Thai]
- Karoojee, S., S. Noypitak and S. Abdullakasim. 2021. Determination of total nitrogen content in fresh leaves and leaf powder of *Dendrobium* orchids using near-infrared spectroscopy. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 62: 31-40. Available: <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00301-2>.
- Konika Minolta, Inc. 2009. Chlorophyll meter SPAD-502Plus. Available: <https://www.konicaminolta.eu/eu-en/hardware/measuring-instruments/colour-measurement/chlorophyll-meter/spad-502plus> (April 3, 2022)
- Kramer, A. and H.R. Smith. 1947. Electrophotometric methods for measuring ripeness and color of canned peaches and apricots. *Food Technology* 1(4): 527-539.
- Lange, O. and E. Medina. 1979. Stomata of the CAM plant *Tillandsia recurvata* respond directly to humidity. *Oecologia* 40: 357-363. Available: <https://doi.org/10.1007/BF00345331>.
- Loh, F. C. W and J. C. Grabosky. 2002. Using the SPAD 502 meter to assess chlorophyll and nitrogen content of Benjamin fig and cottonwood leaves. *Hort Technology*. 12(4): 682-684.
- Magdic, D., J. Lukinac, S. Jokic, F. Cacic-Kenjeric, M. Bilic and D. Velic. 2009. Impact analysis of different chemical pre-treatments on colour of apple discs during drying process. *Croatian Journal of Food Science and Technology* 1(1): 31-35.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plant*. 2nd edition. Academic Press, New York.
- Oilitsaranukul, B. 2004. Study on relationship between leaf greenness, chlorophyll content, leaf nitrogen content and net leaf photosynthetic rate of *Dendrobium*

- Sonia 'Bom Jo'. Undergraduate Special Problem, Kasetsart University. [in Thai]
- Sookchalearn, T. and W. Abdullakasim. 2017. A low-cost sensor for measuring and mapping chlorophyll content in cassava leaves. Chiang Mai University Journal of Natural Science 16: 183-190.
- Sruamsiri, P. 2011. Nutrients in Horticultural Production. Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. [in Thai]
- Susilo, H. and Y.C.A. Chang. 2014. Nitrogen source for inflorescence development in *Phalaenopsis*: II. effect of reduced fertilizer level on stored nitrogen use. Journal of American Society for Horticultural Science 139(1): 76-82. Available: <https://doi.org/10.21273/JASHS.139.1.76>.
- Suwonsichon, T. and P. Ritthiruangdej. 2012. Quantitative and qualitative analysis. pp. 6(8)-6(9). In: W. Thanapase, S. Kasemsumran, S. Pathaveerat, A. Terdwongworakul, P. Ritthiruangdej, T. Suwansichon and R. Rittiron (eds.), Near-Infrared Technology and Applications in Industries. Kasetsart University, Institute of Agricultural and Food Product Development. Nakhon Pathom. [in Thai]
- Taticharoen, T., S. Matsumoto, C. Chutteang, K. Srion, C. Malumpong and S. Abdullakasim. 2023. Response and acclimatization of a CAM orchid, *Dendrobium* Sonia 'Earsakul' to drought, heat, and combined drought and heat stress. Scientia Horticulturae 309: 111661. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111661>.
- Terdwongworakul, A. 2012. Spectrum adjustment before analysis. pp. 5(1)-5(22). In: W. Thanapase, S. Kasemsumran, S. Pathaveerat, A. Terdwongworakul, P. Ritthiruangdej, T. Suwansichon, and R. Rittiron (eds.), Near-Infrared Technology and Applications in Industries. Kasetsart University, Institute of Agricultural and Food Product Development. Nakhon Pathom. [in Thai]
- Timkhum, P. and A. Terdwongworakul. 2012. Non-destructive classification of durian maturity of 'Monthong' cultivar by means of visible spectroscopy of the spine. Journal of Food Engineering 112(4): 263-267. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.05.018>
- Uchida, R. 2000. Recommended plant tissue nutrient levels for some vegetable, fruit and ornamental foliage and flowering plants in Hawaii. pp. 57-65. In: J. A. Silva and R. Uchida (eds.). Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa.
- Williams, P. 2007. Grains and seeds. pp. 165-217. In Y. Ozaki, W. F. McClure, and A. A. Christy (eds.). Near-infrared spectroscopy in food science and technology. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc. U.S.A.
- Yang, H., J. Yang, Y. Lv and J. He. 2014. SPAD values and nitrogen nutrition index for the evaluation of rice nitrogen status. Plant Production Science 17(1): 81-92. Available: <https://doi.org/10.1626/pps.17.81>.

การปรับตัวต่อวิกฤตภัยแล้งของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ตำบลปลายกด อำเภอบางซาย
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Adaptation towards Drought Crisis of Rice-Farmers in Plai Klat Sub-District, Bang Sai District,
Province Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

พิมพ์พดา ทับทัน และนริศรา อินทะสิริ*

Pimlada Thapthan and Narisara Intasiri*

ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok
10900

* Corresponding author: fagnai@ku.ac.th

(Received: 29 December 2023; Revised: 14 February 2024; Accepted: 8 March 2024)

Abstract

The main objective of this research was to study factors affecting adoption towards drought crisis of farmers. The Sample group consisted of 230 farmers by *accidental sampling* in Plai Klat Subdistrict, Bang Sai District, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province. The research instrument was a questionnaires. Data analysis used Descriptive statistics and Enter multiple regression analysis.

The results found that most of the respondents were male, 50.30 years old on average, rice income was 354,208.33 baht per year on average in 2022, and didn't have their land holding. Most of them had 24.50 rai of rice cultivated area on average, rice variety was RD 41 (paddy), had 3 workforces on average, rice cultivating 2 times per year, and had 25.50 years of experience on average in rice growing. Most of them had sources of funds from their own, not being membership of the social group, and perceived agricultural news from neighbors. Adaptation of farmers towards drought overall was at a moderate level (2.93). The most adaptation of farmers was media exposure to drought information (3.16), followed by participation in drought responsibility (2.88), changing *planting season/alternative plant* (2.87), and water sources preparing (2.80) respectively. Factors affecting farmers' adoption to drought found that there were 3 factors statistically significant at $p\text{-value} \leq 0.05$. as follows: age, a source of funds that comes from own capital and loaning from Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives (BAAC), and farm area. Farmers' problems in adaptation to drought had 3 issues: 1) improving and restoring water sources in the community; 2) participating in projects related to drought response; and 3) receiving knowledge and support for drought response from government agencies.

Keywords: Adaptation, drought, rice-farmer

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวต่อวิกฤตภัยแล้งของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว กลุ่มตัวอย่างคือเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในตำบลปลายกลัด อำเภอบางช้าง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 230 คน โดยการสุ่มแบบบังเอิญ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกเข้า ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 50.30 ปี มีรายได้จากการจำหน่ายข้าว ปี พ.ศ.2565 โดยเฉลี่ย 354,208.33 บาทต่อปี และไม่มีพื้นที่ถือครองเป็นของตนเอง เกษตรกรมีขนาดพื้นที่ปลูกข้าวโดยเฉลี่ย 24.50 ไร่ ข้าวปลูกเป็นพันธุ์ กข 41 (ข้าวเจ้า) มีจำนวนแรงงานโดยเฉลี่ย 3 คน มีฤดูทำนา 2 รอบต่อปีและมีประสบการณ์ในการปลูกข้าวโดยเฉลี่ย 25.50 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่มีแหล่งเงินทุนมาจากเงินทุนตนเอง ไม่เป็นสมาชิกกลุ่มทางสังคมและมีการเปิดรับข่าวสารด้านการเกษตรจากเพื่อนบ้าน การปรับตัวต่อวิกฤตภัยแล้งโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (2.93) การปรับตัวในแต่ละด้านพบว่าเกษตรกรมีการปรับตัวมากที่สุดคือ การเปิดรับข้อมูลข่าวสารภัยแล้ง (3.16) รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมในการรับมือภัยแล้ง (2.88) การปรับเปลี่ยนช่วงฤดูเพาะปลูกและพืชปลูก (2.87) และมีการปรับตัวน้อยที่สุดคือการเตรียมแหล่งน้ำ (2.80) ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวต่อวิกฤตภัยแล้งของเกษตรกร พบว่า มี 3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p\text{-value} \leq 0.05$ ได้แก่ อายุ การมีแหล่งเงินทุนที่มาจากทุนของตัวเองและการกู้ยืมธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.) และขนาดพื้นที่ทำนา ปัญหาของเกษตรกรต่อการปรับตัววิกฤตภัยแล้ง มี 3 ประเด็น คือ 1) การปรับปรุงฟื้นฟูแหล่งน้ำในชุมชน 2) การเข้าร่วมโครงการที่เกี่ยวกับการรับมือภัยแล้ง และ 3) การได้รับความรู้และการสนับสนุนเพื่อการรับมือกับภัยแล้งจากหน่วยงานภาครัฐ

คำสำคัญ: การปรับตัว ภัยแล้ง เกษตรกรผู้ปลูกข้าว

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เป็นแหล่งรายได้หลักของการส่งออกในหมวดสินค้าเกษตรและยังเป็นอาหารหลักของประชากรในประเทศ พื้นที่ถือครองการเกษตรส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในการปลูกข้าว โดยภาพรวมการส่งออกข้าวไทย ปี พ.ศ. 2566 ไทย ส่งออกข้าวได้ 8.76 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 178,136 ล้านบาท (Department of Foreign Trade, 2024) จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยนอกจากสามารถผลิตข้าวเพื่อบริโภคแล้ว ยังส่งออกข้าวไปต่างประเทศ จนสามารถนำเงินตราต่างประเทศเข้าสู่ประเทศได้ในอันดับต้น ๆ ข้อมูลในปี 2564 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 66 ล้านไร่ คิดเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั่วประเทศ

โดยภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ภาคเหนือและภาคใต้ (Office of Agricultural Economics, 2022) ปัญหาสำคัญในการปลูกข้าวมีหลายประเด็น เช่น ปัญหาด้านทุนการผลิตที่สูงขึ้น การขาดแคลนแรงงานในการทำนา ราคาขายข้าวที่ตกต่ำ การผลิตข้าวที่มีคุณภาพต่ำปนเปื้อนสารพิษ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวส่วนใหญ่อยู่ในสภาพไร้ที่ดินทำกินเป็นของตนเอง และหนึ่งในปัญหาที่สำคัญคือ การประสบภัยแล้งของเกษตรกร (Pintobtang et al., 2021) ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการเพาะปลูกเป็นอย่างมาก

จังหวัดพระนครศรีอยุธยามีสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมในการเพาะปลูกข้าว ดินในพื้นที่ส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์สูงเนื่องจากมีวัดฤ

ต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพา จึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าว โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด 852,842 ไร่ ข้าวส่วนใหญ่เป็นข้าวพันธุ์กข 41 เนื่องจากเกษตรกรในเขตภาคกลางนิยมปลูกข้าวทั้งฤดูนาปีและนาปรังข้าวพันธุ์กข 41 สามารถลงปลูกได้ทั้ง 2 ช่วงเวลา ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกข้าวประสบปัญหาภัยแล้งขาดแคลนน้ำในช่วงการเพาะปลูก แม้จะมีโครงการแก้ไขและบรรเทาปัญหาความเดือดร้อนที่เกี่ยวกับปัญหาภัยแล้ง แต่ก็ยังได้รับผลกระทบโดยตรงจากภัยแล้ง จากรายงานข้อมูลสถานการณ์ภัยพิบัติด้านการเกษตรของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา รายงานความเสียหายด้านพืช ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ว่ามีเกษตรกรได้รับผลกระทบ 13 อำเภอ 1,556 ครัวเรือน พื้นที่การเกษตรเสียหายรวมทั้งสิ้น 2,844.50 ไร่ โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว 2,148.50 ไร่ ส่งผลให้เกษตรกรสูญเสียรายได้และขาดความมั่นคงในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งการปลูกข้าวจำเป็นต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอและเหมาะสมตามระยะเวลาการเพาะปลูก โดยภัยแล้งส่งผลทำให้ข้าวที่ผลิตได้ไม่มีคุณภาพ (Phra Nakhon Si Ayutthaya Provincial Agricultural Disaster Monitoring and Mitigation Center, 2022)

จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาเรื่อง “การปรับตัวต่อวิกฤตภัยแล้งของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ตำบลปลายกลัด อำเภอบางซ้าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา” เพื่อศึกษาว่าเกษตรกรมีการเตรียมตัวหรือการปฏิบัติอย่างไรเมื่อเกิดภัยแล้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว 2) การปรับตัวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต่อวิกฤตภัยแล้ง 3) ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต่อวิกฤตภัยแล้ง และ 4) ปัญหาของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในการปรับตัว

ต่อวิกฤตภัยแล้ง ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์เพื่อรับมือกับภัยแล้งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต อันใกล้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) โดยมีการกำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้เป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่มีรายชื่ออยู่ในทะเบียนเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปลายกลัด อำเภอบางซ้าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 541 คน (Phra Nakhon Si Ayutthaya Provincial Agricultural Office, 2023) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณของ Yamane (1973) ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.05 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 230 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ดำเนินการในระหว่างเดือน มิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2566 ใช้วิธีการสอบถามจากเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) จากกลุ่มประชากร คือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวใน ตำบลปลายกลัด อำเภอบางซ้าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวนตามขนาดกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม สร้างขึ้นโดยการทบทวนเอกสารแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัว ภาวะภัยแล้ง แนวทางการปรับตัวของเกษตรกรเพื่อบรรเทาปัญหาภัยแล้ง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม โดยการหาค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน กำหนดเกณฑ์แต่ละรายข้ออยู่ที่ 0.60 - 1.00 ค่า IOC ที่ได้ เท่ากับ 0.91

แบบสอบถามที่ได้ประกอบด้วยคำถามแบบปลายปิด (close-ended questions) และปลายเปิด (open-ended questions) โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ประกอบด้วย ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ รายได้ ขนาดพื้นที่ปลูกข้าว พันธุ์ข้าวที่ปลูก ลักษณะพื้นที่ถือครอง จำนวนแรงงาน ฤดูในการปลูกข้าว แหล่งเงินทุน ประสบการณ์การปลูกข้าว และข้อมูลด้านสังคม ได้แก่ การเปิดรับข่าวสาร การเป็นสมาชิกกลุ่ม

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการปรับตัวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต่อภัยแล้ง แบ่งเป็น 4 ด้าน ที่สรุปจัดหมวดหมู่ได้จากการทบทวนเอกสาร ประกอบด้วย ด้านการเปิดรับข้อมูลข่าวสารภัยแล้ง ด้านการเตรียมแหล่งน้ำ ด้านการปรับเปลี่ยนช่วงฤดูเพาะปลูกและพืชปลูก และด้านการมีส่วนร่วมในการรับมือภัยแล้ง โดยมีการวัดจากระดับของการปฏิบัติ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนและความหมายเพื่อการแปลผล 5 ระดับ ดังนี้

ปฏิบัติทุกครั้ง = 5 คะแนน หมายถึง ทำในกิจกรรมนั้นทุกครั้งเมื่อเกิดภาวะแล้ง

ปฏิบัติบ่อยครั้ง = 4 คะแนน หมายถึง ทำในกิจกรรมนั้นบ่อยครั้งเมื่อเกิดภาวะแล้ง

ปฏิบัติบางครั้ง = 3 คะแนน หมายถึง ทำในกิจกรรมนั้นอยู่บ้างเมื่อเกิดภาวะแล้ง

ปฏิบัติน้อยครั้ง = 2 คะแนน หมายถึง ทำในกิจกรรมนั้นน้อยครั้งมากเมื่อเกิดภาวะแล้ง

ไม่ปฏิบัติ = 1 คะแนน หมายถึง ไม่ทำในกิจกรรมนั้นเลยเมื่อเกิดภาวะแล้ง

การแปลผล เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ โดยวิธีการของลิเคิร์ต (Likert)

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลค่าดังนี้ (Niyamangkoon, 2013)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51-5.00 หมายถึง มีการปรับตัวในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51-4.50 หมายถึง มีการปรับตัวในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51-3.50 หมายถึง มีการปรับตัวในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51-2.50 หมายถึง มีการปรับตัวในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00-1.50 หมายถึง มีการปรับตัวในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ปัญหาของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในการปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมได้ นำไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร และใช้สถิติเชิงอนุมาน (inferential statistic) ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้งของเกษตรกร ได้แก่ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) โดยใช้สถิติวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแบบคัดเลือกเข้า (enter multiple regression analysis) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป) กับตัวแปรตาม

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคม

เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 57.40 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 50.30 ปี โดยเกษตรกรมีรายได้จากการขายข้าวในปีพ.ศ.2565 โดยเฉลี่ยต่อปี 354,208.33 บาท เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 90.40 ไม่มีพื้นที่ถือครองเป็นของตนเอง สภาพการปลูกข้าว

ส่วนใหญ่เป็นเช่าที่ดินทำนา มีขนาดพื้นที่ปลูกข้าว โดยเฉลี่ย 24.5 ไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 92.20 ปลูกข้าวเป็นพันธุ์ กข 41 (ข้าวเจ้า) มีจำนวนแรงงาน ในครัวเรือนที่ใช้ในการปลูกข้าวโดยเฉลี่ย 3 คน เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 98.30 มีฤดูทำนา 2 รอบ ต่อปี คือ รอบที่ 1 คือช่วงเดือน พฤษภาคม ถึงเดือน กันยายน และ รอบที่ 2 คือช่วง เดือน ตุลาคม ถึง

เดือนธันวาคม เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 90.9 มีแหล่งเงินทุนในการปลูกข้าวมาจากเงินทุนตนเอง และมีประสบการณ์ในการปลูกข้าวโดยเฉลี่ย 25.50 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 93.50 ไม่เป็นสมาชิก กลุ่มใด ๆ ทางสังคม และร้อยละ 92.60 มีการเปิดรับ ข่าวสารด้านการเกษตรจากเพื่อนบ้าน (Table1)

Table 1 The result of socio-economic characteristics of rice farmers (n=230)

Variables	%	Mean	S.D.
Gender			
male	57.40		
female	42.60		
Age (year)		50.30	9.50
Rice Income (bath)		354,208.33	327990.60
Land ownership			
don't have their land holding (rent)	90.40		
have their land holding	9.60		
Rice cultivated size (rai)		24.50	14.30
Rice variety			
RD 41	92.20		
Other variety (RD 51,RD61	7.80		
Workforces (person)		2.98	1.02
Season of rice cultivating (times/year)			
2 times	98.30		
Other (1time/3time)			
Rice growing experience		25.50	8.74
Sources of funds			
from their own only	90.90		
From their own and BAAC	49.10		
Social status			
being membership of the social group	6.50		
not being membership of the social group	93.50		
Perceived agricultural news/Information (source)			
neighbors	92.60		

จากผลการศึกษาเห็นได้ว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วงสูงวัย สอดคล้องกับสถานการณ์สังคมสูงวัยในปัจจุบัน มีประสบการณ์การปลูกข้าวมานานกว่า 25 ปี การปลูกข้าวเป็นอาชีพที่ถูกตกทอดมารุ่น ต่อรุ่น โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคกลาง เนื่องจากพื้นที่เหมาะสมกับการปลูกข้าว และพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้การเช่าที่ดินในการทำนา อาจเนื่องมาจากส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยไม่มีพื้นที่ถือครองเป็นของตนเอง ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับ Duangbootsee (2017) ที่อธิบายว่า เกษตรกรไทยส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย มีรายได้น้อย เกษตรกรจำนวนมากจึงไม่ได้เป็นเจ้าของเครื่องมือการผลิตของตนเอง เช่น ที่ดิน รถแทรกเตอร์ ทำให้เกษตรกรต้องเช่าที่ทำกิน และยังสอดคล้องเป็นไปตามข้อมูลรายงานปี พ.ศ.2564 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่แสดงข้อมูลสัดส่วนพื้นที่ทำการเกษตรในประเทศไทยร้อยละ 48.32 ของพื้นที่เป็นการทำเกษตรบนที่ดินของตนเอง ที่เหลือร้อยละ 51.68 ทำเกษตรบนที่ดินที่เช่า ที่ติดจำนอง ที่ฝากขาย

การปรับตัววิถีวิถีภัยแล้งของเกษตรกร

การปรับตัววิถีวิถีภัยแล้งของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว โดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ย 2.93 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าเกษตรกรมีการปรับตัวอยู่ในระดับปานกลาง ทั้ง 4 ด้าน โดยเกษตรกรมีการปรับตัวมากที่สุด คือ ด้านการเปิดรับข้อมูลข่าวสารภัยแล้งมีค่าเฉลี่ย 3.16 รองลงมาคือ ด้านการมีส่วนร่วมในการรับมือภัยแล้งมีค่าเฉลี่ย 2.88 ด้านการปรับเปลี่ยนช่วงฤดูเพาะปลูกและพืชปลูกมีค่าเฉลี่ย 2.87 และด้านการเตรียมแหล่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 2.80 ตามลำดับ การปรับตัววิถีวิถีภัยแล้งของเกษตรกร เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นในแต่ละด้าน พบว่า

1) ด้านการเปิดรับข้อมูลข่าวสารภัยแล้ง มี 5 ประเด็น เกษตรกรมีการปรับตัวอยู่ในระดับมาก 1 ประเด็น คือ การติดตามข่าวสารทางราชการและเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำมีค่าเฉลี่ย 3.99 มีการปรับตัวอยู่ในระดับปานกลาง 4 ประเด็น ได้แก่ การรับทราบนโยบาย แผน และมาตรการการจัดสรรน้ำ และการปลูกพืชฤดูแล้งในลุ่มน้ำมีค่าเฉลี่ย 3.27 การรับทราบข้อมูลการขอรับการช่วยเหลือจากภาครัฐกรณีที่เกิดภาวะภัยแล้งรุนแรงมีค่าเฉลี่ย 3.04 การได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่รัฐเกี่ยวกับการรับมือกับภัยแล้งมีค่าเฉลี่ย 2.88 และ การรับทราบแผนการจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ย 2.61 ตามลำดับ

2) ด้านการเตรียมแหล่งน้ำ มี 10 ประเด็น เกษตรกรมีการปรับตัวในระดับมาก 3 ประเด็น ได้แก่ การสูบน้ำจากแหล่งน้ำใกล้เคียงเข้ามาช่วยในระหว่างรอฝนมีค่าเฉลี่ย 4.28 การเจาะบ่อบาดาลเพื่อสูบน้ำมาใช้ในแปลงปลูกข้าวและทำเชื่อนดินมีค่าเฉลี่ย 4.20 และการขุดบ่อน้ำบางส่วนมาจากอ่างเก็บน้ำมีค่าเฉลี่ย 3.84 มีการปรับตัวอยู่ในระดับปานกลาง 4 ประเด็น ได้แก่ พัฒนาแหล่งน้ำและระบบจ่ายน้ำเข้าแปลงมีค่าเฉลี่ย 3.45 การสร้างระบบบริหารจัดการน้ำในชุมชนมีค่าเฉลี่ย 2.97 การขุดบ่อจืดหรือสระน้ำมีค่าเฉลี่ย 2.29 และการทำโคก หนอง นา โมเดลมีค่าเฉลี่ย 1.98 และมีการปรับตัวอยู่ในระดับน้อย 3 ประเด็น ได้แก่ การทำระบบบ่อเติมน้ำใต้ดินมีค่าเฉลี่ย 1.73 ธนาคารน้ำใต้ดินมีค่าเฉลี่ย 1.69 และการปรับปรุงฟื้นฟูแหล่งน้ำในชุมชนมีค่าเฉลี่ย 1.63 ตามลำดับ

3) ด้านการปรับเปลี่ยนช่วงฤดูเพาะปลูกและพืชปลูก มี 6 ประเด็น เกษตรกรมีการปรับตัวอยู่ในระดับมาก 1 ประเด็น คือ การปรับเปลี่ยนแผนการเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง ระยะเวลาการปลูกหรือหยุดการทำนาในช่วงเวลาแล้งมีค่าเฉลี่ย 3.68 มีการปรับตัวอยู่ในระดับปานกลาง 3 ประเด็น ได้แก่

การปรับเปลี่ยนเทคนิคหรือวิธีการเพาะปลูกข้าว มีค่าเฉลี่ย 3.45 การปรับเปลี่ยนชนิดพันธุ์ข้าว ให้เหมาะสมกับพื้นที่หรือมีการปลูกพืชหลังนา มีค่าเฉลี่ย 3.29 และการปรับมาปลูกพืชอายุสั้น มีค่าเฉลี่ย 2.44 และมีการปรับตัวอยู่ในระดับน้อย 2 ประเด็น ได้แก่ การงดเพาะปลูกพืชฤดูแล้งมี ค่าเฉลี่ย 2.23 และการปลูกพืชแบบไร่นาแบบผสม มีค่าเฉลี่ย 2.16 ตามลำดับ

4) ด้านการมีส่วนร่วมในการรับมือภัยแล้ง มี 5 ประเด็น เกษตรกรมีการปรับตัวในระดับปานกลาง

4 ประเด็น ได้แก่ การร่วมมือกันเสนอรูปแบบ การตั้งรับต่อภัยแล้งมีค่าเฉลี่ย 3.45 การร่วมกัน วางแผนโดยนำความรู้ทางวิชาการเข้ามาช่วย มีค่าเฉลี่ย 3.05 การจัดตั้งเครือข่ายเพื่อรับมือภัย ในการดำเนินงานรับมือภัยแล้งมีค่าเฉลี่ย 2.86 และ การดูแลระบบการบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรและ ของชุมชนมีค่าเฉลี่ย 2.77 และมีการปรับตัวในระดับ น้อย 1 ประเด็น คือ การเข้าร่วมโครงการรับมือ ต่อภัยแล้งของภาครัฐมีค่าเฉลี่ย 2.28 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Adaptation level of Rice-Farmers towards Drought crisis in all 4 aspects (n=230)

Adaptation Aspects	Mean	S.D.	Level
Media exposure to drought information	3.16	0.74	Moderate
Water sources preparing	2.80	0.74	Moderate
Changing planting season/alternative plant	2.87	0.73	Moderate
Participation in drought responsibility	2.88	0.76	Moderate

Remarks: 1.00-1.50 Lowest, 1.51-2.50 Low, 2.51-3.50 Moderate, 3.51-4.50 High, 4.51-5.00 Highest

ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้งของ เกษตรกร

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวต่อ วิกฤติภัยแล้งของเกษตรกรครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์ ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ แบบคัดเลือกเข้า (enter method) โดยมีปัจจัยส่วนบุคคลบางประการของ เกษตรกร เป็นตัวแปรอิสระ จำนวน 6 ตัวแปร คือ เพศ (x_1) อายุ (x_2) แหล่งเงินทุนซึ่งถูกแปลงเป็น ตัวแปรหุ่น (dummy variables) ได้แก่ การมีแหล่ง เงินทุนหลักที่มาจากทุนของตนเองและการกู้ยืม ธนาคาร ธกส. (x_3) การมีแหล่งเงินทุนเกษตรที่ มาจากทุนตัวเองเพียงอย่างเดียว(x_4) ขนาดพื้นที่ทำนา (x_5) และ สถานะสภาพการถือครองพื้นที่ (x_6) นำไป หาความสัมพันธ์ กับตัวแปรตามจำนวน 1 ตัวแปร

คือ การปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้งของเกษตรกร (Y) สามารถเขียนแบบจำลองได้ ดังนี้

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6$$

โดยที่ Y คือ การปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้ง ของเกษตรกร ตำบลปลายกลัด อำเภอบางช้าง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

X_1	คือ	เพศ (ชาย/หญิง)
X_2	คือ	อายุ (ปี)
X_3	คือ	แหล่งเงินทุนหลัก (ทุนตัวเองและกู้ยืม ธกส.)
X_4	คือ	แหล่งเงินทุนหลัก (จากทุนตัวเอง)
X_5	คือ	ขนาดพื้นที่ทำนา (ไร่)
X_6	คือ	สถานะสภาพการถือครองพื้นที่ (เป็นเจ้าของ/พื้นที่เช่า)

ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีตัวแปรอิสระจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ อายุ (x_2) การใช้แหล่งเงินทุนที่มาจากทุนของตัวเองและการกู้ยืมธนาคาร ธกส. (x_4) และ ขนาดพื้นที่ทำนา (x_5) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.419 หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวแปร สามารถร่วมกันอธิบายความสัมพันธ์กับตัวแปรตามได้ร้อยละ 41.9 โดยอธิบายความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

1) อายุ (x_2) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อธิบายได้ว่า เกษตรกรที่มีอายุเพิ่มขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีการปรับตัวต่อภัยแล้งลดลง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการที่เกษตรกรมีอายุสูงขึ้น มีโอกาสที่เรียนรู้จะถดถอยลดลง การเตรียมรับมือปัญหาต่าง ๆ อาจไม่คล่องตัวหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้เร็ว ในขณะที่เกษตรกรอายุน้อยกว่า และการเป็นคนรุ่นใหม่อาจมีการเปิดโอกาสเรียนรู้ หาวีธีการใหม่ ๆ หรือหาเทคโนโลยีใหม่ ๆ พืชใหม่ ๆ มาใช้กับการปรับตัวในภาวะภัยแล้ง

2) การมีแหล่งเงินทุนที่มาจากทุนของตนเองและการกู้ยืมธนาคาร ธกส. (x_3) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อธิบายได้ว่า เกษตรกรที่ใช้เงินทุนในการประกอบอาชีพที่มาจากทุนของตนเองและการกู้ยืมจากธนาคารของรัฐ (ธกส.) จะมีการปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้งมากกว่าเกษตรกรที่ใช้เงินทุนของตนเอง หรือ เกษตรกรที่กู้ยืมจากธนาคารของรัฐ (ธกส.) เพียงแหล่งเดียว

อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้อาจเนื่องจาก การมีแหล่งเงินทุนหลายแหล่งที่เพียงพอส่งผลให้เกษตรกรมีความพร้อมในการบริหารจัดการเงินทุนและง่ายต่อการตัดสินใจดำเนินการกิจกรรมแก้ปัญหาภัยแล้งได้ดีมากกว่าเกษตรกรที่มีแหล่งเงินทุนจำกัดเพียงแหล่งเดียว ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Jantasuwana *et al.* (2019) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทุนในระบบการปลูกพืชในจังหวัดน่าน อธิบายว่า ปัจจัยด้านทุนทางการเงินมีผลในเชิงบวกต่อศักยภาพของเกษตรกรในการพัฒนาระบบปลูกพืชและพึ่งพาตนเองรับมือปัญหาได้เพิ่มขึ้น

3) ขนาดพื้นที่ทำนา (x_5) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อธิบายได้ว่า เกษตรกรมีพื้นที่ทำนามากขึ้น จะทำให้เกษตรกรมีการปรับตัวปรับตัวภัยแล้งมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่มากกว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกข้าวน้อยกว่า มีการปรับตัวในการจัดการพื้นที่แปลงในลักษณะ คือ การปรับแผนการจัดแบ่งพื้นที่เพื่อการเพาะปลูกพืชสลับระยะสั้นช่วงฤดูแล้ง ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Pintobtang *et al.* (2021) ที่ศึกษาการปรับตัวของชาวนาไทยยุคหลังนโยบายจำนำข้าว ปี พ.ศ. 2557 อธิบายว่า สำหรับการมีพื้นที่ทำนามากกว่า 20 ไร่ขึ้นไป ทำให้เกษตรกรมีแนวโน้มการปรับตัวด้วยการเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่ทำนา และการเปลี่ยนแปลงจำนวนครั้งทำนาและการปลูกพืชระยะสั้นสลับทำนามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรที่มีพื้นที่น้อยกว่า 20 ไร่ (Table 3)

Table 3 Regression coefficient of independent variable with adaptation of Rice-Farmers towards drought crisis

Independent variables	Dependent variables				
	Adaptation of Rice-Farmers to Drought				
	B	SE ^b	β	t	p-value
Constant	3.386	.157		21.513	.000
Gender (x ₁)	-.020	.056	-.019	-.363	.717
Age(x ₂)	-.012	.003	-.217	-4.177	.000*
Source of fund1 (dsourse1) (x ₃)	.200	.057	.188	3.526	.001*
Source of fund2 (dsourse2) (x ₄)	.168	.098	.092	1.715	.088
Rice field size (x ₅)	1.034	.097	.555	10.632	.000*
Land ownership(x ₆)	-.001	.001	-.037	-.709	.479
R ² = 0.419 (41.9%) F = 26.68 p-value = 0.000					

Remarks: * Statistically significant level at 0.05

ปัญหาของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในการปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้ง

1. ปัญหาการปรับปรุงพื้นที่แหล่งน้ำในชุมชน เนื่องจาก ตำบลปลายกลัด อำเภอบางช้าง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีแหล่งน้ำในพื้นที่ แต่เกษตรกรระบุว่า การแนะนำจากหน่วยงานทางภาครัฐในเรื่องการฟื้นฟูแหล่งน้ำ แม้มีบ้างแต่ขาดความต่อเนื่อง ในการกระตุ้นความสนใจของเกษตรกรให้เข้ามามีส่วนร่วม

2. ปัญหาการเข้าร่วมโครงการที่เกี่ยวข้องกับการรับมือภัยแล้งของภาครัฐ เกษตรกรระบุว่า มีหลายโครงการที่เกษตรกรต้องการที่จะเข้าร่วม แต่เนื่องจากบางโครงการไม่มีหน่วยงานเข้ามาประชาสัมพันธ์หรือให้ความรู้ความเข้าใจ บางครั้งข้อมูลที่เกษตรกรได้รับมีความล้าช้า ทำให้เกษตรกรในตำบลปลายกลัดไม่สามารถเข้าร่วมโครงการได้ทัน

3. ปัญหาการได้รับความรู้และการสนับสนุนเพื่อการรับมือกับภัยแล้งจากหน่วยงานของภาครัฐ เกษตรกรระบุว่า ไม่มีบุคลากรจากทางภาครัฐเข้ามาส่งเสริม หรือให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับปรับเปลี่ยนแผนการปลูกและการรับมือกับภัยแล้ง จึงทำให้เมื่อเกิดภัยแล้งเกษตรกรบางส่วน

ไม่รู้วิธีเกี่ยวกับการเตรียมตัวตั้งรับปัญหาภัยแล้ง รวมถึง ปัญหาเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อเตรียมพร้อมด้านแหล่งน้ำที่มีไม่เพียงพอ เช่น เครื่องชุดเจาะบ่อ เครื่องสูบน้ำ น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้งของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ตำบลปลายกลัด อำเภอบางช้าง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สรุปได้ว่าการปรับตัวของเกษตรกรโดยภาพรวมทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับปานกลาง เกษตรกรส่วนใหญ่มีการปรับตัวมากที่สุดคือด้านการเปิดรับข้อมูลข่าวสารภัยแล้ง โดยมีการติดตามข่าวสารทางราชการและเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำ มีการปรับตัวรองลงมาคือด้านการมีส่วนร่วมในการรับมือภัยแล้ง โดยการร่วมมือกันเสนอรูปแบบการตั้งรับต่อภัยแล้ง ด้านการปรับเปลี่ยนช่วงฤดูเพาะปลูกและพืชปลูก เกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนแผนการเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง ปรับระยะเวลาการปลูก หรือหยุดการทำนาในช่วงเวลาแล้ง และ เกษตรกรมีการปรับตัวน้อยที่สุดคือ ด้านการเตรียมแหล่งน้ำ ส่วนใหญ่เป็นการเตรียมการสูบน้ำจากแหล่งน้ำใกล้เคียงเข้ามาช่วย

ในระหว่างรอน้ำฝนเป็นหลัก สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้งของเกษตรกร พบว่า มี 3 ปัจจัยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมี 1 ปัจจัย ที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการปรับตัวของเกษตรกร ได้แก่ อายุ และมี 2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปรับตัวของเกษตรกร ได้แก่ การใช้แหล่งเงินทุนที่มาจากทุนของตัวเองและการกู้ยืมธนาคาร ธกส. และ ขนาดพื้นที่ทำนา สำหรับปัญหาและความต้องการที่เกษตรกรระบุ มี 3 ประเด็นหลัก คือ การปรับปรุงฟื้นฟูแหล่งน้ำในชุมชน การเข้าร่วมโครงการที่เกี่ยวข้องกับการรับมือภัยแล้ง และการได้รับความรู้และการสนับสนุนเพื่อการรับมือกับภัยแล้งจากหน่วยงานของภาครัฐ

ข้อเสนอแนะ

1. หน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร กรมชลประทาน หรือ องค์กรท้องถิ่น ในชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบข้อมูล เช่น การคาดการณ์ภาวะฝนแล้งฝนทิ้งช่วง การคำนวณปริมาณการใช้น้ำภาคการเกษตร การที่แม่นยำและรวดเร็วทันต่อ และรวมถึงการบริหารจัดการข้อมูลข่าวสาร มีช่องทางการเผยแพร่ที่หลากหลายที่จะทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและทั่วถึง และมีการสื่อสารข้อมูลข่าวสารอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากพบว่า เกษตรกรมีการปรับตัวมากที่สุดคือ ด้านการเปิดรับข้อมูลข่าวสารภัยแล้ง มีการติดตามข่าวสารทางราชการและเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำ ดังนั้น การบริหารจัดการข้อมูลสื่อสารการประชาสัมพันธ์ไปถึงเกษตรกรที่ดี จะเป็นประโยชน์ในการกระตุ้นเพิ่มโอกาสให้เกษตรกรสนใจในปรับตัวกับวิกฤติภัยแล้ง

2. การเพิ่มเปิดโอกาสให้เกษตรกรมีบทบาทในการร่วมกันการแก้ปัญหาวิกฤติภัยแล้ง เนื่องจากพบว่า เกษตรกรมีการปรับตัวด้านการมีส่วนร่วมในการรับมือภัยแล้ง โดยการร่วมมือกันเสนอรูปแบบ

การตั้งรับต่อภัยแล้ง ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐ หรือ องค์กรท้องถิ่นในชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ควรให้เกษตรกรได้มีส่วนร่วมในการรับมือวิกฤติภัยแล้ง เช่น ร่วมระดมความเห็น วิเคราะห์หาแนวทางการปรับตัว การวางแผนการเพาะปลูก การวางแผนการใช้น้ำ โดย เกษตรกรร่วมเป็นคณะทำงานมีการติดตามผลร่วมกัน

3. การจัดหาเครื่องมืออุปกรณ์สูบน้ำ เพื่อเตรียมพร้อมการใช้ประโยชน์ ให้เพียงพอสำหรับเกษตรกร เนื่องจากพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นการเตรียมการสูบน้ำจากแหล่งน้ำใกล้เคียงเข้ามาช่วยในระหว่างรอน้ำฝนเป็นหลัก ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐ หรือ องค์กรท้องถิ่นในชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ควรมีส่วนช่วยสนับสนุนร่วมกับเกษตรกรในการจัดหา จัดเครื่องมืออุปกรณ์ให้เพียงพอ และการดูแลรักษาให้พร้อมใช้งานเบื้องต้นแต่อย่างไรก็ตาม ควรส่งเสริมให้เกษตรกรร่วมกันปรับตัวด้านการเตรียมแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากพบว่า เกษตรกรมีการปรับตัวน้อยที่สุดคือ ด้านการเตรียมแหล่งน้ำ เช่น ควรมีการสำรวจความเป็นไปได้ในการฟื้นฟูแหล่งน้ำในชุมชน หรือสำรวจการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำร่วมกันในหรือพื้นที่หรือจังหวัดใกล้เคียง เพื่อเตรียมรับมือวิกฤติภัยแล้งแบบองค์รวมของเขตภาคกลาง

4. หน่วยงานภาครัฐ หรือ องค์กรท้องถิ่นในชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ควรส่งเสริมให้เกษตรกรรุ่นใหม่ เข้ามามีส่วนร่วมในการรับมือวิกฤติภัยแล้ง เนื่องจากพบว่า ปัจจัยด้านอายุคือ เกษตรกรผู้สูงอายุจะมีการปรับตัวลดลง อาจเนื่องมาจากร่างกายที่มีแรงถดถอยลง ดังนั้น ควรเปิดโอกาสให้เกษตรกรรุ่นใหม่ เช่น การโครงการสนับสนุน การเป็นอาสาสมัคร โดยมีการสนับสนุนด้านความรู้ ปัจจัยต่าง ๆ ที่สร้างการจูงใจ การให้รางวัลสร้างคามภูมิใจ รวมถึงหาวิธีการหรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกษตรกรรุ่นใหม่เรียนรู้ได้ มาใช้กับการปรับตัวในภาวะภัยแล้ง

5. การสนับสนุนแหล่งเงินทุนเพื่อการปรับตัวต่อภาวะภัยแล้งสำหรับเกษตรกร เนื่องจากพบว่า ปัจจัยการใช้แหล่งเงินทุนมากกว่า 1 แหล่งขึ้นไป คือเกษตรกรใช้ทุนของตัวเองและการกู้ยืมธนาคาร ธกส. ทำให้ เกษตรกรมีการปรับตัวมากขึ้น ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐ หรือ องค์กรท้องถิ่น ในชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ควรมีโครงการหรือเงินกู้ยืมอุดหนุน เพื่อเกษตรกรเตรียมพร้อมรับมือวิกฤติภัยแล้ง เช่น การมีงบประมาณสนับสนุนการปรับเปลี่ยนพืชปลูกสลับช่วงฤดูแล้ง การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ การทำบ่อกักเก็บน้ำในพื้นที่ เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมทำให้เกษตรกรสามารถปรับตัวได้ดียิ่งขึ้น และ รวมถึง ปัจจัยขนาดพื้นที่นาของเกษตรกร ที่พบว่า เกษตรกรที่มีพื้นที่นาจำนวนมาก มีการปรับตัวมากกว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่น้อย เนื่องจากต้องมีการลงทุนมาก จำเป็นต้องดูแลผลผลิต ต้องอาศัยเงินทุนจำนวนมากเช่นกัน ดังนั้น หากมีงบประมาณสนับสนุนในรูปแบบต่าง ๆ จะเป็นการเพิ่มโอกาสให้เกษตรกรปรับตัวต่อวิกฤติภัยแล้งได้เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Department of Foreign Trade, Ministry of Commerce. 2024. Summary of rice exports for 2023. Available: <http://www.gcc.go.th/?p=139954> (February 10, 2024). [in Thai]

Duangbootsee, U. 2017. The land rental market in Thai agriculture and its impact on household welfare: Final report. Thailand Research Fund. Bangkok. [in Thai]

Jantasuwana, A., B. Limnirankul, R. Sirisunyalack and P. Kramol. 2019. Assets change cropping system in Nan district, Nan province. Khon Kean Agriculture Journal 47 (sppl.1): 233-240. [in Thai]

Niyamangkoon, S. 2013. Research Methods in Social Sciences and Applied Statistics. Thaibandit Press, Bangkok. [in Thai]

Office of Agricultural Economics. 2022. Agricultural statistics of Thailand 2021. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. [in Thai]

Phra Nakhon Si Ayutthaya Provincial Agricultural Disaster Monitoring and Mitigation Center. 2022. Agricultural disaster situation report for October 6, 2022. Available: <http://www.opsmoac.go.th> (February 10, 2024). [in Thai]

Phra Nakhon Si Ayutthaya Provincial Agricultural Office. 2023. Basic agricultural information. Promotion and Production Development Group, Department of Agricultural Extension. [in Thai]

Pintobtang, P. S. Yai-Muang, S. Jumnianpol, M. Chimmamee, T. Buathong, and W. Wongsatjachock. 2021. Research project on the adaptation of Thai farmers in the post-rice pledging policy era, 2014: Final Report. Social Research Institute, Chulalongkorn University, Thailand Science Research and Innovation (TSRI). [in Thai]

Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd Edition. Harper and Row, New York.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้เทคโนโลยีเครื่องมือ หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ สำหรับการจัดการสวนปาล์มน้ำมันแปลงใหญ่ของเกษตรกร จังหวัดกระบี่

Factors Related to Requirements for Technology Tools, Robots, and Automatic Systems for Oil
Palm Plantation Management of Collaborative Farming in Krabi Province

วัชรศิษฐ์ ยิงขจร¹ สุภาภรณ์ เลิศศิริ^{1*} ถวิดา มณีวรรณ² และชลาธร จูเจริญ¹

Watcharasit Yingkajorn¹ Supaporn Lertsiri^{1*} Thavida Maneewarn² and Chalathon Choocharoen¹

¹ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

¹ Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

² บริษัท ไร่นา โรโบเทค จำกัด 2/2 ซอย อนามัยงามเจริญ 25 แขวง 2-4 ท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

² Raina Robotech Co., Ltd. 2/2 Soi Anamai Ngamcharoen 25, Intersection 2-4, Tha Kham, Bang Khun Thian, Bangkok 10150

* Corresponding author: agrspl@ku.ac.th

(Received: 15 July 2024; Revised: 19 September 2024; Accepted: 1 November 2024)

Abstract

This study aimed to characterize (1) basic personal Information socio - economic factors of oil palm farmers in Krabi province. (2) need for technology tools, robot, and automatic systems among farmers. (3) The relationship between basic personal Information, socio-economic factors, and need for technology tools, robots and automatic systems among farmers. The population group consisted of 2,716 collaborative farmers in Krabi province, with the sample group of 349 farmers . Data was collected by using questionnaires. Statistical analysis included frequency, percentage, mean, and correlation coefficient. The research findings revealed that the majority of farmers were male at average age of 50.21 years old with education levels below a bachelor's degree. The average income from farming was 29,100.28 Baht. Most of their capital comes from their own money to establish their oil palm plantations. The average experience in oil palm cultivation was 17.38 years and they hold an average agricultural land area of 35.35 Rai. The average household labor was about 3 people and hired labor was about 4 people. Farmers received information about agriculture from training provided by both the government and private sectors. The average income from oil palm cultivation was 465,632.36 Baht per year, while the average expenditure was 213,369.79 Baht per year. The relationship between basic personal Information, social and economic factors, and the need for technology tools, robots, and automatic systems among farmers was analyzed by using Pearson's correlation coefficient statistics. It was found that the level of education was negatively correlated with the need for technology tools, robots, and automatic systems in oil palm plantation management including planting ($p = 0.000$), maintenance ($p = 0.001$), and harvesting ($p = 0.024$). Additionally, the number of workers and income from oil palm plantations had a positive correlation with the demand for tools, robotics, and automation systems in maintenance ($p = 0.019$) significantly.

Keywords: Robot and Automatic Systems collaborative farming of oil palm Krabi province

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล สังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร 2) ความต้องการใช้เทคโนโลยีเครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ของเกษตรกร 3) ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล สังคมและเศรษฐกิจกับระดับความต้องการใช้เทคโนโลยีเครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ของเกษตรกร กลุ่มประชากรคือ เกษตรกรแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน จังหวัดกระบี่ 2,716 คน โดยคิดเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 349 คน รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และสถิติสหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรผู้ให้ข้อมูล ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 50.21 ปี การศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 64.50 รายได้เฉลี่ย คือ 29,100.28 บาท/เดือน เกษตรกร ร้อยละ 59.60 ใช้เงินทุนตัวเองมาทำสวนปาล์มน้ำมัน ประสบการณ์เฉลี่ย 17.38 ปี พื้นที่ปลูกเฉลี่ยคือ 35.35 ไร่ แรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน และจ้างแรงงานเฉลี่ย 4 คน รับข่าวสารจากการอบรมให้ความรู้ของทั้งภาครัฐและเอกชน รายได้เฉลี่ยจากสวนปาล์มน้ำมัน 465,632.36 บาท/ปี รายจ่ายเฉลี่ย 213,369.79 บาท/ปี ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล สังคมและเศรษฐกิจกับระดับความต้องการใช้เทคโนโลยีเครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ของเกษตรกร โดยใช้สถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับระดับความต้องการใช้เทคโนโลยีเครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ในการจัดการสวนปาล์มน้ำมันทั้ง การปลูก ($p = 0.000$) การดูแล ($p = 0.001$) และการเก็บเกี่ยว ($p = 0.024$) และในส่วนของการจ้างแรงงาน และรายได้จากสวนปาล์มน้ำมัน มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระดับความต้องการใช้เครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ในการดูแล ($p = 0.019$) เท่ากัน

คำสำคัญ: เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ปาล์มน้ำมันแปลงใหญ่ จังหวัดกระบี่

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยผลผลิตของปาล์มน้ำมันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นด้านพลังงาน หรือเป็นสินค้าเพื่อการอุปโภคบริโภค เช่น อุตสาหกรรมไบโอดีเซล อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ และอุตสาหกรรม Oleochemicals (Sowcharoensuk, 2023) อีกทั้งทิศทางการของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มของประเทศไทยมีแนวโน้มขยายตัวเนื่องจากมีพื้นที่เพาะปลูกที่มีสภาพอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ที่สูง และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงเวลาที่เหมาะสม ส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สูง (Kamnuansin *et al.*, 2023) จากการคาดการณ์การส่งออกผลิตภัณฑ์ปาล์ม

น้ำมันของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2567 - 2569 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นไม่มากนักเนื่องจากได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) ที่จะทำให้เกิดภัยแล้ง โดยฝนจะทิ้งช่วงเป็นเวลานานเกือบ 1 ปี (Trade Policy and Strategy Office, 2023) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และความต้องการภายในประเทศก็เพิ่มสูงขึ้นจากอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เริ่มฟื้นตัวจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 จึงมีความจำเป็นต่อการนำเครื่องมือ ระบบอัตโนมัติ และหุ่นยนต์ต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต และเก็บเกี่ยวผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดได้ เช่น รถนั่งขับตัดหญ้าขนาดเล็ก เครื่องตัดและแทงทะลายปาล์ม น้ำมัน อุปกรณ์ช่วยเก็บผลปาล์มร่วง เป็นต้น

สำหรับพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่ ตั้งอยู่ในบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย เนื่องจากสภาพภูมิอากาศและพื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน จังหวัดที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันในปริมาณมาก ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีพื้นที่ปลูกปาล์มจำนวน 1,434,290 ไร่ จังหวัดกระบี่มีพื้นที่ปลูกปาล์มจำนวน 1,197,809 ไร่ จังหวัดชุมพรมีพื้นที่ปลูกปาล์มจำนวน 1,035,776 ไร่ และจังหวัดนครศรีธรรมราชมีพื้นที่ปลูกปาล์มจำนวน 1,434,290 ไร่ ตามลำดับ ถึงแม้ว่าจังหวัดกระบี่จะมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 2 ของประเทศไทย แต่มีผลผลิตรวมสูงถึง 3,897,619 ตัน และมีผลผลิตต่อไร่ 3,346 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดในประเทศ (Office of Agricultural Economic, 2022)

จังหวัดกระบี่มีนโยบายการพัฒนาเป็น "กระบี่เมืองปาล์มน้ำมัน (Krabi Oil Palm City)" โดยมีการก่อตั้งคณะกรรมการบริหารปาล์มน้ำมันจังหวัดกระบี่ (Krabi Oil Palm Board; KOPB) เพื่อจัดการและแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมันและโรงงานสกัดปาล์มน้ำมัน (Krabi Provincial, 2021) โดยมีการรวมพื้นที่ของเกษตรกรรายย่อยเข้าด้วยกันเพื่อปรับปรุงการบริหารจัดการและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ตามนโยบายเกษตรแปลงใหญ่ของกรมส่งเสริมการเกษตร (Department of Agricultural Extension, 2023) โดยมุ่งหวังให้เกษตรกรแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน ยกระดับการผลิตตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ซึ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีในการจัดการสวนปาล์ม ตั้งแต่การปลูกดูแลรักษา จนถึงการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ลดความผิดพลาดและสูญเสียจากการทำงาน ลดระยะเวลาในการทำงาน และลดการใช้แรงงานในการทำงาน โดยการนำเครื่องมือ ระบบอัตโนมัติ และหุ่นยนต์ เข้ามาใช้ในการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานจากประเทศไทย

กำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (aging society) ทำให้วัยทำงานมีปริมาณลดลง (Ministry of Industry, 2016) อีกทั้งจังหวัดกระบี่ยังมีการสนับสนุนให้เกษตรกรแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน มีการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามมาตรฐาน RSPO เพื่อยกระดับศักยภาพผลผลิตให้มีมูลค่าที่สูงขึ้น ตั้งแต่เกษตรกรผู้ปลูกโรงงานสกัดปาล์มน้ำมัน และผู้ส่งออก ซึ่งผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ผ่านมาตรฐาน RSPO จะสามารถส่งออกไปยังตลาดยุโรปได้และทำให้ได้ราคาดีขึ้นอีกด้วย เนื่องจากยุโรปมีนโยบาย EU Regulation on Deforestation-free Products; EUDR ที่จะนำเข้าเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำลายป่าและสิ่งแวดล้อม ซึ่งครอบคลุมการนำเข้าผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์มที่ผ่านการรับรอง RSPO (Department of European Affairs, 2023)

การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน มีการใช้เทคโนโลยีในหลายระดับ ตั้งแต่การใช้แรงงานคน (labor) เครื่องมือหรือเครื่องทุ่นแรง (tools) ไปจนถึงการใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (robot and automatic systems) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในอนาคตสำหรับพื้นที่ที่มีแรงงานเพียงพอ เกษตรกรมักจะเลือกใช้แรงงานคนเป็นหลัก เนื่องจากการลงทุนที่ต่ำและไม่มีค่าใช้จ่ายในการดูแลบำรุงอุปกรณ์ แรงงานคนสามารถพูดคุยและเข้าใจงานที่ได้รับมอบหมาย สามารถโต้ตอบได้ โดยไม่ต้องตั้งโปรแกรมการทำงานเหมือนเครื่องมือ หรือ หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ ส่วนเครื่องมือหรือเครื่องทุ่นแรงที่เกษตรกรใช้ในการทำการเกษตรช่วยให้การทำงานง่ายขึ้น ลดขั้นตอนการทำงาน และลดจำนวนแรงงานที่ต้องใช้ รวมถึงลดเวลาที่ใช้ในการทำงานซึ่งทำให้เกษตรกรทำงานเท่าเดิมแต่ได้รับผลลัพธ์ที่มากขึ้น ตัวอย่างของเครื่องมือหรือเครื่องทุ่นแรง เช่น เครื่องยนต์ เครื่องจักรกลเกษตร และอุปกรณ์ทุ่นแรงขนาดเล็ก โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ เครื่องมือเตรียมดิน เครื่องมือปลูก เครื่องมือกำจัดวัชพืช เครื่องมือเก็บเกี่ยว เครื่องมือแปรรูปผลผลิต

ในส่วนของผู้คนและระบบอัตโนมัติ หรือ เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ เป็นนวัตกรรม ที่พัฒนามาจากเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ GPS และการวิเคราะห์ขั้นสูง ซึ่ง ทำงานร่วมกับเครื่องมือหรือเครื่องทุ่นแรง ผ่านการ ตั้งค่าและออกแบบชุดคำสั่งการทำงานเพื่อทำงาน บางประเภทแทนแรงงานคน สามารถปรับเปลี่ยน โปรแกรมการทำงานให้หลากหลายตามลักษณะงาน ที่ต้องการ คาดว่าในอนาคตจะมีการนำเทคโนโลยี หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติมาใช้ในการจัดการสวน หรือใช้ในชีวิตประจำวันมากขึ้น เนื่องจากปัญหา การขาดแคลนแรงงานที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต จากการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของประชากรโลก ตัวอย่างของเครื่องมือหรือเครื่องทุ่นแรงสำหรับ สวนปาล์มที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่ยังไม่แพร่หลาย ในประเทศไทย ได้แก่ เครื่องเก็บผลปาล์มร่วงแบบใช้ ลมดูด เครื่องเก็บผลปาล์มร่วงแบบตะกร้อ รถตัดหญ้า นึ่งข้าว และปัจจุบันกำลังมีการพัฒนารถตัดและ เก็บทะลายปาล์มน้ำมัน (Agricultural Technology and Innovation center, 2022) ซึ่งมีข้อจำกัดในการ ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่ ความรู้เกี่ยวกับการ ใช้งานอุปกรณ์ และเงินลงทุน สำหรับเทคโนโลยี หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในการจัดการสวนใน ต่างประเทศ มีการใช้รถแทรกเตอร์หุ่นยนต์แบบ โมดูลาร์ในการตัดหญ้า หุ่นยนต์ตัดแต่งกิ่งเคลื่อนที่ ซึ่งใช้ในการตัดแต่งกิ่งองุ่นฝรั่งเศสแบบอัตโนมัติ และ เครื่องเก็บเกี่ยวส้ม (Smart farm DIY, 2019)

จากความสำคัญข้างต้นจึงควรมีการศึกษา ถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้ เครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ สำหรับ การจัดการสวนปาล์มน้ำมันแปลงใหญ่ของเกษตรกร จังหวัดกระบี่ เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้กับ เกษตรกรใช้เทคโนโลยีเครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบ อัตโนมัติ สำหรับการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน

และรวมไปถึงหาแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยี หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติรวมถึงเครื่องมือ และเครื่องทุ่นแรง สำหรับจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษานี้ คือ เกษตรกร สมาชิกแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมันจังหวัดกระบี่ จำนวน ทั้งสิ้น 2,716 คน (Krabi Oil Palm Board, 2023) ใช้วิธีการคำนวณจากสูตรทราบขนาดตัวอย่างของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยกำหนดค่าความเคลื่อนของการประมาณค่า 0.05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 349 ราย ทำการสุ่ม ตัวอย่างแบบเลือกสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จากรายชื่อของเกษตรกรผู้เข้าร่วม การประชุมแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมันจังหวัดกระบี่ โดยสำนักงานเกษตรจังหวัดกระบี่ในปี พ.ศ. 2566 โดยทำการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2566

เครื่องมือวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถาม (questionnaires) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย เนื้อหา 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล สังคม และเศรษฐกิจ 2) ความต้องการใช้เครื่องมือ หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ เพื่อการจัดการสวนปาล์มตั้งแต่ การปลูก การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว จากนั้นนำ แบบสอบถามตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องสำหรับการนำแบบสอบถาม ไปเก็บรวบรวมข้อมูล จากนั้นนำแบบสอบถาม มาทดสอบความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.751 โดยการทดสอบ กับเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 30 ราย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 1) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) เพื่ออธิบายข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล สังคมและเศรษฐกิจ และความต้องการใช้เครื่องมือ ทุนยนต์และระบบอัตโนมัติ ในการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว 2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติอนุมาน (inferential statistics) โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์ (correlation coefficient) หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล สังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกรแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมันจังหวัดกระบี่ กับความต้องการใช้เครื่องมือ ทุนยนต์และระบบอัตโนมัติ ของเกษตรกรแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมันจังหวัดกระบี่ ในการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล สังคมและเศรษฐกิจ

เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 64.50) มีอายุเฉลี่ย 50.21 ปี มีระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี (ร้อยละ 64.50) รายได้เฉลี่ยคือ 29,100.29 บาท/เดือน เกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 59.60) ใช้ทุนส่วนตัวในการทำสวนปาล์มน้ำมัน ประสบการณ์การทำสวนปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 17.38 ปี พื้นที่ปลูกปาล์มเฉลี่ยของเกษตรกร อยู่ที่ 35.35 ไร่ เกษตรกรมีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยประมาณ 3 คน และได้มีการจ้างแรงงานเฉลี่ยประมาณ 4 คน รายได้เฉลี่ยจากการทำสวนปาล์มน้ำมัน 465,632.36 บาท/ปี ส่วนรายจ่ายเฉลี่ยคือ 213,369.79 บาท/ปี (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jumnon *et al.* (2020) รายงานว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชายมีอายุเฉลี่ย 58.04 ปี การศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน มีประสบการณ์ทำสวนปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 20.53 ปี มีพื้นที่ปลูกปาล์มเฉลี่ย 32.14 ไร่ แรงงานที่ใช้ในการทำสวนปาล์มน้ำมัน 5 - 8 คน มีรายได้จากการทำสวนปาล์มน้ำมัน 384,689.32 บาท/ปีและรายจ่ายจากการทำสวนปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 111,310.68 บาท/ปี

Table 1 Basic characteristics of individual farmers, society and economy

(n = 349)				
Variable	%	$\bar{X}$	SD	
Gender				
Male	64.50			
Female	35.50			
Age		50.21	11.60	
Income		29,100.29	24,936.30	
Experience in farming		17.38	8.87	
Area		35.35	30.39	
Household member		2.77	1.35	
Hire Labor		3.61	2.42	
Income oil palm		465,632.36	560,169.93	
Outcome oil palm		213,369.79	301,702.51	

ความต้องการเครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติของเกษตรกร

ความต้องการเทคโนโลยีการเกษตรในการจัดการสวนปาล์ม แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการปลูก การดูแล และการเก็บเกี่ยว โดยด้านการปลูก เกษตรกรมีความต้องการเทคโนโลยีเครื่องมือในการไถปรับพื้นที่ ร้อยละ 62.18 การขุดหลุมปลูก ร้อยละ 63.89 การวางแผนผังและแนวปลูกที่ร้อยละ 61.61 การทำร่องระบายน้ำ ร้อยละ 56.45 การปลูกพร้อม

ปุ๋ยรองกันหลุมที่ร้อยละ 61.03 และการกลบโคน ต้นพุนโคนที่ร้อยละ 53.30 ด้านการดูแล เกษตรกรไม่ต้องการเทคโนโลยีเครื่องมือ ระบบอัตโนมัติ และหุ่นยนต์ ในการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืช ร้อยละ 50.72 โดยเลือกใช้แรงงานคนเช่นเดิม ด้านการเก็บเกี่ยว เกษตรกรมีความต้องการเทคโนโลยีเครื่องมือ สำหรับการบรรจุทุผลผลิต ภายในสวน ร้อยละ 60.75 (Table 2)

Table 2 The level of need to use the technology agricultural tools, robotics and automatic systems among farmers

(n = 349)

Item	Labor (%)	Tools (%)	Robotics and automatic systems (%)	$\bar{X}$	Interpretation
Plantation					
Plowing to prepare the soil	123 (35.24)	217 (62.18)	9 (2.58)	1.67	Tools
Digging holes for planting	109 (31.23)	223 (63.90)	17 (4.87)	1.74	Tools
Plantation layout and planting stakes	110 (31.52)	215 (61.61)	24 (6.88)	1.72	Tools
Water drainage construction	142 (40.69)	197 (56.45)	10 (2.87)	1.62	Tools
Planting palm trees with fertilizers in the planting hole	97 (27.79)	213 (61.03)	39 (11.18)	1.83	Tools
Covering and making a mound around the base, and compacting the soil	95 (27.22)	186 (53.30)	68 (19.48)	1.92	Tools
Oil palm maintenance					
Herbicide spraying	177 (50.72)	104 (29.80)	68 (19.49)	1.69	labor
Post-harvest					
On-farm produce transport	123 (35.24)	212 (60.75)	14 (4.01)	1.69	Tools

ความสัมพันธ์ของข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลกับความต้องการใช้เครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติด้านการปลูก

ผลการวิเคราะห์ พบว่า ระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์ทางลบกับความต้องการใช้เครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ กับทุกกิจกรรมด้านการปลูก โดยการศึกษาที่มากขึ้นของเกษตรกร ส่งผลให้เกษตรกรมีความต้องการเทคโนโลยีด้านการปลูกน้อยลง เนื่องด้วยราคาค่าจ้างแรงงาน มีราคาต่ำกว่าการลงทุนซื้อเทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องกับ Kumloi *et al.* (2018) ที่พบว่า ระดับการศึกษามีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP)

นอกจากนี้ พบว่า รายได้และรายจ่ายจากการทำสวนปาล์มน้ำมัน มีความสัมพันธ์ทางบวก

กับความต้องการเครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ด้านการขุดหลุมปลูกที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยการมีรายได้และรายจ่ายที่เพิ่มขึ้นสามารถทำให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในด้านการปลูกมากขึ้น (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับ Chaikwang *et al.* (2017) รายงานว่า ต้นทุนการผลิต สัมพันธ์กับความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีในการจัดการปาล์มน้ำมันเพื่อการแข่งขันอย่างเคร่งครัดในอนาคต ด้านการเตรียมพื้นที่ปลูก และยังพบอีกว่า รายจ่ายจากสวนปาล์มน้ำมัน มีความสัมพันธ์กับความต้องการ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ด้านการวางแผนปลูก และปักแนวปลูก เพื่อความสะดวกและลดเวลาในการจัดการแปลงปลูกของเกษตรกร

Table 3 Relationship between farmer characteristics and need for the technology agricultural tools, robotics and automatic systems in plantation

Plantation		Farmer Characteristics			
		Education	Hire Labor	Income oil palm	Expenses oil palm
Plowing to prepare the soil	Pearson	-0.173**	0.092	0.051	0.061
	Correlation				
	p-value	0.001	0.087	0.338	0.255
	Interpretation	-	X	X	X
Digging holes for planting	Pearson	-0.207**	0.070	0.114*	0.135*
	Correlation				
	p-value	0.000	0.190	0.033	0.012
	Interpretation	-	X	+	+
Plantation layout and planting stakes	Pearson	-0.189**	0.061	0.097	0.111*
	Correlation				
	p-value	0.000	0.256	0.070	0.038
	Interpretation	-	X	X	+

Table 3 Relationship between farmer characteristics and need for the technology agricultural tools, robotics and automatic systems in plantation (cont.)

Plantation		Farmer Characteristics			
		Education	Hire Labor	Income oil palm	Expenses oil palm
	Interpretation	-	X	X	+
Water drainage	Pearson	-0.203**	0.042	0.056	0.061
construction	Correlation				
	p-value	0.000	0.436	0.299	0.259
	Interpretation	-	X	X	X
Planting palm trees	Pearson	-0.207**	0.031	0.046	0.052
with fertilizers in the	Correlation				
planting hole	p-value	0.000	0.561	0.387	0.335
	Interpretation	-	X	X	X
Covering and making	Pearson	-0.189**	0.056	0.030	0.041
a mound around the	Correlation				
base, and	p-value	0.000	0.297	0.575	0.447
compacting the soil	Interpretation	-	X	X	X

Remarks: X = Non – significant, * Correlation is significant at the 0.05 level, ** Correlation is significant at the 0.01 level, - = Have a negative relationship, + = Have a positive relationship

ด้านการดูแล

ในด้านการดูแล พบว่า ระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์ทางลบกับ ความต้องการใช้เครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติสำหรับการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (Table 4) ส่วนจำนวนแรงงานที่เกษตรกรได้จ้างและรายรับจากการทำสวนปาล์มน้ำมัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ความต้องการใช้เครื่องมือ หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ สำหรับการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (Table 4)

โดยการศึกษาที่สูงขึ้นของเกษตรกร จะทำให้สนใจ เทคโนโลยีเกี่ยวกับการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในแปลง ลดลงเนื่องจากอาจจะมองว่า การฉีดสารกำจัดวัชพืชจะทำลายสมดุลทางระบบนิเวศภายในสวน ซึ่งอาจนำมาซึ่งโรคและความเสียหายได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Kumloi *et al.* (2018) รายงานว่า ระดับการศึกษา รายจ่ายจากการปลูกกล้วยไม้ และจำนวนแรงงานในการปลูกกล้วยไม้ไม่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP)

Table 4 Relation between farmer characteristics and need for the technology agricultural tools, robotics, and automatic systems in the part of oil palm maintenance

Oil palm maintenance		Farmer Characteristics			
		Education	Hire Labor	Income oil palm	Expenses oil palm
Herbicide spraying	Pearson	-0.175**	0.126*	0.126*	0.007
	Correlation				
	Sig.	0.001	0.019	0.019	0.903
	Interpretation	-	+	+	X

Remarks: X = Non – significant, * Correlation is significant at the level of 0.05, ** Correlation is significant at the level of 0.01, - = Have a negative relationship, + = Have a positive relationship

ด้านการเก็บเกี่ยว

ในด้านการเก็บเกี่ยว พบว่า ระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์ทางลบกับ ความต้องการเครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ สำหรับการบรรทุก ผลผลิตภายในสวนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (Table 5) เนื่องด้วยการศึกษาที่สูงขึ้นของเกษตรกร เห็นถึงความคุ้มค่าของราคา ราคาที่ต้องจ่ายในการ

บำรุงรักษาเทคโนโลยี และประโยชน์ที่จะได้รับจากการจ้างเหมา หรือจ้างบริการ มากกว่าลงทุนซื้อ เทคโนโลยีมาใช้เอง ซึ่งสอดคล้องกับ Jorncharoen and Srisuwan (2014) รายงานว่า เกษตรกรได้จ้างเหมาเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยขนส่งผลผลิตในแปลงปลูกโดยเรือแล้วนำมาขึ้นรถยนต์เพื่อนำไปจำหน่ายยังแหล่งรับซื้อ

Table 5 Relation between farmer characteristics and need for the technology agricultural tools, robotics and automatic systems in post-harvest

Post-harvest		Farmer Characteristics			
		Education	Hire Labor	Income oil palm	Expenses oil palm
On-farm produce transport	Pearson	-0.121*	0.064	0.036	0.038
	Correlation				
	Sig.	0.024	0.230	0.505	0.478
	Interpretation	-	X	X	X

Remarks: X = Non – significant, * Correlation is significant at the 0.05 level, ** Correlation is significant at the 0.01 level, - = Have a negative relationship

สรุปผลการวิจัย

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล สังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรกับระดับความต้องการใช้เทคโนโลยีเครื่องมือ หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติในการจัดการสวนปาล์ม พบว่า การศึกษามีความสัมพันธ์ทางลบกับกิจกรรมในส่วนของการปลูก คือ การไถปรับแปลงปลูก การขุดหลุมปลูก การวางแผนปลูก การทำร่องระบายน้ำ ภายในแปลง การปลูกต้นปาล์ม พร้อมใส่ปุ๋ย ร่องกันหลุม การกลบโคนต้นและเกลี่ยดิน ในส่วนของการดูแล คือ การฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช และในส่วนของ การเก็บเกี่ยว คือ การบรรทุกผลผลิตภายในสวน ส่วนจำนวนแรงงานที่จ้าง มีความสัมพันธ์บวกกับ กิจกรรมในการดูแลรักษา คือ การฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชภายในแปลงปลูก รายได้จากการทำสวนปาล์มน้ำมัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ กิจกรรมในการปลูกคือ การขุดหลุมปลูกต้นปาล์ม น้ำมัน และในส่วนของ การดูแล คือ การฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช รายจ่ายจากการทำสวนปาล์มน้ำมัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ กิจกรรมการปลูกคือ การขุดหลุมปลูกต้นปาล์ม และการวางแผน ปลูก ต้นปาล์ม น้ำมัน

ข้อเสนอแนะ

1. ในปัจจุบันราคาของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติค่อนข้างสูง เกษตรกรจึงเลือกใช้แรงงานคนแทน หากต้องการให้เกษตรกรมีการใช้ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ควรให้การสนับสนุนผู้ประกอบการหุ่นยนต์และระบบ ของประเทศไทย เพื่อลดต้นทุนการผลิต ให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ โดยการออกแบบเครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบ อัตโนมัติของผู้พัฒนา จะต้องคำนึงถึงสภาพพื้นที่ ใช้จริง วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ รวมไปถึงราคาและค่าดูแล ซ่อมแซม บำรุงอุปกรณ์

2. จากการวิจัยพบว่า ควรมีการสนับสนุน ให้มีการใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ในกิจกรรมที่ เกษตรกรมีความต้องการใช้เทคโนโลยี ซึ่งได้แก่ ด้านการดูแลรักษาในกิจกรรมของการใส่ปุ๋ยและ ให้น้ำกับต้นปาล์มน้ำมัน ในส่วนของการเก็บเกี่ยว คือ กิจกรรมการเก็บเมล็ดปาล์มร่วง โดยก่อนจะมีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ ควรมีการให้ความรู้ สาธิตการใช้งานให้กับเกษตรกร พร้อมทั้งบอกวิธีการ ดูแลรักษา เพื่อยืดอายุการใช้งาน

3. ในปัจจุบันการฉีดพ่นสารเคมีกำจัด วัชพืชนั้น จะต้องมีการได้รับการอบรมจาก กรมวิชาการเกษตรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้รู้ถึงความอันตรายและความปลอดภัยของ ผู้ฉีดพ่น การที่เกษตรกรจะซื้อหรือนำเทคโนโลยี เครื่องมือ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ มาใช้ฉีดพ่นเอง จึงเป็นเรื่องยาก โดยถ้าเกษตรกรต้องการฉีดพ่น สารเคมีกำจัดวัชพืชเกษตรกรจะทำการจ้าง ผู้ที่เข้ารับการอบรมมาทำการฉีดพ่น เนื่องจากเป็นข้อกำหนด ในการเข้าร่วมมาตรฐาน RSPO ว่าถ้ามีการฉีดพ่น สารเคมีกำจัดวัชพืชมภายในแปลง จะต้องจดบันทึก และผ่านการอบรมการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง ซึ่งในอนาคต อาจจะมีการนำเทคโนโลยี หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ หรือ โดรน มาใช้แทนแรงงานคน และลดความเสี่ยงต่อการเกิดผลเสียต่อสุขภาพร่างกาย

4. การสร้างหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ ควรทำการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการ สวนของเกษตรกร เพื่อสร้างหุ่นยนต์หรือระบบ อัตโนมัติตัวต้นแบบ พร้อมทั้งให้กลุ่มตัวอย่าง เกษตรกรลองใช้งานเพื่อรับฟังข้อเสนอแนะในการ แก้ไข เพื่อผลิตหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ โดยงานวิจัยนี้จะช่วยแก้ไขปัญหาคาดแคลน แรงงาน ซึ่งเป็นผลมากจากการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ

เอกสารอ้างอิง

Agricultural Technology and Innovation

Center. 2022. Design and Development of the Cut Off and Transfer Utility Vehicle for Palm Fruit. Available: <https://www.gosmartfarmer.com/innovation/2552> (August 25, 2024). [in Thai]

Chaikwang, P., A. Aungsuratana and S. Chanprame. 2017. Capability Enhancement on Oil Palm Production Management for Competitiveness in Surat Thani Provincial Areas. Veridian E-Journal Silpakorn University 10(3): 955-974 [in Thai]

Department of Agricultural Extension. 2023. What is large-scale farming?. Available: <https://shorturl.asia/gLQR5> (May 19, 2024). [in Thai]

Jorncharoen, P. and S. Srisuwan. 2014. Oil palm cultivation of farmers, Nong Suea district, Pathum Thani Province. Proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference: Fisheries, Agricultural Extension and Home Economics. Kasetsart University, Bangkok. pp. 464-471. [in Thai]

Jumnong, S., P. Sriboonruang and C. Choocharoen. 2020. Factors affecting the success of community enterprises management according to the standard of Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO), Sikao District, Trang Province.

King Mongkut's Agricultural Journal 38(3): 408-416. [in Thai]

Kamnuansin, P., C. Thanintranon, R. Wannapetch, Y. Srisumran, P. Limyothin and J. Sangkapan. 2023. Risk factors of crude palm oil price changes in Thailand. The 14th Hatyai National and International Conference. Hatyai University, May 19, 2023. Hatyai University, Songkhla. pp.1177-1193. [in Thai]

Krabi Oil Palm Board. 2023. Meeting Report Krabi Province Oil Palm Board (KOPB) in collaboration with The Taskforce for Driving Management Mechanisms to Solve Oil Palm and Palm Oil Issues in Krabi Province Meeting No. 3/2023. Available: <https://www.opsmoac.go.th/krabi-dwl-files-451591791090> (May 17, 2024). [in Thai]

Krabi Provincial. 2021. 4 years of development into the future.I am Krabi. Available: <https://www.krabi.go.th/EbookOnline4Years/index.html#p=36> (May 20, 2024). [in Thai]

Kumloi, S., P. Sriboonruang and S. Rangsipaht. 2018. Factors related to good agricultural practice (GAP) for cut - flower orchids of farmers, Bang Yang Sub – District, Krathum Baen District, Samut Sakhon Province. King Mongkut's Agricultural Journal 36(2): 62-72. [in Thai]

- Ministry of Industry. 2016. The 20-Year Strategy for Thailand's Industrial Development 4.0 (2017 - 2036). Available: <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2017/20171114-oie.pdf> (May 10, 2024) [in Thai]
- Office of Agricultural Economics. 2022. Palm Oil: Land area, fruit-bearing area, production, and yield per hectare, year 2022. Available: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/oilpalm%2065.pdf> (May 17, 2024). [in Thai]
- Smart farm DIY. 2019. 27 companies' profile agricultural robot technology. Available: <https://www.smartfarmdiys.com/article/58/27> (August 23, 2024). [in Thai]
- Sowcharoensuk, C. 2023. Trends in the palm oil industry for the years 2024-2026. Available: <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/agriculture/palm-oil/io/plam-oil-industry-2024-2026> (May 18, 2023). [in Thai]
- Trade Policy and Strategy Office. 2023. The impact of El Niño on trade economics. Available: <https://uploads.tpso.go.th/TPSO%20-%20Press%20format%20-%20%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%A5%E0%B8%99%E0%B8%B5%E0%B9%82%E0%B8%8D.pdf> (July 12, 2024) [in Thai]
- Yamane, T. 1973. Statistics: an introductory analysis Harper & Row Publication, New York.

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

1. **การพิมพ์** ต้นฉบับพิมพ์โดยโปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด ใช้รูปแบบฟอนท์ Cordia new ขนาด 16 points สำหรับชื่อเรื่อง และ 14 points สำหรับที่เหลือ พิมพ์หน้าเดียวในกระดาษ A4 เว้นขอบทั้ง 4 ด้าน 2.5 ซม. ความยาวของบทความรวมทุกอย่างไม่เกิน 10 หน้า
2. **การเรียงเนื้อหา** เนื้อหาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ รวม 8 หัวข้อ ควรเรียงตามลำดับ ดังนี้
 - 2.1 **ชื่อเรื่อง (Title)** ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรสั้น กระชับและสื่อเป้าหมายหลักของการวิจัย ชื่อวิทยาศาสตร์ใช้ตัวเอน และการพิมพ์ภาษาละติน เช่น *in vivo*, *in vitro*, *Ad libitum*, หรือ *et al.* ให้พิมพ์ด้วยตัวเอน ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ให้ขึ้นต้นคำด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ทุกคำ ยกเว้นคำบุพบท
 - 2.2 **ชื่อผู้เขียน (Authors)** ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ส่วนที่อยู่ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ ให้ใส่เป็นเชิงอรรถที่ท้ายชื่อหากมีผู้แต่งมาจากหลายที่ โดยอธิบายเชิงอรรถไว้ในหน้าแรกของบทความ ที่อยู่ควรเป็นที่อยู่ที่ติดต่อได้ทางไปรษณีย์ รวบรวมรหัสไปรษณีย์ด้วย ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) หลังชื่อคนที่รับผิดชอบบทความ (corresponding author) พร้อมอีเมลติดต่อ
 - 2.3 **บทคัดย่อ (Abstract)** ควรสั้น กระชับ ได้ใจความในการทำวิจัย วิธีการ ผลการศึกษาและสรุป ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ควรเกิน 300 คำ
 - 2.4 **คำสำคัญ (Keywords)** ให้ระบุคำสำคัญ ไม่เกิน 4 คำ ทำยบทคัดย่อแต่ละภาษา โดยวางในตำแหน่งชิดด้านซ้ายของหน้ากระดาษ (บทความประมวลความรู้เชิงวิเคราะห์ หรือบทความปริทัศน์ ไม่ต้องมีบทคัดย่อ)
 - 2.5 **คำนำ (Introduction)** แสดงเหตุผลหรือความสำคัญที่ทำวิจัย อาจรวมการตรวจสอบเอกสารและวัตถุประสงค์ไว้ด้วย
 - 2.6 **อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)** รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ และแบบจำลองการศึกษาที่ชัดเจน สมบูรณ์และเข้าใจง่าย
 - 2.7 **ผลการวิจัยและวิจารณ์ (Results and Discussion)** อธิบายผลการทดลอง พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง (Table) หรือภาพประกอบ (Figure) โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมดและแทรกอยู่ในเนื้อหา คำอธิบายตารางให้อยู่เหนือตาราง ส่วนคำอธิบายภาพให้วางอยู่ใต้ภาพ หน่วยในตารางให้ใช้ตัวย่อ ในระบบเมตริก ส่วนวิจารณ์ผล ให้แสดงความคิดเห็นของผลการศึกษาโดยเชื่อมโยงกับสมมติฐานหรืออ้างอิงที่เชื่อถือได้ โดยไม่ต้องแยกเป็นอีกหัวข้อ
 - 2.8 **สรุปผลการวิจัย (Conclusion)** สรุปผลที่ได้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่
3. **กิตติกรรมประกาศ**
อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัย เช่น แหล่งทุน แต่ไม่ได้มีชื่อร่วมวิจัย
4. **เอกสารอ้างอิง**
 - 4.1 ในเนื้อหา ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อและ ปี (Name-and-year System) เช่น
 - 4.1.1 คนเดียว ใช้รูปแบบ Yong (1996) หรือ (Yong, 1996)
 - 4.1.2 สองคน ใช้คำเชื่อม เช่น Young and Smith (2000) หรือ (Young and Smith, 2000)
 - 4.1.3 มากกว่า 2 คนขึ้นไป ใช้ Young *et al.* (2005) หรือ (Young *et al.*, 2005) แต่ในส่วนบัญชีเอกสารอ้างอิงทำบทความ ให้ใช้ชื่อผู้เขียนเต็มทุกคน

- 4.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้ใช้เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด หากเป็นรายการอ้างอิงภาษาไทยต้องแปลให้ได้ใจความที่ชัดเจน และวงเล็บท้ายรายการว่า [in Thai] การเรียงลำดับรายการอ้างอิงทำยบทความให้เรียงลำดับชื่อตามตัวอักษร โดยใช้ชื่อนามสกุลผู้แต่งคนแรกนำหน้า ตามรูปแบบการเขียน ดังนี้

4.2.1 วารสาร (Academic Journal)

Kositsakulchai, E., S. Yodjaroen and Y. Phankamolsil. 2018. Assessment of the impact of land use change on runoff in Lam Phachi basin using satellite data and SWAT model. Journal of Science and Technology 7(3): 1-16. [in Thai]

Shternshi, M., O. Tomilova, T. Shpatova and K. Soyong. 2005. Evaluation of ketomium-mycofungicide on siberian isolates of phytopathogenic Fungi. Journal of Agricultural Technology 1(2): 247-253.

4.2.2 หนังสือ หรือตำรา (Books/ Textbook) ไม่ต้องระบุจำนวนหน้า

Chantawankun, P. 2018. Manual of beekeeping. Chotana Print, Chiang Mai Company Limited. [in Thai]

Steel, R.G.D., J.H. Torrie and D.A. Dickie. 1997. Principal and procedures of a statistic a biometric approach. 3rd Edition. McGraw-Hill Publishing Company, Toronto.

4.2.3 เรื่องย่อในหนังสือหรือตำราที่มีผู้เขียนแยกบทและมีบรรณาธิการ (Section in Books with Editors)

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee socially. pp. 3-20. In: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (eds.). Gene, behaviors and evolution of social Insects. Hokkaido University Press, Sapporo.

Ongprasert, S. 2000. Giving longan water. pp. 44-49. In: N. Charasamrit, P. Manochai, N. Topunyanon, T. Chandrachit, W. Wiriya-alongkorn, P. Somboonwong (eds.). Longan production. Sirinat Phim, Chiang Mai. [in Thai]

4.2.4 วิทยานิพนธ์ (Thesis)

Chantrachit, T. 1994. Anaerobic conditions and off-flavor development in ripening banana (Carvendishii spp.). Master of Science Thesis in Horticulture, Oregon State University.

Sayan, M. 2011. Process of participatory management for sustainable highland groundwater resources: A case study of royal project development center, Nonghoi, Maerim district Chiangmai province. Master of Science in Geosocial Based Sustainable Development. Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]

4.2.5 ประชุมวิชาการ (Proceeding/ Conference)

Nitichai, C., S. Thinkamphaeng and D. Marod. 2022. The dynamics of dry evergreen forest restoration by *Acacia auriculiformis* planting at Sakaerat environmental research station, Nakhon Ratchasima province. In Proceedings of Thai Forest Ecological Research Network Conference, T-FERN 11, January 20-21, 2022, Faculty of Forestry, Bangkok, Thailand pp.119-126. [in Thai]

Yamagishi, Y., H. Mitamura, N. Arai, Y. Mitsunaga, Y. Kawabata, M. Khachapicha, and T. Viputhamumas. 2005. Feeding habits of hatchery-reared young Mekong giant catfish in fish pond and Mae Peum reservoir. Proceeding of the 2nd International Symposium on SEASTAR 2000 and Asian Bio-Logging Science, Kyoto. pp. 17-22.

4.2.6 สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet)

Linardakis, D.K. and B.I. Manois. 2005. Hydroponics culture of strawberries in Perlite. Available: <http://www.schunder.com/strawberries.html> (April 21, 2005.)

Nakhon Nayok Provincial Agriculture and Cooperative Office. 2019. Nakhon Nayok marian plum production planning. Available <https://www.opsmoac.go.th/nakhonnayok-dwl-files-412791791913> (March 23, 2021). [in Thai]

4.2.7 รายงานประจำปี (Annual report)

Khush, G. S. 1989. Multiple disease and insect resistance for increased yield stability in rice. pp. 79-92. In Progress in irrigated rice research. Manila: International Rice Research Institute.

Parnpeachra, S. 2015. Indigenous knowledge of organic agriculture in Chachoengsao province. 72 p. In Research reports. Bangkok: Dhurakij Pundit University. [in Thai]

5. ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำที่เป็นภาษาอังกฤษ

ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju/download>

การส่งบทความ

ThaiJo <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju>

เบอร์โทรติดต่อ +66 5387 3618

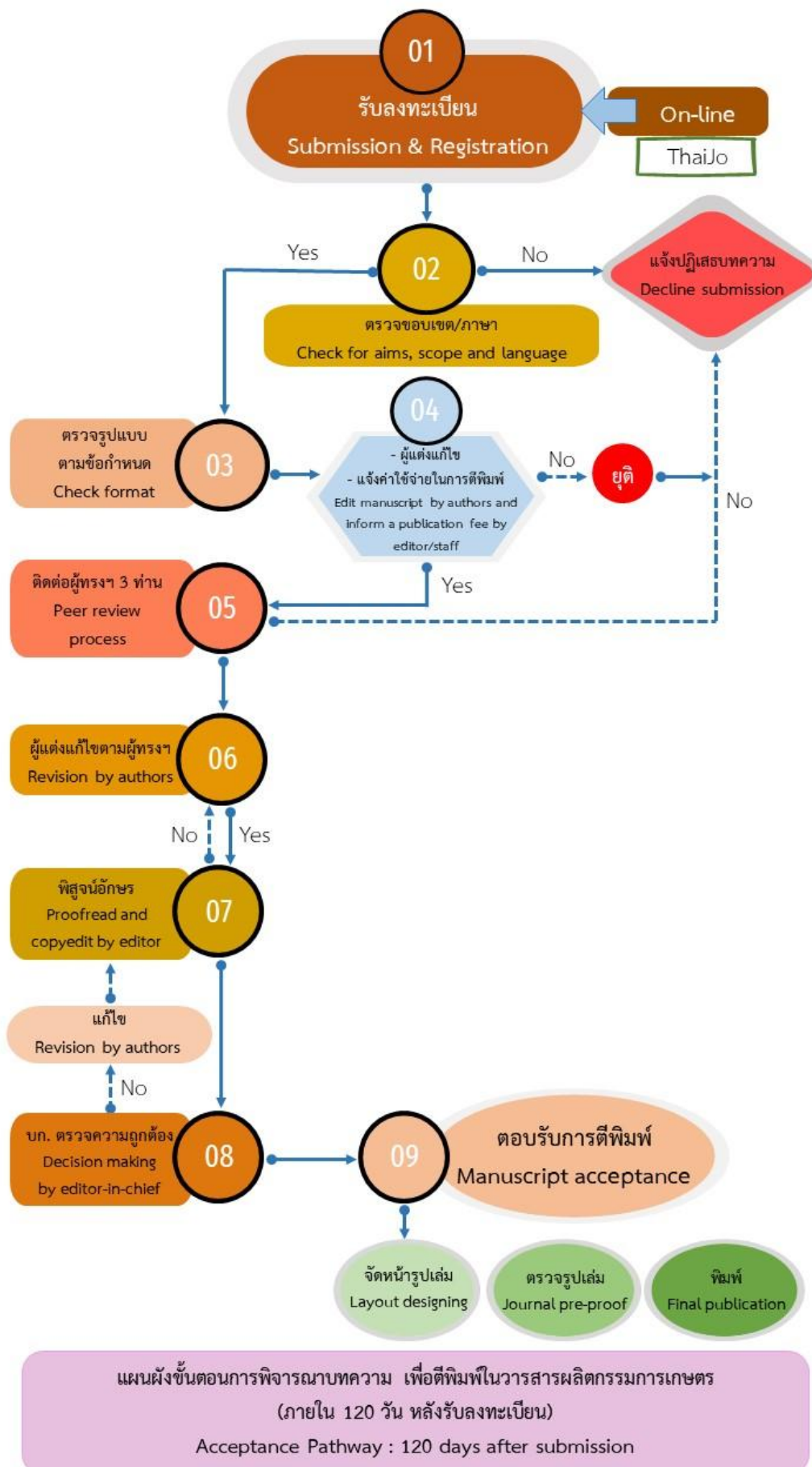
ที่อยู่ติดต่อวารสาร สำนักงานวารสารผลิตกรรมการเกษตร อาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

หมายเหตุ

ทุกช่องทางการส่งบทความ ให้ส่งใบลงทะเบียนนำส่งบทความ (แบบฟอร์ม วมก.1) ที่กรอกเอกสารเรียบร้อยแล้ว แนบไปพร้อมกับบทความทุกครั้ง

การตรวจแก้ไขและการยอมรับการตีพิมพ์

1. การติดต่อผู้เขียนจะติดต่อผ่านอีเมล ตามที่อยู่ของ corresponding author หรือหากจำเป็นเร่งด่วนจะติดต่อทางเบอร์โทรศัพท์ติดตามตัวที่ให้ไว้
2. เรื่องที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 3 ท่าน จึงจะได้รับให้ลงตีพิมพ์ในวารสาร โดยจะตอบรับการตีพิมพ์หรือปฏิเสธบทความ ภายใน 120 วัน หลังวันรับลงทะเบียนบทความ
3. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งตีพิมพ์ทุกเรื่องตามที่เห็นสมควร ในกรณีที่จำเป็นจะติดต่อผู้เขียน เพื่อความเห็นชอบอีกครั้งก่อนตีพิมพ์



Guide for Authors

The submitted Manuscripts should be of high academic merit and are accepted on condition that they are contributed solely to the Journal of Agricultural Production. Submission of a multi-authored manuscript implies the consent of all the participating authors. All manuscripts considered for publication will be subjected to double-blinded peer- review by at least 3 independent referees and an Article Processing Charge (APC) of 3,500 baht is charged to the authors before the reviewing step.

Submission checklist

Manuscript submission must include a title page, abstract, keywords, text, tables, figures, acknowledgments, reference list, and appendices (if necessary). For a title page section, a title of the article, a list of authors, affiliations, and an E- mail address for the corresponding author need to be provided. The total manuscript should not exceed 10 pages.

Preparation of the manuscript

All manuscript submissions for publication in the journal should follow the following guidelines:

1. Manuscript texts must be written using high-quality language. For non-native English language authors, the article should be proofread by a language specialist before submission.
2. The manuscript text, tables, and figures should be created using Microsoft Word.
3. If possible, all text throughout the manuscript should be used 14 pt Cordia New except a title using 16 pt, otherwise, Cordia New would be replaced.
4. Manuscript texts should be prepared as a single column, with a sufficient margin (2.5 centimeters for each side).
5. The Abstract should not exceed 300 words and provide only 4 keywords for each manuscript.
6. All measurements in the text should be reported in abbreviation, using a metric system.
7. Each Table and figure should be numbered consecutively.
8. Acknowledgments should be as brief as possible, in a separate section before the references.
9. In-text citation should be given in the form of author and year in parentheses; (Pawin *et al.*, 2012), or if the author's name is a part of the sentence, it should be followed by the year in parentheses; Pawin *et al.* (2012). All references mentioned in the reference list must be cited in the text and vice versa.
10. The reference list at the end of the manuscript should be listed alphabetically. The following are examples of reference format.
11. For any Thai references, they need to be translated to English and add [in Thai] at the end.

Academic journal:

Shternshi, M., O. Tomilova, T. Shpatova and K. Soyong. 2005. Evaluation of ketomium-mycofungicide on Siberian isolates of phytopathogenic fungi. *Journal of Agricultural Technology* 1(2): 247-253.

Books/Textbook:

Steel, R.G.D., J.H. Torrie, and D.A. Dickie. 1997. *Principal and procedures of a statistical-biometric approach*. 3rd Edition. McGraw-Hill Publishing Company, Toronto.

Section in Books with Editors:

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee socially. pp. 3-20. *In*: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (eds.). *Gene, behaviors and evolution of social insects*. Hokkaido University Press. Sapporo.

Thesis:

Chantrachit, T. 1994. Anaerobic conditions and off-flavor development in ripening banana (*Carvendarishii* spp.). Master of Science Thesis in Horticulture, Oregon State University.

Proceeding/Conference:

Yamagishi, Y., H. Mitamura, N. Arai, Y. Mitsunaga, Y. Kawabata, M. Khachapicha, and T. Viputhamumas. 2005. Feeding habits of hatchery-reared young Mekong giant catfish in fish pond and Mae Peum reservoir. *Proceeding of the 2nd International Symposium on SEASTAR 2000 and Asian Bio-Logging Science*. Kyoto, Japan. pp. 17-22.

Internet:

Linardakis, D. K. and B. I. Manois. 2005. Hydroponics culture of strawberries in Perlite. Available: <http://www.schunder.com/strawberries.html> (April 21, 2005.)

Annual report:

Khush, G. S. 1989. Multiple disease and insect resistance for increased yield stability in rice. pp. 79-92. *In Progress in irrigated rice research*. Manila: International Rice Research Institute.

Online Submission

1. Please register and log in to the ThaiJo system <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju>
2. Please upload the file as follows
 - 2.1 Registration form (JAP 01): the authors must fill out the form completely.
 - 2.2 Manuscript in .doc or .docx file type
 - 2.3 (if any) Research ethics approval for human and/or animal testing

Contact us

Phone +66 5387 3618
Email jap@mju.ac.th



MJU

MAEJO JOURNAL
OF AGRICULTURAL
PRODUCTION



MAEJO JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION



คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

อีเมล jap@mju.ac.th

เว็บไซต์ <http://jap.mju.ac.th>

โทรศัพท์ +66 5387 3618

โทรสาร +66 5387 3628