AP-MJU ANNIVERSARY

วารสารผลิตกรรมการเกษตร

MAEJO JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2568 VOL.7 NO.2 MAY - AUGUST 2025

ISSN 3027-7183 (Online)

ThaiJo
วารสารผลิตกรรมการเกษตร

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 พ.ศ. 2562 ปัจจุบันวารสารได้รับการคัดเลือกเข้าสู่ฐานข้อมูลของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thailand Citation Index, TCI) ให้เป็นวารสารที่มีคุณภาพกลุ่มที่ 2 (TCI กลุ่ม 2) ตั้งแต่ กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568

นโยบายการจัดพิมพ์

รับบทความวิชาการด้านการเกษตร หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร เช่น นวัตกรรมและเทคโนโลยีด้านการเกษตร เป็นต้น ตีพิมพ์ในรูปแบบ บทความวิจัยเต็มรูปแบบ (full length article) แบบเนื้อหา (short communication) รวมถึงบทความประมวลความรู้เชิงวิเคราะห์ (review article) หรือบทความปริทัศน์ โดยบทความดังกล่าวจะต้องไม่เคยได้รับการตีพิมพ์ หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ในวารสารอื่นมาก่อน บทความอาจจะเขียนโดยใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ แต่บทคัดย่อจะต้องมีภาษาอังกฤษด้วย หากบทความเขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งฉบับ ผู้ประพันธ์ต้องรับผิดชอบการตรวจแก้ไขภาษาเอง หากบรรณาธิการพบว่า การใช้ภาษาอังกฤษไม่สามารถสื่อสารได้ชัดเจน อาจจะปฏิเสธการพิจารณารับบทความได้ ยกเว้นผู้ประพันธ์แก้ไขการใช้ภาษาและมีเอกสารยืนยันว่า ได้ผ่านการตรวจแก้ไขภาษาจากผู้เชี่ยวชาญภาษาอังกฤษแล้วจึงจะลงทะเบียนรับบทความและดำเนินการขั้นต่อไป บทความที่ตีพิมพ์ในวารสารจะต้องส่งในรูปแบบการเขียนตามที่กำหนด (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 คณะผู้จัดทำไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยและมิใช่ความรับผิดชอบของคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ติดต่อสอบถาม

วารสารผลิตกรรมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
อีเมล jap@mju.ac.th เว็บไซต์ https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju
โทรศัพท์ +66 5387 3618 โทรสาร +66 5387 3628

ที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้
คณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร
รองคณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา หาญนอก

บรรณาธิการผู้ช่วย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผานิตย์ นาขยัน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เหิมฮึก
อาจารย์ ดร.จุฑามาศ อาจนาเสียว

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ดนัย บุณยเกียรติ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร.กมล เลิศรัตน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.โสระยา ร่วมรังสี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ	มหาวิทยาลัยพะเยา
รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ เหลืองประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
รองศาสตราจารย์ ดร.เออวดี เปรมัษเฐียร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรหม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน
รองศาสตราจารย์ ดร.ประกิจ สมท่า	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภธิดา อับดุลลากาซิม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน
รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย รัตน์ชเลศ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล เศรษฐบุตร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐา โพธาภรณ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.พีระศักดิ์ ฉายประสาท	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชิต พลับรู้การ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
รองศาสตราจารย์ ดร.ชิติ ศรีตนทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภธิดา อ่ำทอง	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ สาครวาสี	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะศักดิ์ ชอุ่มพฤกษ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรวัฒน์ สนิทชน	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร โรจน์ทินกร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พหล ศักดิ์คะทัศน์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณะกรรมการดำเนินการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ พละปัญญา
นางอภิชนา วงศ์วารเตชะ
นางสาวนวลทิพย์ ชัยลิ้นฟ้า
นางสาวมัณฑนา ทับทิมทอง

เรื่องเล่า ... เล่มนี้

MAEJO JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

สวัสดีท่านผู้อ่านทุกท่าน วารสารผลิตกรรมการเกษตรขอแจ้งข่าวสารอย่างเป็นทางการให้ทุกท่านได้ทราบว่า ในฉบับปัจจุบันนี้ (ปีที่ 7 เล่มที่ 2) วารสารฯ ได้มีการปรับเปลี่ยนกองบรรณาธิการของวารสารฯ ชุดใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันที่ช่วงเวลาของผู้เกษียณราชการจะมาถึงในไม่ช้านี้ วารสารฯ ของเราจะยังคงรักษาอุดมการณ์และจุดยืนในการทำงานไว้เหมือนเดิม เนื่องจากพิจารณาแล้วเห็นว่า สิ่งที่ทางบรรณาธิการท่านก่อนได้วางไว้เป็นสิ่งที่ดีและเหมาะสม เพิ่มเติมคือ วารสารฯ ของเราพร้อมจะพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในช่วงเวลาที่ผ่านมา วารสารผลิตกรรมการเกษตรได้รับฟังความคิดเห็นจากหลายท่าน เราตระหนักถึงความล่าช้าในการรอคิวตีพิมพ์หลังได้รับหนังสือตอบรับ วารสารฯ จึงอาจมีการเพิ่มระบบบางอย่างขึ้นเพื่อปรับปรุงกระบวนการในส่วนนี้ อย่างไรก็ตาม ทุกอย่างจะยังต้องอยู่ภายใต้กรอบกติกาของ TCI ในส่วนของปีที่ 7 เล่มที่ 2 นี้ วารสารฯ ได้เร่งรัดกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเผยแพร่บทความได้เร็วขึ้นกว่ากำหนดเดิม และเราจะรักษาแนวทางนี้ไว้ในฉบับถัดไปด้วย เพื่อให้ผลงานดี ๆ มีคุณภาพของทุกท่านได้เผยแพร่สู่สาธารณะได้รวดเร็วขึ้น

อีกหนึ่งเรื่องที่อยากแจ้งให้ผู้อ่านทราบคือ ในฉบับนี้มีบทความที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) อยู่หลายเรื่อง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความพยายามในการปรับตัวของภาคการเกษตรไทยสู่มาตรฐานที่สูงขึ้น มาตรฐาน GAP กลายเป็นหัวใจสำคัญของการผลิตพืชในยุคปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใดก็ตาม หากต้องการแข่งขันในตลาดได้ก็จำเป็นต้องดำเนินการตามมาตรฐานดังกล่าว บทความในฉบับนี้จึงสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนผ่านจากการเกษตรแบบดั้งเดิม ไปสู่การเกษตรที่มีระบบและมาตรฐานรองรับที่มากขึ้น ซึ่งเป็นสัญญาณที่ดีว่า ภาคเกษตรของไทยกำลังปรับตัวและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความไว้วางใจและร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาวารสารผลิตกรรมการเกษตร เราจะไม่หยุดนิ่งในการปรับปรุง และพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ เพื่อประโยชน์สูงสุดแก่วงการวิชาการด้านการเกษตรและเทคโนโลยี

สวัสดีค่ะ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา หาญนอก

บรรณาธิการ

สารบัญ

ผลของวัสดุเหลือใช้ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวปทุมธานี 1 รวมทั้งคุณสมบัติดินบางประการ 1

ศริน อัตตะวิริยะสุข พันทิพา ลิ้มสงวน เยาวรัตน์ วงศรีสกุลแก้ว นิยม บัวบาน และธีรยุทธ คล้ำชื่น

ความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ 12

กิตติพงศ์ รพีบุญญานนท์ พุฒิสรรค์ เครือคำ ปิยะ พละปัญญา และนคเรศ รังควัต

ความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี GAP ของเกษตรกรอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ 21

ศิราณี ชุมภูวงศ์ พุฒิสรรค์ เครือคำ นคเรศ รังควัต และปิยะ พละปัญญา

การปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ในจังหวัดเชียงใหม่ 34

ภาณุพงศ์ คำลือ นคเรศ รังควัต พุฒิสรรค์ เครือคำ และปิยะ พละปัญญา

การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร ในอำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ 44

ภานุพงศ์ ศิลารักษ์ นภารัศม์ เวชสิทธิ์นิรภัย ธิดารัตน์ ศิริบูรณ์ และพุฒิสรรค์ เครือคำ

ความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ หมู่บ้านท่งมั่ง อำเภอไชทานี นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว 57

ลัดตะนา บุนทะลามะหาไช รัชชานนท์ สมบูรณ์ชัย ปรมินทร์ นาระทะ และผานิตย์ นาขยัน

ฉายภาพทัศน์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตภายใต้สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อการผลิตข้าวนาปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 71

ธนากร แสนสาร วราภรณ์ นันทะเสน เก นันทะเสน และนิโรจน์ สินณรงค์

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 83

ณัฐวุฒิ จั่นทอง และพหล ศักดิ์คะทัศน์

การยกระดับการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวด้วยการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง 95

สุพรรษา ชินวรณ์ สุภาพร สาราช วชิราภรณ์ เรือนแป้น และณัฏฐยา เรือนแป้น

การศึกษาประสิทธิภาพเชิงทดลองของแผ่นลดอุณหภูมิทางเลือกที่ผลิตจากถ่านชีวภาพสำหรับระบบทำความเย็นแบบระเหย 104

สมพร กงนะ คมกฤษณ์ ชูเรือง กัญลยา มิขะมา และเสาวคนธ์ เหมวงษ์

สารบัญ (ต่อ)

Management of Rice Straw Waste from Sang Yod Rice Production by Farmers Adhering to Good Agricultural Practice (GAP) Standards in Phatthalung Province 119
Kunchaphorn Ratchasong Supaporn Lertsiri and Chalathon Choocharoen

Value Creation of Urban Agriculture in Bangkok, Thailand 128
Pornpinit Nualthet Supaporn Lertsiri Tanin Kongsila and Chalathon Choocharoen

ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี 139
วันวิสาข์ ทิพย์บุญทอง กาญจนา ศรีพฤทธิ์เกียรติ และธนาภรณ์ อธิปัญญากุล

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่นกกระทาที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด 148
ปฐมา แทนนาค ภาวิณี จำปาคำ นริศรา ยิ่งกำแหง ใยไหม ช่วยหนู ธรรมธวัช แสงงาม และวันวิสาข์ วัฒนะพันธ์ศักดิ์

Advanced *in vitro* Embryo Rescue Techniques for Improving Plantlet Development of Sternospermocapic (Black Opal) Grapes 159
Ya-Chieh Chiang Chung-Ruey Yen Jutamat Philadee and Chinnapan Thanarut

ผลของพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์เชื้อรา Monascus purpureus **ในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวยีสต์แดง** 170
ธีระยุทธ เตียนธนา และพันธ์ระวี หมวดศรี

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ 184

Guide for Authors 188

ผลของวัสดุเหลือใช้ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวปทุมธานี 1 รวมทั้งคุณสมบัติดินบางประการ

Effect of Cement-Particle Board Waste Material on Growth and Yield of Pathum Thani 1 Rice and of Some Soil Properties

ศริน อัตตะวิริยะสุข พันทิพา ลิ้มสงวน เยาวรัตน์ วงศรีสกุลแก้ว นิยม บัวบาน และธีรยุทธ คล้ำชื่น*

Sarin Auttaviriyasuk Pantipa Limsanguan Yaowarat Wongsrisakulkaew Niyom Buaban and Teerayut Klumchaun*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathum Thani 12130

* Corresponding author: Teerayut_k@rmutt.ac.th

(Received: 25 December 2023; Revised: 7 March 2024; Accepted: 21 March 2024)

Abstract

This research aimed to investigate the effect of cement-particle board waste materials on the growth and yield of Pathum Thani 1 rice and some soil properties. The experiment was arranged in RCBD, including five treatments with four replications, consisting of T1: control (no added materials), T2: Applied dolomite at the rate of 460 kg/rai and T3 - T5: Applied cement-particleboards at the rate of 200 400 and 800 kg/rai, respectively. The results showed that plant height and tillers of all treatments in the 1st crop and 2nd crop were not significantly different. For yield components, it was found that applied cement-particleboard at the rate of 200 kg/rai gave the highest yield of 10 square meters, number of filled grains and yield of the 1st crop and gave the highest number of filled grains and percentage of filled grains, while unfilled grains and percentage of unfilled grains were lowest for 2nd crop. After experimenting, it was found that the application of all materials caused an increase in soil pH and total nitrogen in soil, while reducing electrical conductivity and the amount of extractable iron.

Keywords: Cement particle board, waste, yield, rice

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวปทุมธานี 1 รวมทั้งคุณสมบัติของดินบางประการ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 5 ตำรับทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ คือ ตำรับควบคุม (ไม่มีการใส่วัสดุ) ใส่ปูนโดโลไมต์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ด (cement-particleboard waste material; CPB) อัตรา 200 400 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ทุกตำรับการทดลองในฤดูปลูกที่ 1 และฤดูปลูกที่ 2 ไม่มีผลให้การเจริญเติบโตด้านความสูง และการแตกกอแตกต่างกันทางสถิติ ในฤดูปลูกที่ 1 พบว่า การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลให้น้ำหนักผลผลิตพื้นที่ 10 ตารางเมตร จำนวนเมล็ดดี และผลผลิตสูงที่สุด ส่วนฤดูปลูกที่ 2 พบว่า การใช้ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตราดังกล่าวส่งผลให้ข้าวมีจำนวนเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด ในขณะที่จำนวนเมล็ดลีบและเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำที่สุด ภายหลังการทดลอง พบว่า การใส่วัสดุทุกชนิดทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณเหล็กที่สกัดได้ลดลง

คำสำคัญ: ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ด วัสดุเหลือใช้ ผลผลิต ข้าว

คำนำ

ดินกรดจัด หรือเปรี้ยวจัด เป็นดินที่มีค่าพีเอช (pH) ต่ำมากจัดเป็นดินที่มีปัญหาในการปลูกพืช สำหรับในประเทศไทย พบว่ามีพื้นที่ดินกรดกระจายอยู่ทั่วประเทศประมาณ 140 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 44 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั่วประเทศ (Ontong, 2007) ส่วนใหญ่พื้นที่ปลูกข้าวมักมีสภาพเป็นดินกรดจัดและพบปัญหาหลายประการ ปัญหาโดยทั่วไป คือ ความเป็นพิษของธาตุเหล็ก และอะลูมินัม (Shamshuddin *et al*., 2004) โดยที่ระดับพีเอชต่ำกว่า 5 สามารถเกิดปัญหาการละลายของเหล็กและอะลูมินัมที่มากเกินไปจนเป็นพิษต่อข้าว (Eliza Azura *et al*., 2011) หากพืชได้รับอะลูมินัมในปริมาณมากจะทำให้การแบ่งเซลล์และระบบเอนไซม์เสียสมดุล ขัดขวางการดูดใช้ฟอสฟอรัส แคลเซียม และโพแทสเซียม ส่งผลให้รากข้าวสั้นและอาจหยุดการเจริญเติบโตได้ (Shamshuddin *et al*., 2013) โดยดินกรดจัดในประเทศไทยมีอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้สูงถึง 1,359 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Attanandana, 1982) การนำดินกรดมาใช้ประโยชน์จึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงเพื่อขจัดปัญหา หรือข้อจำกัดต่าง ๆ ให้สามารถนำมาใช้ปลูกพืชและทำให้พืชให้ผลผลิตสูง การแก้ปัญหาดินกรดจัดสำหรับการปลูกข้าวโดยทั่วไปจะแนะนำให้มีจัดการเรื่องความเป็นกรดของดิน เช่น การใช้น้ำล้าง การใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต การใส่ปูน การใช้พันธุ์ข้าวต้านทาน การใส่อินทรียวัตถุ เป็นต้น แต่ประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการอาจแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ การใส่ปูนถือเป็นแนวทางที่แนะนำโดยทั่วไป โดยวัสดุปูนมีผลอย่างมากในการลดเหล็กและอะลูมินัมส่วนที่พืชสามารถใช้ได้ในดินกรดจัด แต่มีผลเล็กน้อยสำหรับธาตุแมงกานีส หากต้องการลดปริมาณการดูดกินธาตุอาหารที่มีความเป็นพิษควรมีการใส่ถ่านแกลบไบโอชาร์ร่วมด้วย (Kurnsa-ngwan *et al*., 2016) การใส่ปูนทำให้ค่าพีเอชเพิ่มขึ้น แต่อาจต้องใช้ในปริมาณที่มากสำหรับดินที่เป็นกรดจัดอาจทำให้เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น เนื่องจากปูนทางการเกษตรมีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นแนวทางการลดต้นทุนในการปรับปรุงดินกรดจัดคือ ใช้ผลพลอยได้จากภาคอุตสาหกรรมมาทดแทน เนื่องจากผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นวัสดุที่ไม่ต้องผ่านกรรมวิธี ขั้นตอนกระบวนการต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นการประหยัดต้นทุน (Nduwumuremyi *et al*., 2013) นอกจากนี้ผลพลอยได้ที่เกิดจากกระบวนการผลิตยังมีเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่จะมีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al*., 2005) จึงเกิดแนวคิดในการนำผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมหาแนวทางการใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงดินกรด งานวิจัยนี้จึงต้องการพิจารณาผลของการใช้วัสดุดังกล่าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ซึ่งอาจจะใช้เป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรในด้านการลดต้นทุนการผลิตและยังเป็นการนำผลพลอยได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ด (cement-particleboard waste material; CPB) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวปทุมธานี 1 ณ แปลงศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 5 ตำรับทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

ตำรับที่ 1 ไม่มีการใส่วัสดุ (control)

ตำรับที่ 2 ใส่โดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 3 ใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 4 ใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 5 ใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่

ก่อนการเตรียมแปลงทำการเก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดินบางประการ ค่าวิเคราะห์

คุณสมบัติดินแปลงที่ทำการทดลอง ดังนี้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.1 (กรดจัด) ค่าการนำไฟฟ้า 354 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.42 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.12 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 7.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ 323 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ 29.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเนื้อดินเป็นดินเหนียว ส่วนค่าวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการของซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดมีดังนี้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 12 ค่าสมมูลแคลเซียมคาร์บอเนต 59.83 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณแคลเซียมทั้งหมด 10.97 เปอร์เซ็นต์

การตกกล้า ทำโดยการไถ คราดทำเทือกแปลงกล้ายกแปลงขนาด 1.5 x 12 ตารางเมตร นำเมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี 1 แช่น้ำนาน 12 ชั่วโมง แล้วหุ้มไว้ในที่ร่ม 24 ชั่วโมง นำเมล็ดข้าวงอกหว่านบนแปลงกล้าที่เตรียมไว้ (ใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 5 กิโลกรัม/ไร่ ควบคุมระดับน้ำแปลงกล้าให้อยู่ในระดับ 2 - 4 เซนติเมตร เมื่ออายุกล้าได้ 25 วัน จึงถอนไปปักดำ

การเตรียมแปลงปักดำ ทำโดยเตรียมดินด้วยวิธีการไถดะ ไถแปร คราดทำเทือก ปั้นคันทดลองขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 7 เมตร ความกว้างของคันทดลองขนาด 50 เซนติเมตร จำนวน 20 บล็อคทดลอง ใส่ปูนโดโลไมท์ในตำรับที่ 2 อัตรา 10.06 กิโลกรัม และซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดบดอัตรา 4.375 8.75 และ 17.5 กิโลกรัม ในตำรับที่ 3 4 และ 5 ตามลำดับ โดยคลุกเคล้าลงไปในดินแต่ละบล็อคทดลอง บ่มทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน แล้วจึงปักดำ ระยะปักดำระหว่างแถวและระหว่างกอที่ระยะ 25 x 25 เซนติเมตร ปักดำกอละ 3 ต้น ควบคุมและกำจัดวัชพืชก่อนปลูกด้วยสารเคมีควบคุมและฆ่าวัชพืช หลังปักดำข้าว 7 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 1 สูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 สูตร 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (ตามคำแนะนำของกรมการข้าว) เมื่อข้าวอายุ 60 วัน หลังจากข้าวตั้งตัวแล้วควบคุมระดับน้ำที่ 5 - 15 เซนติเมตร จนกระทั่ง 30 วันหลังออกดอกแล้วจึงระบายน้ำออกจากแปลงเพื่อให้ข้าวสุกแก่เสมอกัน ป้องกันการเข้าทำลายของหนูโดยการล้อมแปลงทดลองด้วยแผ่นสมาร์ทบอร์ด และป้องกันการเข้าทำลายของนกด้วยการกางตาข่ายคลุมแปลง ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลการเจริญเติบโต (growth) ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ เก็บข้อมูลเมื่อข้าวอยู่ในระยะแตกกอสูงสุด (60 วัน) และก่อนเก็บเกี่ยว (96 วัน) โดยการสุ่มตัวอย่างแปลงละ 10 กอ การวัดความสูงวัดจากระดับดินจนถึงปลายใบสูงสุดทั้งสองระยะ และนับจำนวนต้นต่อกอในสองระยะเหมือนวัดความสูง

2. ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต (yield components) ได้แก่

นับจำนวนรวงต่อกอ (panicles/plant) โดยการสุ่มตัวอย่างแปลงละ 10 กอ ในระยะเก็บเกี่ยวที่ 96 วันหลังปลูก จากนั้นเกี่ยวรวงยอด (topmost panicle) ทั้ง 10 กอ (รวมทั้งสิ้น 10 รวง) นวดแล้วรวมเมล็ด เพื่อตรวจนับจำนวนเมล็ดดีต่อรวง (number of filled grains per panicle) จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง (number of unfilled grains per panicle) เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี (percentage filled grain) เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ (percentage un-filled grain) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (1,000 grains weight)

น้ำหนักตอซัง (stubble dry weight) เก็บเกี่ยวส่วนที่อยู่เหนือดิน จำนวน 10 กอ นวดแยกส่วนที่เป็นเมล็ดและส่วนที่เป็นฟาง นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ชั่งน้ำหนักนำไปคำนวณหาอัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักตอซัง

การเก็บข้อมูลผลผลิตต่อไร่ เก็บข้อมูลในระยะเก็บเกี่ยว โดยการสุ่มเกี่ยวตัวอย่างข้าวพื้นที่ 10 ตารางเมตร (2 x 5 เมตร) นวดทำความสะอาด ชั่งน้ำหนักและ

วัดความชื้นแล้วคำนวณผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่ที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$\text{น้ำหนักผลผลิตที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์} = \frac{\text{ผลผลิตที่ชั่งได้ x (100 - เปอร์เซ็นต์ความชื้นขณะชั่ง)}}{86}$$

วิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) ตามแผนการทดลองที่กำหนดและเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 21

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโต

จากผลการทดลอง พบว่าการไม่ใส่และใส่วัสดุทุกชนิดไม่มีผลต่อความสูงที่ 1 เดือนและความสูงก่อนการเก็บเกี่ยว การแตกกอที่ 1 เดือนและการแตกกอก่อนการเก็บเกี่ยวของข้าวปทุมธานี 1 ทั้ง 2 ฤดูปลูก โดยมีค่าความสูงที่ 1 เดือนอยู่ในช่วง 62.50 - 64.25 เซนติเมตร และ 64.25 - 67.25 เซนติเมตร ความสูงก่อนการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 116.73 - 118 เซนติเมตร และ 111.25 - 113.75 เซนติเมตร การแตกกออยู่ในช่วง 15.25 - 16.50 กอต่อต้น และ 15.25 - 15.50 กอต่อต้น การแตกกอก่อนการเก็บเกี่ยว 9.75 - 10.50 กอต่อต้น และ 9.25-11 กอต่อต้น ในฤดูปลูกที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (Table 1) การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวปทุมธานี 1 มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 4,547.50 กรัมต่อ 10 ตารางเมตร ไม่แตกต่างจากการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ (4,170 กรัมต่อ 10 ตารางเมตร) แต่แตกต่างกันทางสถิติจากการไม่ใส่วัสดุ การใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่

Table 1 Effect of cement-particleboard waste material (CPB) on plant height and tillers/hill of Pathum Thani 1 rice at 1 month and before harvest of 1st and 2nd Crop

Treatment	1st Crop height (cm)		2nd Crop height (cm)		1st Crop tillers/hill		2nd Crop tillers/hill	
	1 month	before harvest	1 month	before harvest	1 month	before harvest	1 month	before harvest
Control	62.50	116.78	16.50	10.50	16.50	10.50	15.00	11.00
Dolomite at a rate of 460 kg/rai	63.50	116.73	16.25	10.25	16.25	10.25	15.50	10.25
CPB at a rate of 200 kg/rai	63.25	116.75	15.50	9.75	15.50	9.75	15.25	10.25
CPB at a rate of 400 kg/rai	62.50	118.00	16.25	10.50	16.25	10.50	15.50	9.25
CPB at a rate of 800 kg/rai	64.25	117.75	15.25	10.00	15.25	10.00	15.50	10.50
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	3.26	0.99	9.46	9.58	9.46	9.58	9.66	10.40

Remarks: ns means non-significant difference at $p \leq 0.05$

ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต

การใส่และไม่ใส่วัสดุชนิดใดไม่ทำให้ข้าวปทุมธานี 1 มีจำนวนรวงเฉลี่ยต่อกอและน้ำหนักฟางต่อกอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 9.50 - 10.5 รวงต่อกอ และ 43.63 - 52.23 กรัมต่อกอ ตามลำดับ (Table 2) ในฤดูปลูกที่ 2 พบว่า การไม่ใส่วัสดุมีจำนวนรวงเฉลี่ยต่อกอสูงที่สุด คือ 11 รวงต่อกอ ไม่แตกต่างจากการใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างจากการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม การใส่และไม่ใส่วัสดุชนิดใดไม่ทำให้ข้าวปทุมธนี 1 มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยและน้ำหนักฟางต่อกอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 3,125 - 3,625 กรัมต่อ 10 ตารางเมตรและ 44.35 - 48.33 กรัมต่อกอ ตามลำดับ (Table 2) การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่มีจำนวนเมล็ดทั้งหมดเฉลี่ยและจำนวนเมล็ดดีเฉลี่ยสูงที่สุด ไม่แตกต่างจากการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ และการไม่ใส่วัสดุ ในขณะที่การไม่ใส่และใส่วัสดุทุกชนิดไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดลีบเฉลี่ยและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (25.40 - 27.95 เมล็ดต่อรวงและ 24.65 - 24.93 กรัม) ตามลำดับ (Table 3) ในฤดูปลูกที่ 2 การไม่ใส่และใส่วัสดุทุกชนิดไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดทั้งหมดเฉลี่ย (104.33 - 122.45 เมล็ดต่อรวง) การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่มีจำนวนเมล็ดดีเฉลี่ยสูงที่สุด ไม่แตกต่างจากการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 400 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่แต่แตกต่างจากการไม่ใส่วัสดุ ซึ่งมีจำนวนเมล็ดดีเฉลี่ยต่ำที่สุด นอกจากนี้ การไม่ใส่วัสดุมีจำนวนเมล็ดลีบเฉลี่ยสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่และการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่มีจำนวนเมล็ดลีบเฉลี่ยต่ำที่สุดและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่าการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การไม่ใส่วัสดุและการใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่ำที่สุด (Table 3)

ข้อมูลผลผลิตต่อไร่

การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่มีผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การไม่ใส่วัสดุมีผลผลิตต่ำที่สุด การไม่ใส่และใส่วัสดุทุกชนิดไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบเท่ากับ 81.76 - 83.57 และ 16.48 - 8.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 4) ในฤดูปลูกที่ 2 การไม่ใส่และใส่วัสดุทุกชนิดไม่มีผลต่อผลผลิตเฉลี่ย โดยมีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ในช่วง 394.96 - 443.54 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การไม่ใส่วัสดุให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่ำที่สุด การไม่ใส่วัสดุมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 และ 400 กิโลกรัมต่อไร่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำที่สุด (Table 4)

Table 2 Effect of cement-particleboard waste material (CPB) on yield weight area 10 square meters, panicles/plant and straw weight of Pathum Thani 1 rice at 1st and 2nd Crop

Treatment	1st Crop			2nd Crop		
	Yield weight 10 square meters (g)	Panicles/plant	Straw weight (g/hill)	Yield weight 10 square meters (g)	Panicles/plant	Straw weight (g/hill)
Control	3980.00[b]	10.50	43.63	3233.25	11.00[a]	46.70
Dolomite at a rate of 460 kg/rai	4015.00[b]	9.75	45.53	3125.00	10.00[ab]	44.95
CPB at a rate of 200 kg/rai	4547.50[a]	9.50	45.48	3625.00	10.25[ab]	46.35
CPB at a rate of 400 kg/rai	4170.00[ab]	10.50	52.23	3425.00	9.00[b]	48.33
CPB at a rate of 800 kg/rai	3895.00[b]	9.50	46.05	3300.00	10.00[ab]	44.35
F-test	*	ns	ns	ns	*	ns
CV. (%)	7.64	9.27	12.87	13.00	10.98	5.55

Remarks: Means in a column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT

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

Table 3 Effect of cement-particleboard waste material (CPB) on spikelet number/panicle, number of filled grains, number of unfilled grains and 1,000 grain weight of Pathum Thani 1 rice at 1st Crop and 2nd Crop

Treatment	1st Crop				2nd Crop			
	spikelet number/ panicle	number of filled grains per panicle	number of unfilled grains per panicle	1,000 grain weight (g.)	spikelet number/ panicle	number of filled grains per panicle	number of unfilled grains per panicle	1,000 grain weight (g.)
Control	139.53^{b}	114.20^{b}	25.48	24.65	104.33	65.58^{b}	38.75^{a}	26.80^{b}
Dolomite at a rate of 460 kg/rai	148.28^{ab}	122.78^{ab}	25.50	24.93	115.48	80.87^{ab}	34.60^{abc}	26.78^{b}
CPB at a rate of 200 kg/rai	154.25^{a}	128.93^{a}	25.40	24.68	122.45	91.78^{a}	30.68^{c}	27.13^{ab}
CPB at a rate of 400 kg/rai	140.03^{b}	115.48^{b}	25.43	24.88	115.33	83.05^{ab}	32.28^{bc}	27.55^{a}
CPB at a rate of 800 kg/rai	155.38^{a}	127.43^{a}	27.95	24.68	120.00	82.00^{ab}	38.00^{ab}	27.25^{ab}
F-test	*	*	ns	ns	ns	*	*	*
CV. (%)	5.48	5.07	12.36	1.15	12.36	18.98	10.64	1.20

Remarks: Means in a column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT

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

Table 4 Effect of cement-particleboard waste material (CPB) on yield, percentage filled grain and percentage unfilled grain of Pathum Thani 1 rice at 1st and 2nd Crop

Treatment	1st Crop			2nd Crop		
	Yield (kg/rai)	Percentage of filled grain	percentage of unfilled grain	Yield (kg/rai)	percentage of filled grain	percentage of unfilled grain
Control	558.12[b]	81.76	18.24	398.55	61.60[b]	38.40[a]
Dolomite at a rate of 460 kg/rai	593.12[ab]	83.02	16.98	394.96	70.01[ab]	30.00[ab]
CPB at a rate of 200 kg/rai	617[a]	83.57	16.48	443.54	74.99[a]	25.01[b]
CPB at a rate of 400 kg/rai	560.12[b]	82.48	18.15	424.18	71.71[a]	28.29[b]
CPB at a rate of 800 kg/rai	621.52[a]	82.01	17.99	407.70	67.85[ab]	32.15[ab]
F-test	*	ns	ns	ns	*	*
CV. (%)	5.48	1.87	9.52	13.47	8.23	18.50

Remarks: Means in a column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT

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

ข้อมูลคุณสมบัติดินหลังการทดลอง

การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุดไม่แตกต่างจากการการใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 และ 400 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างจากการไม่ใส่วัสดุ ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างนั้นมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นจากดินเริ่มต้นก่อนการทดลอง การไม่ใส่และใส่วัสดุทุกชนิดไม่มีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดินและแมงกานีสที่สกัดได้ในดิน โดยปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกอยู่ในช่วง 3.69 - 3.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าดินเริ่มต้นก่อนการทดลอง ส่วนแมงกานีสที่สกัดได้ในดินอยู่ในช่วง 24.88 - 27.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งลดลงจากดินเริ่มต้นก่อนการทดลอง ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูกพบว่าการไม่ใส่วัสดุมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดไม่แตกต่างจากการใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 และ 400 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างจากการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าการนำไฟฟ้าของดินน้อยที่สุด การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินหลังปลูกสูงที่สุดและไม่ต่างจากการใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ต่างจากการใส่ปูนโดโลไมท์อัตรา 460 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ และการไม่ใส่วัสดุ อย่างไรก็ตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีปริมาณสูงขึ้นจากดินเริ่มต้นก่อนการทดลอง (Table 5)

Table 5 Effect of cement-particleboard waste material (CPB) on soil chemical properties before and after the experiment

Treatment	pH	OM (%)	EC (µs/cm)	Total N (%)	Extr. Fe (mg/kg)	Extr. Mn (mg/kg)
Soil analysis before the experiment	5.1	2.42	354	0.12	323	29.65
Control	5.30^{b}	3.70	189.88^{a}	0.185^{c}	262.50^{a}	25.03
Dolomite at a rate of 460 kg/rai	5.62^{ab}	3.72	167.55^{ab}	0.186^{bc}	255.75^{ab}	27.05
CPB at a rate of 200 kg/rai	5.38^{ab}	3.69	160.25^{ab}	0.185^{c}	251.25^{b}	24.88
CPB at a rate of 400 kg/rai	5.48^{ab}	3.73	174.95^{ab}	0.187^{ab}	256.00^{ab}	25.63
CPB at a rate of 800 kg/rai	5.70^{a}	3.78	150.53^{b}	0.188^{a}	256.59^{ab}	25.58
F-test	*	ns	*	*	*	ns
CV. (%)	4.18	3.65	11.08	0.49	2.43	11.04

Remarks: Means in a column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT

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

จากผลการทดลองข้างต้น พบว่า ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวปทุมธานี 1 พบว่าซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมไม้อัดซีเมนต์สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงดินและแก้ไขความเป็นกรดได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Moon *et al*. (2013) กล่าวว่าทรัพยากรของเสียในธรรมชาติและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีคุณสมบัติคล้ายปูน เช่น เศษเปลือกหอยนางรม เปลือกหอยนางรมเผาเถ้าลอย และฝุ่นจากเตาปูนซีเมนต์ สามารถใช้เป็นตัวแก้ไขที่ดีสำหรับการปรับปรุงดินที่เป็นกรด หากใช้ปริมาณที่เหมาะสม และในทุกตำรับการทดลองที่ใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงขึ้นจากตำรับควบคุม เนื่องจากวัสดุปูน หรือวัสดุที่สมบัติคล้ายปูนที่ใส่ลงในดินในสภาพที่มีความชื้นจะแตกตัวให้ OH^- หรือ CO_3^{2-} ทำปฏิกิริยากับ H^+ ในสารละลายดินกรด ส่วน Ca^{2+} และ Mg^{2+} จะเข้าไปแทนที่พวก potential acidity ทั้ง Al^{3+} และ H^+ เพื่อให้ออกมาทำปฏิกิริยากับ OH^- ทำให้ปริมาณ H^+ และ Al^{3+} ลดลงส่งผลให้ pH ดินเพิ่มขึ้น (Suthipradit, 1993; Charoenjamrascheep *et al*., 1997) เมื่อระดับ pH อยู่ในช่วงที่เหมาะสมจะทำให้สมบัติทางเคมีของดินหลายประการเกิดการเปลี่ยนแปลง ธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เช่น แคลเซียมและแมกนีเซียมมีปริมาณเพิ่มขึ้นในปริมาณมากพอที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช ฟอสฟอรัสในดินกรดอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้ เนื่องจากในดินกรดจัดเหล็กและอะลูมินัมละลายได้ดี จึงตรึงฟอสฟอรัสอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟต เมื่อใส่ปูนจะลดการละลายของเหล็กและอะลูมินัมลงทำให้ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้นให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายอินทรียวัตถุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารต่าง ๆ ออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Rodo *et al*. (2021) ที่กล่าวว่า การใช้โดโลไมท์สามารถเพิ่มค่า pH ของดินในดินที่เป็นกรดได้และการใช้โดโลไมท์ส่งผลให้พืชมีความสูงและผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าทรีทเมนท์ควบคุม นอกจากนี้ Syeda

et al. (2018) รายงานว่าการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวพันธุ์ BRRI dhan50 ให้ได้สูงสุดสามารถทำได้เมื่อปลูกโดยใช้ปูนขาวผสมกับปุ๋ยอินทรีย์และปูนโดโลไมท์ที่มีส่วนประกอบของ $CaCO_3$ และ $MgCO_3$ สามารถใช้ลดระดับความเป็นกรดและเพิ่มค่า pH จำเป็นต้องใช้ควบคู่กันไปเพื่อเป็นการจัดการธาตุอาหารให้เหมาะสมที่สุด

สรุปผลการวิจัย

ทุกตำรับการทดลองในภาพรวมทั้ง 2 ฤดูปลูกมีการเจริญเติบโตด้านความสูงและการแตกกอต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใส่ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลให้น้ำหนักผลผลิตพื้นที่ 10 ตารางเมตร (4,547.5 กรัม) จำนวนเมล็ดดี (128.93 เมล็ดต่อรวง) ผลผลิต (617 กิโลกรัมต่อไร่) สูงที่สุดในฤดูปลูกที่ 1 และมีจำนวนเมล็ดดีและเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด (91.78 เมล็ดต่อรวง และ 74.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) จำนวนเมล็ดลีบและเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำที่สุด (30.86 เมล็ดต่อรวง และ 25.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในฤดูปลูกที่ 2 นอกจากนี้การใส่วัสดุทุกชนิดมีผลต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณเหล็กที่สกัดได้ลดลง ดังนั้นวัสดุเหลือใช้ซีเมนต์พาร์ติเคิลบอร์ดสามารถใช้เป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรที่ต้องการปรับปรุงดินกรด โดยต้องคำนึงถึงพืชปลูกเพราะพืชแต่ละชนิดต้องการค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมแตกต่างกัน อีกทั้งไม่ควรปลูกพืชทันทีหลังมีการปรับปรุงดินควรทิ้งช่วงการปลูกอย่างน้อยเป็นเวลา 7 วัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัย ประเภททุนวิจัยประเภทงบประมาณ จากบริษัท พาเนล เวิลด์ จำกัด

เอกสารอ้างอิง

Attanandana, T. 1982. Fertility Problems of Acid Sulfate Soils Thailand. Ph.D. Thesis, Kyoto University.

Charoenjamrascheep, C., K. Kanchanathanaset and M. Siriwong. 1997. Acid soil management in Thailand. Land Development Department, Bangkok. [in Thai]

Eliza Azura, A.E, J. Shamshuddin and C.I. Fauziah. 2011. Root elongation, root area and organic acid by rice seeding under Al^{3+} and/or H^{+} stress. American Journal of Agricultural and Biological Science 6(3): 324-331.

Kurnsa-ngwan, A., T. Sriwongchai, G. Landrot and S. Khaokaew. 2016. Effects of liming materials and rice husk biochar on availability of iron, manganese, and aluminum in an acid sulfate paddy soil. In Proceedings of the 54th Kasetsart University Annual Conference, February 2-5, 2016, Kasetsart University, Bangkok, Thailand pp. 177-188. [in Thai]

Moon, H. D., Y. Y. Chang, Y. S. Ok, K. H. Cheong, A. Koutsospyros and J. H. Park. 2013. Amelioration of acidic soil using various renewable waste resources. Environmental Science and Pollution Research 21(1): 774-80.

Nduwumuremyi, A., V. Ruganzu, J. N. Mugwe and A. C. Rusanganwa. 2013. Effects of Unburned Lime on Soil pH and Base Cations in Acidic Soil.Soil Science, 2013: 1-7. Available: https://doi.org/10.1155/2013/707569.

Ontong, C. 2007. Problematic soils and management. Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla. [in Thai]

Rodo, R. C, R. K. Elly and B. S. Fathimah. 2021. Liming of acid soil and the Interaction with soil pH and corn Productivity. Earth and Environmental Science, 807: 1-9. Available: https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/4/042071.

Shamshuddin, J., A. Eliza Azura, M.A.R.S. Shazana and C.I Fauziah. 2013. Rice defense mechanism against the presence of excess amount of Al^{3+} and Fe^{2+} in the water. Australian Journal of Crop Science 7(3): 314-320.

Shamshuddin, J., S. Muhrizal, I. Che Fauziah and E. Van Ranst. 2004. A laboratory study of pyrite oxidation in acid sulfate soil. Communication in Soil Science and Plant Analysis 35(1&2): 117-129.

Suthipradit, S. 1993. Soil fertility. Department of Geology, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla. [in Thai]

Syeda, A. F., N. H. M. Mohammad, H. Mozammel, H. Sazzad and K. H. Ahmed 2018. Enhancing rice yield in acidic soil through liming and fertilizer management. Journal of Bangladesh Agricultural University 16(3): 357-365.

Thongjoo, C., S. Miyagawa and N. Kawakubo. 2005. Effect of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. Plant Production Science 8(4): 475-48.

ความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร บ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Farmers' Expectation of Alternative Plant Cultivation instead of Maize in Mae Malor Village, Mae Na Chon Subdistrict, Mae Chaem District, Chiang Mai Province

กิตติพงศ์ รพีบุญญานนท์ พุฒิสรรค์ เครือคำ ปิยะ พละปัญญา และนคเรศ รังควัต*

Kittiphong Raprrboonyanon Phutthisun Kruekum Piya Parapanya and Nakarate Rungkawat*

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและการพัฒนาชนบท คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

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

*Corresponding author: nakarate@mju.ac.th

(Received: 30 August 2023; Revised: 29 September 2023; Accepted: 17 October 2023)

Abstract

The objectives of this study were to Investigate 1) personal, economic, and social characteristics, 2) what factors affect expectations in changing the cultivation of alternative crops, and 3) problems and suggestions for transitioning to alternative crops instead of maize among farmers in Mae Malor village, Mae Na Chon subdistrict, Mae Chaem district, Chiang Mai province. The data was collected using an interview form. the population in this study includes farmers living in Mae Malor Village, Mae Na Chon subdistrict, Mae Chaem district, Chiang Mai province, year 2021, Sample group of farmers used in this study was 89 households. Data was analyzed using descriptive statistics, inferential statistics and multiple regression analysis.

The results of study revealed that most of the farmers were male (74.16%) average age of 47.17 years. Almost all the samples were married (94.38%) and completed primary school (48.31%). All farmers in Mae Malor Village were of the Karen tribe. and the average crop holding area is 22.06 rai. total average annual household income 209,537.08 baht. During 2020 - 2021, it was found that farmers received training in crop production on average 1.22 times per year. Farmers had expectations of changing the cultivation of alternative crops instead of growing animal feed maize at a high level ($\bar{X}$= 3.84), Three factors were found to affect the expectation of changing the cultivation of alternative crops. with statistical significance at the 0.01 level. It was found that there was 1 variable that had a positive effect: having a social position. And the independent variables that affect expectations in changing the cultivation of alternative crops to replace growing animal feed maize overall with statistical significance at the 0.05 level were found to have a total of 2 variables, divided into variables. The variable that has a positive effect is gender and the variable that has a negative statistical relationship is status. The main problems in changing alternative crops to replace maize for animal feed were 3 issues: 1) Promotion 2) Production 3) Marketing

Keywords: Expectation, alternative plant cultivation, foothill plain

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ลักษณะข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม 2) ปัจจัยที่มีผลต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือก และ 3) ปัญหา และข้อเสนอแนะต่อการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ โดยประชากรในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ เกษตรกรที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2564 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 89 ครัวเรือน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา สถิติเชิงอนุมาน และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis)

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 74.16) อายุเฉลี่ย 47.17 ปี กลุ่มตัวอย่างเกือบทั้งหมดสมรสแล้ว (ร้อยละ 94.38) สำเร็จการศึกษาในระดับประถม (ร้อยละ 48.31) เกษตรกรในหมู่บ้านแม่มะลอทั้งหมดเป็นชนเผ่ากะเหรี่ยง และมีพื้นที่ถือครองในการผลิตพืชเฉลี่ย 22.06 ไร่ มีรายได้เฉลี่ยต่อปีรวมของครัวเรือน 209,537.08 บาท ในช่วงปี พ.ศ. 2563 - 2564 พบว่า เกษตรกรมีการเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตพืชในรอบปีเฉลี่ย 1.22 ครั้ง เกษตรกรมีความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.84) ในขณะที่พบ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 พบว่ามี 1 ตัวแปร ที่มีผลทางบวก คือ การมีตำแหน่งทางสังคม และตัวแปรอิสระที่มีผลต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาพรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่ามีทั้งหมด 2 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก คือ เพศ และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติในทางลบ คือ สถานภาพ ปัญหาในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3 ประเด็นคือ 1) ด้านการส่งเสริม 2) ด้านการผลิต 3) ด้านการตลาด

คำสำคัญ: ความคาดหวัง การปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พื้นที่ราบเชิงเขา

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่ถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ซึ่งมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมทั้งประเทศ 7.03 ล้านไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 4.81 ล้านตัน (Department of Agriculture, 2020) พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีศักยภาพในเชิงเศรษฐกิจ กระจายอยู่ในพื้นที่ภาคต่าง ๆ โดยพื้นที่ปลูกมากที่สุดอยู่ใน ภาคเหนือ ร้อยละ 67.70 รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 21.46 และในภาคกลางและ ภาคตะวันตก ร้อยละ 10.87 (Office of Agricultural Economics, 2018) จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด 80,186 ไร่ โดยปลูกในพื้นที่มีความเหมาะสมจำนวน 39,503 ไร่ หรือร้อยละ 49.26 ของพื้นที่ทั้งหมด และปลูกในพื้นที่ไม่เหมาะสมจำนวน 40,683 ไร่ หรือร้อยละ 50.74 ของพื้นที่ทั้งหมด (Land Development Department, 2021)

อำเภอแม่แจ่ม มีสภาพพื้นที่เป็นป่าและภูเขาสูงชันทุรกันดาร อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติเกือบทั้งพื้นที่ พื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 70 เป็นป่าไม้และภูเขาสูงชัน เป็นที่ราบเชิงเขาประมาณร้อยละ 20 และเป็นที่ราบลุ่มประมาณร้อยละ 10 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากที่สุดในจังหวัดเชียงใหม่ เกษตรกรที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นที่สูงในอำเภอแม่แจ่มร้อยละ 90 มีอาชีพและรายได้จากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่ายและใช้น้ำน้อย และมีความต้องการมากในตลาดอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ซึ่งการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ปลูกได้ปีละ 1 ครั้ง จะเริ่มฤดูกาลเพาะปลูกในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมของทุกปี โดยพื้นที่สูงนิยมเตรียม

พื้นที่เพาะปลูกด้วยการเผา เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและประหยัดต้นทุนในการผลิต การใช้ไฟในการเผาพื้นที่แปลงเกษตร เป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นควันสะสมในอากาศ ซึ่งเป็นมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง หากเป็นการเผาในพื้นที่แปลงเกษตรขนาดใหญ่ ปริมาณของฝุ่นควันที่สะสมอยู่ในอากาศเหล่านี้ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ประกอบกับสภาพของภูมิอากาศและทิศทางของลมก็เป็นปัจจัยสำคัญที่จะพัดพานำเอาฝุ่นควันเหล่านี้แพร่กระจายไปยังพื้นที่อื่น ๆ ด้วยจากปัญหาดังกล่าว เกษตรกรในพื้นที่และหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่างพยายามแสวงหาวิธีต่าง ๆ ในการช่วยแก้ไขปัญหาฝุ่นควันที่เกิดจากการเผาในพื้นที่ไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นี้ (Nuntawan and Indi, 2021)

ดัชนีคุณภาพอากาศของเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2562 มีความรุนแรงของมลพิษติดอันดับหนึ่งของโลก ซึ่งมีสาเหตุจากหลายปัจจัยด้วยกัน โดยหนึ่งในนั้นก็คือ การเผาวัสดุทางการเกษตรจากการปลูกพืชเชิงเดี่ยวโดยเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจากการประเมินพบว่า มีปริมาณซังข้าวโพดเหลือทิ้ง จำนวน 1.2 ล้านตัน/ปี เปลือกข้าวโพด จำนวน 3.1 แสนตัน/ปี หรือคิดเป็นร้อยละ 25 ของผลผลิต (Nakhon Phing Energy Research and Development Institute, 2017)

บ้านแม่มะลอ ตั้งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติอินทนนท์ ซึ่งเป็นชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง ประกอบอาชีพการเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก ต่อมาในปี พ.ศ. 2549 โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่มะลอ ภายใต้การดำเนินงานของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ได้เข้ามาจัดทำแผนชุมชน เพื่อวิเคราะห์บริบทของพื้นที่และหาแนวทางแก้ปัญหาความยากจน การเพาะปลูกและการตลาด โดยการส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการปลูกพืชใหม่ ๆ และปศุสัตว์เพื่อสร้างรายได้ทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เช่น ส่งเสริมการปลูกไม้ผล การปลูกพืชไร่บำรุงดิน การปลูกพืชผักในโรงเรือน และนอกโรงเรือนภายใต้มาตรฐานอาหารปลอดภัย (GAP) การเลี้ยงหมูหลุม การรวมกลุ่มสถาบันเกษตรกร รวมถึงการอนุรักษ์ดินและน้ำ การทำแนวคันดินปลูกหญ้าแฝก การรณรงค์ลดการใช้สารเคมี และการป้องกันการปนเปื้อนสารเคมีในกระแสเลือด อีกทั้งยังส่งเสริมและสนับสนุนการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น การทำแนวกันไฟ การทำฝายชะลอน้ำ การปลูกป่าต้นน้ำ และการบวชป่า เป็นต้น ซึ่งเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาการลดพื้นที่เพาะปลูกพืชเชิงเดี่ยวเพื่อลดการเผา ตลอดจนส่งเสริมให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนการปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Highland Research and Development Institute (Public Organization), 2021)

จึงมีการศึกษาความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อใช้ข้อมูลที่ได้รับจากการวิจัยไปวางแผนงานส่งเสริมการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดของเกษตรกรบ้านแม่มะลอต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2564 จำนวน 113 ครัวเรือน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่ระดับ 0.05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 89 ครัวเรือน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2564 จำนวน 89 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ซึ่งมีจำนวน 3 ตอนดังนี้ ตอนที่ 1 การศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม ตอนที่ 2 ศึกษาความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตอนที่ 3 ศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted mean score)

2. การวิเคราะห์ความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกลุ่มตัวอย่างในประเด็นต่างๆ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ชนิด 5 ระดับตามแบบของ Likert (Siriwan *et al*., 2020) ดังนี้คือ

มีความคาดหวังมากที่สุด	=	5 คะแนน
มีความคาดหวังมาก	=	4 คะแนน
มีความคาดหวังปานกลาง	=	3 คะแนน
มีความคาดหวังน้อย	=	2 คะแนน
มีความคาดหวังน้อยที่สุด	=	1 คะแนน

โดยการแปลผลค่าเฉลี่ยของความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกลุ่มตัวอย่างสามารถแปลผลค่าเฉลี่ยตามแบบของลิเคิร์ทสเกล (Likert scale) 5 ระดับโดยลิเคิร์ท (Likert, 1961) โดยมีเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยดังนี้ต่อไปนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย	ความหมายค่าคะแนนเฉลี่ย
4.51 - 5.00	มีความคาดหวังในระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50	มีความคาดหวังในระดับมาก
2.51 - 3.50	มีความคาดหวังในระดับปานกลาง
1.51 - 2.60	มีความคาดหวังในระดับน้อย
1.00 - 1.50	มีความคาดหวังในระดับน้อยที่สุด

3. การวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยการใช้สถิติอนุมาน ได้แก่ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (enter multiple regression analysis) เพื่อวิเคราะห์หาเหตุปัจจัยจากทั้ง 14 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกลุ่มตัวอย่างและอธิบายผลการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive explanation)

4. การวิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะด้วยการจัดหมวดหมู่ข้อมูลและการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) การแสดงความคิดเห็นของเกษตรกรที่มีผลต่อการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลเศรษฐกิจ สังคม 2) ความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ 3) ปัจจัยที่มีผลต่อความความหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 4) ปัญหา และข้อเสนอแนะในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม

ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 74.16) อายุเฉลี่ย 47.17 ปี กลุ่มตัวอย่างเกือบทั้งหมดสมรสแล้ว (ร้อยละ 94.38) สำเร็จการศึกษาในระดับประถม (ร้อยละ 48.31) เกษตรกรในหมู่บ้านแม่มะลอทั้งหมดเป็นชนเผ่ากะเหรี่ยง (ร้อยละ 100) มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.56 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.34 คน และมีพื้นที่ถือครองในการผลิตพืชเฉลี่ย 22.06 ไร่ อดีตเมื่อก่อนปี 2549 เกษตรกรมีระบบการผลิตพืชเชิงเดี่ยว (ข้าวโพด) โดยใช้พื้นที่เฉลี่ย 14.24 ไร่ ปลูกพืชหลักอื่น ๆ เช่น กะหล่ำ ข้าวนา และข้าวไร่ จำนวนพื้นที่เฉลี่ย 2.39 ไร่ และไม่ได้ปลูกพืชทางเลือก (ร้อยละ 50.56) ในปี พ.ศ. 2564 เกษตรกรปลูกพืชทางเลือกเพิ่มมากขึ้น เช่น หอมญี่ปุ่น มะเขือเทศ หัวไชเท้า และไม้ผล โดยใช้พื้นที่จำนวนเฉลี่ย 3.37 ไร่ มีรายได้เฉลี่ยต่อปีจากการปลูกพืชทางเลือก 109,674.16 บาท มีรายได้เฉลี่ยต่อปีรวมของครัวเรือน 209,537.08 บาท มีหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ย 150,595.51 บาท มีประสบการณ์ในการทำการเกษตรเฉลี่ย 24.78 ปี ส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งทางสังคม (ร้อยละ 83.15) ในช่วงปี พ.ศ. 2563 - 2564 พบว่าเกษตรกรมีการเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตพืชในรอบปีเฉลี่ย 1.22 ครั้ง ได้แก่ การผลิตพืชผักในโรงเรือน ผักนอกโรงเรือน การผลิตพืชผักในระบบทางการเกษตรกรที่ดี (GAP) และได้รับข้อมูลข่าวสารด้านเกษตรและการปลูกพืชทางเลือกในรอบปีเฉลี่ย 6.65 ครั้ง ผ่านทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงมากที่สุด (ร้อยละ 82.02)

ความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ผลการวิจัย พบว่า ความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.84) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ดังนี้ ความคาดหวังด้านเศรษฐกิจในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.93) (Table 1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่ทำให้มีรายได้มากขึ้นจากการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือก ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ Kalapad (2018) ได้ศึกษาเรื่อง ความคาดหวังของผู้ประกอบการร้านค้าที่เข้าร่วมโครงการบัตรสินเชื่อเกษตรกร พบว่า ความคาดหวังของผู้ประกอบการร้านค้าที่เข้าร่วมโครงการบัตรสินเชื่อเกษตรกรมีความคาดหวังในด้านรายได้และผลตอบแทนอยู่ในระดับมาก ความคาดหวังด้านสิ่งแวดล้อมในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.82) (Table 1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นลดการใช้พื้นที่ทำการเกษตรกรแต่ได้ผลผลิตมาก และความคาดหวังด้านสังคมในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.73) (Table 1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นมีหน่วยงานที่เข้ามาช่วยเหลือในการดูแลผลผลิตและจำหน่าย ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ Jaipunya *et al*. (2019) ได้ศึกษาเรื่อง ความคาดหวังของเกษตรกรต่อโครงการปลูกปาล์มน้ำมันของ สหกรณ์ปาล์มน้ำมันล้านนา จำกัด จังหวัดเชียงราย พบว่าเกษตรกรมีความคาดหวังด้านสังคมต่อโครงการปลูกปาล์มน้ำมันของสหกรณ์ปาล์มน้ำมันของ สหกรณ์ปาล์มน้ำมันล้านนา จำกัด จังหวัดเชียงรายอยู่ในระดับความคาดหวังปานกลาง

Table 1 The level of expectation in changing alternative crops to maize of farmers in Mae Malor Village, Mae Na Chon subdistrict, Mae Chaem district, Chiang Mai province

Expectations to modify alternative crops	$\bar{X}$	S.D.	Level of expectation
Economic	3.93	0.59	High
Social	3.73	0.50	High
Environmental	3.82	0.63	High
Total	**3.84**	**0.57**	**High**

Remarks: 4.51-5.00 = Highest 3.51-4.50 = High 2.51-3.50 = Moderate 1.51-2.50 = Low 1.0-1.50 = Lowest

ปัจจัยที่มีผลต่อความความหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์บนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ โดยการใช้สถิติวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกเข้า (enter multiple regression analysis) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (Phengsawat, 2010) ว่าตัวแปรอิสระใดมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเชิงลบกับตัวแปรตามและมีระดับความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใดการวิเคราะห์ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกตัวแปรอิสระจากการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมด 14 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา ชนเผ่า จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงานในครัวเรือน รายได้รวมในครัวเรือน จำนวนหนี้สินในครัวเรือน พื้นที่ถือครองในครัวเรือน ประสบการณ์ในการทำเกษตร การมีตำแหน่งทางสังคม การได้รับข้อมูลข่าวสารด้านเกษตรและการเข้าร่วมอบรมหรือศึกษาดูงานด้านการเกษตร เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระใดมีผลต่อความความหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและส่งผลในเชิงบวกหรือลบ

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมด 14 ตัวแปร มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม คือ ความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ร้อยละ 28.90 (R^2 = 0.289) และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาพรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 พบว่ามี 1 ตัวแปร ที่มีผลทางบวก คือ การมีตำแหน่งทางสังคม และตัวแปรอิสระที่มีผลต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาพรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่ามีทั้งหมด 2 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก คือ เพศ และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติในทางลบ คือ สถานภาพ (Table 2) ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

เพศ: เกษตรกรเพศชาย จะมีระดับความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกสูงกว่าเกษตรกรเพศหญิง อยู่ที่ 0.312 คะแนน อาจเนื่องมาจากเพศชายมีโอกาสในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากกว่าเพศหญิง โดยอาจเกิดจากความเชื่อมั่นในตนเองและความสามารถในการปรับตัวของเพศชายที่สูงกว่าเพศหญิง ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษาของ Jaipunya *et al.* (2019) พบว่า เกษตรกรเพศชายมีความคาดหวังต่อโครงการปลูกปาล์มน้ำมันของสหกรณ์ปาล์มน้ำมันล้านนา จำกัด จังหวัดเชียงราย

ตำแหน่งทางสังคม: เกษตรกรที่มีตำแหน่งทางสังคม จะมีระดับความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกสูงกว่าเกษตรกรที่ไม่มีตำแหน่งทางสังคม อยู่ที่ 0.485 คะแนน อาจเนื่องมาจากเกษตรกรที่มีตำแหน่งทางสังคมจะสามารถเป็นแบบอย่างที่ดีและเป็นแรงขับเคลื่อน ชี้นำให้กับเกษตรกรรายอื่นในหมู่บ้านที่จะหันมาปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือนและยกระดับคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น

สถานภาพ: เกษตรกรที่มีสถานภาพสมรสจะมีระดับความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกน้อยกว่าเกษตรกรที่มีสถานภาพโสด หม้าย และหย่าร้าง อยู่ที่ 0.422 คะแนน อาจเนื่องมาจากเกษตรกรที่มีสถานภาพโสด หย่าร้าง และเป็นหม้าย ทำให้การตัดสินใจในการปลูกพืชทางเลือกได้ง่ายขึ้น เพราะไม่มีปัจจัยอื่น ๆ ของคนในครอบครัวมาเป็นตัวแปรในการเลือกที่จะปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือก

Table 2 Analysis of the relationship between personal, socioeconomic factors and expectation of alternative plant cultivation instead of maize

Independent Variable	Dependent variable		
	Expect of alternative crop cultivation		
	B	t	Sig.
Gender	0.312	2.550	0.013*
Age	0.007	0.586	0.560
Status	-0.422	-2.476	0.016*
Education	0.065	0.481	0.632
Tribal	-0.038	-0.267	0.790
No. of family members	-0.048	-0.959	0.341
No. of household workforce	0.042	0.419	0.677
Family income	-8.886E-07	-1.875	0.065
Family Debt	3.660E-07	0.885	0.379
Farming area	0.002	0.230	0.819
Experience in farming	-0.014	-1.613	0.111
Social position	0.485	3.124	0.003**
Receiving information on agricultural	0.239	1.816	0.073
Joining training on agricultural	0.152	1.207	0.231
Constant	4.650	6.449	0.000
R^2 = 0.289 (28.90%) F = 3.381 Sig. F = 0.000**			

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

ปัญหา และข้อเสนอแนะในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรพบปัญหาหลักในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3 ประเด็นคือ 1) ด้านการส่งเสริม คือ เจ้าหน้าที่โครงการที่เข้ามาส่งเสริมไม่เพียงพอ และการจัดทำแปลงสาธิตต้นแบบของเกษตรกรผู้นำยังมีน้อย 2) ด้านการผลิต การปลูกพืชทางเลือกต้องใช้เงินลงทุนสูงในการปลูกพืชทางเลือก และขั้นตอนการผลิตพืชทางเลือกที่ละเอียดและใช้ความประณีต เกษตรบางรายยังคุ้นเคยกับการทำเกษตรแบบดั้งเดิมที่ไม่ใช้ความละเอียดและประณีตรวมถึงความยุ่งยากของขั้นตอนการผลิต 3) ด้านการตลาด แหล่งรวบรวมผลผลิตอยู่ไกล เนื่องจากที่ตั้งของหมู่บ้านแม่มะลออยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จึงยากต่อการปรับปรุงโครงพื้นฐานการคมนาคมให้สะดวก และหมู่บ้านยังอยู่ห่างไกลจากชุมชนอื่น มีเส้นทางเข้าออกเพียงทางเดียว ในช่วงฤดูฝนทำให้การสัญจรลำบาก เกษตรกรจึงเลือกปลูกพืชที่ให้ผลผลิตในช่วงฤดูแล้งเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายแก่ผลผลิตให้การขนส่ง

นอกจากนี้ พบว่า เกษตรกรได้ให้ข้อเสนอแนะกับปัญหาดังกล่าวว่า ควรเพิ่มอัตรากำลังของเจ้าหน้าที่ให้มากขึ้นเพื่อเพียงพอต่องานส่งเสริมและการเข้าติดตามแปลงของเกษตรกรที่หันมาปลูกพืชทางเลือก เนื่องจากปัจจุบันเจ้าหน้าที่มีพื้นที่ปฏิบัติงานที่มากและกระจัดกระจายในหลายพื้นที่ทำให้การติดตามล่าช้าและเจ้าหน้าที่ไม่สามารถติดตามแปลงให้ทั่วถึงได้ทุกแปลง ทำให้การส่งเสริมขาดความต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อแผนการส่งมอบกับตลาด รวมถึงตลาดรับซื้อในพื้นที่ยังมีน้อยทำให้ขาดความเชื่อมั่นทางด้านการตลาด

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า เกษตรกรมีความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.84) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านเศรษฐกิจในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.93) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่ทำให้มีรายได้มากขึ้นจากการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือก (ค่าเฉลี่ย 4.64) ด้านสิ่งแวดล้อมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.82) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นลดการใช้พื้นที่ทำการเกษตรกรแต่ได้ผลผลิตมาก (ค่าเฉลี่ย 4.03) ด้านสังคมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.73) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นมีหน่วยงานที่เข้ามาช่วยเหลือในการดูแลผลผลิตและจำหน่าย (ค่าเฉลี่ย 3.80)

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรบ้านแม่มะลอ คือ เพศ การมีตำแหน่งสถานภาพทางสังคม และสถานภาพ โดยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 การมีตำแหน่งทางสังคมให้ผลทางบวก ขณะที่ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่า มีทั้งหมด 2 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก คือ เพศ และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติในทางลบ คือ สถานภาพในด้านปัญหาในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือก 3 ประเด็น คือ 1) ด้านการส่งเสริม คือ เจ้าหน้าที่โครงการที่เข้ามาส่งเสริมไม่เพียงพอ 2) ด้านการผลิต การปลูกพืชทางเลือกต้องใช้เงินลงทุนสูง 3) ด้านการตลาด แหล่งรวบรวมผลผลิตอยู่ไกลจากตลาดรับซื้อ เนื่องจากที่ตั้งของหมู่บ้านแม่มะลออยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จึงยากต่อการปรับปรุงโครงพื้นฐานการคมนาคมให้สะดวก โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนการสัญจรจะลำบาก

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการมีตำแหน่งทางสังคมมีความสัมพันธ์ต่อความคาดหวังในการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชทางเลือก ดังนั้น ทางหน่วยงานหรือเจ้าหน้าที่ควรเน้นการส่งเสริมการปลูกทางเลือกให้กับเกษตรกรที่มีตำแหน่งทางสังคมก่อนเพื่อพัฒนาให้เป็นเกษตรกรต้นแบบและเป็นตัวอย่างให้กับเกษตรกรรายอื่น ๆ

จากผลการวิจัยปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรยังพบว่า เกษตรกรต้องการให้เจ้าหน้าที่มาตรวจเยี่ยมแปลงส่งเสริมบ่อยขึ้นและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด เพื่อสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น โรคและแมลงได้ทันเวลา และควรเพิ่มอัตรากำลังของเจ้าหน้าที่ให้มากขึ้นเพียงพอต่องานส่งเสริม และเป็นการสร้างความมั่นใจให้กับเกษตรกรมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Department of Agriculture. 2020. Technology for Field maize production. Available: https://www.doa.go.th/fcri/wp-content/uploads/ 2020/ tachno/ E- Book- 4. pdf (August 29, 2021). [in Thai]

Highland Research and Development Institute (Public Organization). 2021. Royal Project-style highland development area: Basic information of the Mae Malo highland development project, Mae Na Chon subdistrict, Mae Chaem district, Chiang Mai province [Online system]. Available: https://www.hrdi.or.th/AreaOfOperations/ExpansionRoyalProject. (July 29, 2021). [in Thai]

Jaipunya, K., W. Intaruccomporn and S. Sreshthaputra. 2019. Farmers' expectations on oil palm plantations project of lanna oil palm cooperative Ltd. in Chiang Rai province.

Journal of Agricultural Research and Extension 36(1): 95-103.

Kalapad, K. 2018. Private Shops' Expectation and Satisfaction in Participating Farmer Loan Card, Chiang Mai province. Master of Science in Agribusiness Independent Study, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. [in Thai]

Land Development Department. 2021. Economic crop land use zones. Available: https://webapp.ldd.go.th/lpd/node_modules/img/Download/ zonmap/ zonmap1/ mize. pdf (September 16, 2021). [in Thai]

Likert, R. 1961. New Patterns of Management. New York: McGraw-Hill.

Nakhon Phing Energy Research and Development Institute, Chiang Mai University. 2017. Mae Chaem Model: A Sustainable Forest Management Prototype to Solve Chiang Mai's Haze Problem. Available: https://www.igreenstory.co/maejammodel. (September 16, 2021). [in Thai]

Nuntawan, C. and Indi, P. 2021. Spotlight on Mae Chaem's feed maize. Available: https://www.greennews.agency/?p=22969. (September 16, 2021). [in Thai]

Office of Agricultural Economics. 2018. Agricultural statistics of Thailand, 2018. Printing House of the National Office of Buddhism, Bangkok. [in Thai]

Phengsawat, W. 2010. Applied statistics for social science research. Suveeriyasan, Bangkok. [in Thai]

Siriwan, W., Jimenez, J., Hemniam, N., Saokham, K., Lopez-Alvarez, D., Leiva, A. M., and Cuellar, W. J. 2020. Surveillance and diagnostics of the emergent Sri Lankan cassava mosaic virus (Fam. Geminiviridae) in Southeast Asia. Virus Research 285: 197959.

Yamane, T. 1973. Statistics: An introductory analysis. 3rd ed. Harper and Row, New York.

ความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี GAP ของเกษตรกร อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

Farmers' Need of Sweet Corn Planting Under Good Agricultural Practices GAP in Fang District, Chiang Mai Province

ศิราณี ชุมภูวงศ์ พุฒิสรรค์ เครือคำ นคเรศ รังควัต และปิยะ พละปัญญา*

Sirani Chumphuwong Phutthisun Kruekum 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: piya.imagine@gmail.com

(Received: 8 August 2023; Revised: 16 October 2023; Accepted: 18 October 2023)

Abstract

This study was conducted to investigate 1) Socioeconomic attributes, level of knowledge and needs for sweet corn production under good agriculture practice of farmers, 2) factors effecting need for sweet corn production of the farmers, 3) problems encountered and suggestions about the sweet corn production. An interview schedule was used for data collection corn conducted with 274 farmers growing sweet corn in Fang district, Chiang Mai province. Obtained data were analyzed by using descriptive and inferential statistics.

Results of the study revealed that most of the informants (74.40%) were male, 45.39 years old on overage, married and elementary school graduates. They had 3.45 household member and 1.93 household workforce on average. The informants had on average monthly income of 14,307 baht but they had on average household debt of 108,472.76 baht/year/household. They had 14.16 years of experience in farming under good agriculture practice and most of them did not have any social position (87.9%). The informants attended training/ educational trip 1.80 time a year and contacted the agricultural extension worker 1.40 time a year. They perceived Information through word of mouth (75.50%). As a whole, the information needed for sweet corn production under good agriculture practice at a high level ($\overline{X}$ = 3.95). The following were factors affecting the needs for sweet corn production: age, several household members, household income, household debt, agriculture extension worker contact, channel of information perception and knowledge about good agriculture practice. Besides, it was found that contamination of hazardous substances in agriculture and marketing were the main problems encountered. The informants were willing to be encouraged to form a group for negotiation power and marketing by concerned public/ private agencies.

Keywords: Needs, good agriculture practice, farmers

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม ระดับความรู้ ความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) และปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ตลอดจนปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวโพดหวาน ของเกษตรกรอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวานจำนวน 274 ราย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน

ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละ 74.40 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 45.39 ปี ร้อยละ 59.50 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 41.60 มีการศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.45 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 1.93 คน รายได้ในครัวเรือนเฉลี่ย 14,307 บาท/เดือน พื้นที่ถือครองเฉลี่ย 3.50 จำนวนหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ย 108,472.76 บาท/ครัวเรือน มีประสบการณ์ทำการเกษตรเฉลี่ย 14.16 ปี ประสบการณ์ทำเกษตร GAP เฉลี่ย 3.06 ปี ประสบการณ์อบรม/ดูงานเฉลี่ย 1.80 ครั้ง/ปี มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่เฉลี่ย 1.40 ครั้ง/ปี ส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งในสังคม (ร้อยละ 87.9) รับรู้ข่าวสารจากการพูดคุย/บอกเล่า (ร้อยละ 75.50) เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ GAP อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 58.37) โดยมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ด้านภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.95) สำหรับปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ได้แก่ อายุ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน รายได้รวมในครัวเรือน จำนวนหนี้สินในครัวเรือน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริม จำนวนพื้นที่ถือครอง ช่องทางการรับรู้ข่าวสาร และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ทั้งนี้ยังพบว่า การปนเปื้อนวัตถุอันตรายทางการเกษตรและการตลาดเป็นปัญหาและอุปสรรคที่ในการทำการเกษตรที่ดี หากมีหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนเข้ามาสนับสนุนการรวมกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวานทำให้มีอำนาจต่อรองราคากับพ่อค้าคนกลางหรือจัดหาแหล่งจำหน่ายผลผลิตที่ได้รับราคาที่ยุติธรรม เกษตรกรส่วนใหญ่ก็พร้อมที่จะปฏิบัติตาม

คำสำคัญ: ความต้องการ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เกษตรกร

คำนำ

ปัจจุบันประชากรทั่วโลกให้ความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัยด้านอาหารมากขึ้น เพื่อให้มั่นใจในสิ่งที่บริโภคนั้นไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพร่างกาย เกษตรปลอดภัยจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีในการบริโภคประเทศไทยได้นำข้อกำหนดของสมาพันธ์การค้าปลีกในตลาดยุโรปที่เรียกว่า “EUREP-GAP (Euro Retailer Produce Working Group - GAP)” ประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน เรียกว่าการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agriculture Practices; GAP) (Food Institute, 2021) มุ่งให้เกิดกระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย ปลอดจากศัตรูพืชและคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ประกอบด้วยข้อกำหนดเรื่องแหล่งน้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเก็บรักษาและขนย้ายผลิตผลภายในแปลง การบันทึกข้อมูล การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลคุณภาพและการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว โดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการตรวจรับรองระบบการจัดการคุณภาพ (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2013)

ข้าวโพดหวานจัดเป็นพืชที่สำคัญในกลุ่มของข้าวโพดฝักสดที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีและยังเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ข้าวโพดหวานยังเป็นพืชที่สามารถบริโภคฝักสดและแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหาร อีกทั้งยังมีการส่งออกเป็นอันดับ 1 ของโลกอีกด้วย (Longtunman, 2023) ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวโพดหวาน (Good Agriculture Practices for Sweet Corn) ขึ้นมาเพื่อสร้างความมั่นใจแก่ผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ

ปัจจุบันประเทศไทยได้รับผลกระทบจากภาวะเศรษฐกิจตกต่ำและผลกระทบจากโรคระบาดโควิด-19 ทำให้ประชาชนตกงาน รวมไปถึงสินค้าทางการเกษตรตกต่ำทำให้เกษตรกรขาดทุนเกินหนี้ครัวเรือนเพิ่มขึ้น พื้นที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีการปลูกข้าวโพดหวานอย่างแพร่หลายและเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวานได้รับผลกระทบเช่นกัน เกษตรกรปลูกข้าวโพดหวานแล้วไม่มีตลาดรองรับ พ่อค้าเข้ามาส่งเสริมปลูกแล้วไม่รับซื้อ ข้าวโพดหวานล้นตลาด โรงงานไม่รับซื้อในปริมาณที่จำกัด รวมไปถึงต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นสวนทางกับราคาขายผลผลิตที่ราคาตกต่ำ ทำให้เกษตรกรเกิดภาวะขาดทุน จากการศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวาน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าเกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในการจัดการแปลงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นแต่ผลผลิตกลับไม่ได้คุณภาพกระทบถึงราคาขายผลผลิต ราคาถูกกว่าผลผลิตที่มีคุณภาพดี เพื่อที่จะได้ผลผลิตที่มีคุณภาพต้องเริ่มต้นที่เพิ่มประสิทธิภาพให้แก่เกษตรกร (Phangkhamrak and Chuenkhwan, 2021)

ดังนั้นการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี มีการดูแลรักษาแปลงปลูกมีวิธีปฏิบัติตามข้อกำหนด จะช่วยลดต้นทุนการผลผลิตและเป็นการยกระดับของผลผลิต ให้มีความปลอดภัย ผู้บริโภคเชื่อมั่นในผลผลิตที่มีคุณภาพได้มาตรฐานก็จะทำให้มูลค่าของผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ จึงศึกษาความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางให้ภาครัฐหรือภาคเอกชนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้การกำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

สถานที่ ประชากร และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวาน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ จากการชี้นำของผู้ใหญ่บ้านแต่ละหมู่บ้าน กำหนดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความคลาดเคลื่อนที่ 0.05 ซึ่งมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 720 ราย ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยครั้งนี้จำนวน 257 ราย โดยสุ่มตัวอย่างเกษตรกรใน 8 ตำบล ได้แก่ ตำบลเวียง ตำบลโป่งน้ำร้อน ตำบลม่อนปิ่น ตำบลแม่สูน ตำบลสันทราย ตำบลแม่คะ ตำบลแม่งอน และตำบลแม่ข่า อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยสุ่มตัวอย่างเป็นสัดส่วน (proportional stratified sampling) (Niyomangkul, 1998) และจากนั้นใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างง่าย (simple random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก และใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการจับฉลาก (Srirattana *et al*., 2021) โดยจำนวนตัวอย่างแต่ละตำบล (Table 1)

Table 1 The proportion of the sample numbers of each sub-district

District	Number of villages	Number of samples
Wiang	121	44
Mon Pin	91	32
Mae Ngon	91	32
Mae Sun	103	37
San Sai	103	37
Mae Kha	91	32
Mae KA	78	28
Pongnamron	42	15
Total	720	257

เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ และลักษณะทางสังคม โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบคำถามปลายเปิด (open-ended) และปลายปิด (close-ended)

ตอนที่ 2 ความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการทำเกษตรในระบบเกษตรที่ดีและกิจกรรมการส่งเสริมการทำเกษตรในระบบเกษตรที่ดีสำหรับข้าวโพดหวาน โดยใช้แบบสอบถามเป็นคำถามแบบปรนัย

ตอนที่ 3 เกี่ยวกับความต้องการในการส่งเสริมปลูกข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวโพดหวาน โดยแบบสอบถามจะใช้คำถามปลายปิด (close-ended question)

ตอนที่ 4 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะของเกษตรกร เกี่ยวกับการผลิตข้าวโพดหวานระบบเกษตรที่ดี โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบคำถามปลายเปิด (open-ended question)

การทดสอบเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเครื่องมือ ดังนี้

1. การทดสอบความเที่ยงตรง (validity) ของเครื่องมือในการทดสอบความตรงของเนื้อหา (content validity) และความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ในแบบสัมภาษณ์ โดยมีประธานที่ปรึกษาคณะกรรมการและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า ค่า IOC = 0.85

2. ความเชื่อมั่น (reliability) โดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการแก้ไขแล้วไปทดสอบกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวาน อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงในการวิจัย จำนวน 30 คน แล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือมีลักษณะเชื่อถือได้เพียงใด โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) พบว่า ตัวแปรด้านแหล่งน้ำ Alpha coefficient = 0.879 ตัวแปรด้านพื้นที่ปลูก Alpha coefficient = 0.898 ตัวแปรด้านการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร Alpha coefficient = 0.895 ตัวแปรด้านการจัดการคุณภาพในกระบวนการการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว Alpha coefficient = 0.940 ตัวแปรด้านการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว Alpha coefficient = 0.905 ตัวแปรด้านการพักผลผลิตและการขนย้ายในแปลงปลูก Alpha coefficient = 0.892 ตัวแปรด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล Alpha coefficient = 0.912 และตัวแปรด้านการบันทึกข้อมูล Alpha coefficient = 0.918

3. ตรวจสอบความยากง่ายของแบบทดสอบความรู้ (difficulty) เพื่อพิจารณาระดับความยากง่ายของข้อคำถาม ข้อคำถาม 25 ข้อ นำไปทดสอบกับเกษตรกรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงในการวิจัย ตัดข้อที่ยากและง่ายเกินไป 5 ข้อ คงเหลือ 20 ข้อ

4. การตรวจสอบอำนาจการจำแนก (discrimination) เพื่อการตรวจสอบอำนาจในการจำแนกข้อคำถามวัดความรู้ที่จะสามารถนำไปใช้ได้กับเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสังคมศาสตร์สำเร็จรูปทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (description statistics) ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ และลักษณะทางสังคม ประกอบด้วย ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการทดสอบความรู้ใช้ช่วงคะแนนระดับความรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ความรู้น้อย ความรู้ปานกลาง และความรู้มาก โดยแบ่งช่วงคะแนน ดังนี้ (Sirinansa, 2023)

0 - 7 คะแนน	หมายถึง	เกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับน้อย
8 - 14 คะแนน	หมายถึง	เกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง
15 - 20 คะแนน	หมายถึง	เกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับมาก

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistic) โดยผู้วิจัยใช้ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) ด้วยวิธี Stepwise (Sakunpong *et al*., 2022) ในการวิเคราะห์ระดับความต้องการที่ส่งผลต่อการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) สำหรับข้าวโพดหวานของเกษตรกรอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยระดับความต้องการคำนวณหาน้ำหนักค่าเฉลี่ยเพื่อตีความหมายให้เป็น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามเกณฑ์ที่กำหนด (Srirattana *et al*., 2021) โดยมีค่าช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย	ระดับของความต้องการ
4.51 - 5.00 หมายถึง	มีความต้องการระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50 หมายถึง	มีความต้องการระดับมาก
2.51 - 3.50 หมายถึง	มีความต้องการระดับปานกลาง
1.51 - 2.50 หมายถึง	มีความต้องการระดับน้อย
1.00 - 1.50 หมายถึง	มีความต้องการระดับน้อยที่สุด

3. การวิเคราะห์เนื้อหาเชิงเหตุผล (rationale content analysis) (Wangsay *et al*., 2022) วิเคราะห์ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 5 ประเด็นหลัก ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ ลักษณะทางสังคม ระดับความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรเกี่ยวกับการทำเกษตรในระบบเกษตรที่ดีและกิจกรรมการส่งเสริมการทำเกษตรในระบบเกษตรที่ดีสำหรับข้าวโพดหวาน ระดับความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ในภาพรวม และปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ และลักษณะทางสังคม

ผลการศึกษากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวาน จำนวน 274 ราย ส่วนใหญ่เป็นร้อยละ 74.40 เพศชาย อายุเฉลี่ย 45.39 ปี ร้อยละ 41.60 มีระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 59.50 มีสถานภาพสมรส มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.45 คน หรือประมาณ 4 คน มีรายได้รวมในครัวเรือนเฉลี่ย 14,307 บาท/เดือน ซึ่งเป็นรายได้ที่มาจากการทำการเกษตรเฉลี่ย 9,540.88 บาท/เดือน รายได้จากแหล่งอื่นเฉลี่ย 4,031.52 บาท/เดือน มีหนี้สินเฉลี่ย 108,472.76บาท/ครัวเรือน มีแรงงานทำการเกษตรในครัวเรือนเฉลี่ย 1.93 คนหรือประมาณ 2 คน มีจำนวนพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 3.5 ไร่ (3 ไร่ 2 งาน) แบ่งเป็นที่อยู่อาศัยเฉลี่ย 0.43 ไร่ (1.72 งาน) และพื้นที่ทำเกษตรกรรมเฉลี่ย 2.94 ไร่ (2 ไร่ 3 งาน 76 ตารางวา) มีประสบการณ์ทำการเกษตรเฉลี่ย 14.16 ปี มีประสบการณ์ในการทำเกษตรที่ดี (GAP) เฉลี่ย 3.06 ปี เข้ารับการอบรมและดูงานด้านการทำเกษตรที่ดี (GAP) เฉลี่ย 1.8 ครั้ง/ปีหรือประมาณปีละ 2 ครั้ง มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 1.40 ครั้ง/ปีหรือปีละ 1 ครั้ง เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งในสังคม คิดเป็นร้อยละ 87.50 และเกษตรกรได้รับข่าวสารทางการเกษตรจากการพูดคุยหรือคำบอกเล่าจากคนรู้จักร้อยละ 75.50 เพราะเป็นการสื่อสารที่รวดเร็วและเข้าใจได้ง่าย (Table 2)

Table 2 Information about basic personal characteristics Economic characteristics and social characteristics

Variable	$\bar{X}$	S.D.
Gender (1 = male, 0 = female)	-	.436
Age (years)	45.39	13.707
Education level (1 = higher Voc. Cert., 0 = lower Voc. Cert.)	-	1.106
Marital status (1 = married, 0 = other)	-	.970
Family member (number)	3.45	1.690
Income earned from farming (bath/month)	14307.00	23841.912
Number of labors (number)	1.93	.979
Number of land (rai)	3.5	13.652
Invest for farming (bath/year)	108472.76	295975.983
Agricultural experience (year)	14.16	13.096
Experience GAP (year)	3.06	5.145
Training experience GAP (year)	1.80	3.112
Staff contact (number)	1.40	2.321
Social position	0.11	.545
Channels of information perception (number)	1.1373	1.64767

ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

จาก Table 3 พบว่า ระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ทั้ง 8 ด้าน ของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 58.37) มีระดับความรู้ระดับปานกลาง และที่เหลือมีระดับความรู้ระดับน้อย (ร้อยละ 41.63) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรมีการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและได้รับการฝึกอบรมความรู้เรื่องมาตรฐานการปฏิบัติการเกษตรที่ดีสำหรับพืชมาแล้ว ซึ่งผลการวิจัยแตกต่างกับงานวิจัยของ Wihala *et al.* (2021) ที่ศึกษาเรื่องการปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ที่พบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงอยู่ในระดับมากเช่นกัน เป็นที่น่าสังเกตว่ากลุ่มประชากรต่างพื้นที่กันและปลูกพืชต่างชนิดกันอาจมีความเป็นไปได้ที่จะมีความรู้ความเข้าใจเรื่องการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) แตกต่างกัน

Table 3 Level of Knowledge about the requirements for good agricultural practices for sweet corn (GAP) of farmers in Fang district, Chiang Mai province

(n=257)

Level of Knowledge	Number (people)	Percentage
Little knowledge (0-9 score)	107	41.63
Medium knowledge (10-17 score)	150	58.37
Very knowledgeable (18-20 score)	0	0.00

ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ในภาพรวม

จากการวิจัย พบว่า ความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.95) โดยจัดลำดับความสำคัญได้ดังนี้ คือ ด้านการพักผลผลิตและการขนย้ายในแปลงปลูก เกษตรกรให้ความสำคัญมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.09) รองลงมาคือ ด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล ด้านแหล่งน้ำ ด้านพื้นที่ปลูก ด้านการบันทึกข้อมูล ด้านการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ด้านจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยวและด้านการเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.05 3.94 3.94 3.93 3.90 3.90 และ 3.86) ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Overall demand for sweet corn production according to Good Agricultural Practices (GAP) standards

Sweet corn production in accordance with Good Agricultural Practices (GAP)	$\bar{X}$	SD	Description
Water source	3.94	1.055	High
Planting area	3.94	1.055	High
Use of pesticides in agriculture	3.90	1.141	High
Quality management in pre-harvest production process	3.90	1.141	High
Harvesting and post-harvest practices	3.86	1.118	High
Product resting and transporting in the planting fields	4.09	1.075	High
Personal hygiene	4.05	1.535	High
Data recording	3.93	1.126	High
Total	**3.95**	**1.156**	High

ข้อมูลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) สำหรับข้าวโพดหวานของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุ พบว่า ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับระดับความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดี (GAP) ด้านภาพรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F value = 39.255) ทั้งหมด 8 ตัวแปร คือ อายุ จำนวนสมาชิกในครอบครัว รายได้รวมในครัวเรือน จำนวนพื้นที่ถือครอง จำนวนหนี้สินในครัวเรือน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริม การรับรู้ข่าวสาร และความรู้ความเข้าใจ GAP สำหรับการปลูกข้าวโพดหวาน โดยตัวแปรสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม หรือระดับความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดี (GAP) ด้านภาพรวมได้ร้อยละ 55.90 (R^2 = 0.559) (Table 5)

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อระดับความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดี (GAP) ด้านภาพรวมจำนวน 8 ปัจจัย กล่าวคือ อายุ จำนวนสมาชิกในครอบครัว รายได้รวมในครัวเรือน จำนวนหนี้สินในครัวเรือน และการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริม มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดี (GAP) ด้านภาพรวม นั้นคือ เกษตรกรที่มีอายุน้อยเป็นครอบครัวขนาดเล็กรายได้รวมของเกษตรกรมีจำนวนน้อย มีหนี้สินภายในครัวเรือน และเกษตรกรไม่ได้ติดต่อกับ

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมนั้นมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดี (GAP) ด้านภาพรวม ส่วนปัจจัยด้าน จำนวนพื้นที่ถือครอง การรับรู้ข่าวสารและความรู้เกี่ยวกับ GAP นั้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดี (GAP) ด้านภาพรวม นั้นคือ เกษตรกรที่มีพื้นที่ถือครองและได้รับข้อมูลข่าวสารทางการเกษตรผ่านสื่อชนิดต่าง ๆ ทำให้เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับ GAP มากขึ้นทำให้มีความต้องการที่จะปลูกข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดีมากขึ้นตามไปด้วย โดยสามารถอธิบายตัวแปรทั้ง 8 ตัวแปร ได้ดังนี้

1. อายุของเกษตรกร อธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรมีอายุเพิ่มขึ้น 1 ปี มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร ลดลง -0.145 คะแนน หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อเกษตรกรอายุเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Wijit *et al*. (2019) ที่ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอายุประชากรภาคเกษตรและประสิทธิภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย พบว่า อายุที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพของการผลิตลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อคนเรามีอายุเพิ่มขึ้นทำให้ความกระฉับกระเฉงของร่างกายและพละกำลังลดถอยลง ซึ่งการทำการเกษตรต้องใช้พละกำลังมากพอสมควร จึงทำให้เกษตรกรที่มีอายุมากจึงมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ลดลงนั่นเอง

2. จำนวนสมาชิกในครอบครัว อธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วจำนวนสมาชิกในครอบครัวที่เพิ่มขึ้น 1 คน มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร ลดลง -0.252 คะแนน หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อมีจำนวนสมาชิกในครอบครัวเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ลดลง โดยทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการมีสมาชิกในครอบครัวเพิ่มขึ้นทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ดังนั้นเกษตรกรย่อมมีการหารายได้เพิ่มขึ้นและใช้เวลาในการหารายได้เพิ่มขึ้นซึ่งอาจจะเป็นการทำการเกษตรแบบไม่คำนึงถึงการปฏิบัติตามระบบมาตรฐานการเกษตรที่ดี (GAP) ก็เป็นได้ ซึ่งตรงกันข้ามกับผลการศึกษาของ Wihala *et al*. (2021) ที่ศึกษาเรื่องการปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า จำนวนสมาชิกในครอบครัวเพิ่มขึ้นส่งผลให้เกษตรกรมีการปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีเพิ่มขึ้น

3. รายได้รวมในครัวเรือน อธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วรายได้รวมในครัวเรือนที่เพิ่มขึ้น 1,000 บาท/เดือน มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร ลดลง -0.244 บาท หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อรายได้รวมในครัวเรือนเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ลดลง ทั้งนี้รายได้รวมในครัวเรือนเป็นรายได้ที่ได้นอกเหนือจากการทำการเกษตรและรายได้ที่ได้จากการทำการเกษตรด้วย ซึ่งรายได้รวมเฉลี่ย 14,307 บาท/ปี ซึ่งเป็นรายได้ที่ไม่สูงนัก เมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Boonyawantang and Worrapimphong (2018) ที่ศึกษาเรื่องการยอมรับการผลิตข้าวโพดหวานตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) ของเกษตรกรอำเภอท่าแพ จังหวัดสตูล ที่พบว่า เกษตรกรมีรายได้จากภาคเกษตรเฉลี่ย 64,310.61 บาท/ปี และมีรายได้เฉลี่ยจากการปลูกข้าวโพดหวานเฉลี่ย 14,102.27 บาท/ปี ดังนั้น เมื่อรายได้รวมในครัวเรือนที่เพิ่มขึ้นเกิดจากรายได้นอกเหนือจากการปลูกข้าวโพดหวาน ทำให้เกษตรกรมีความต้องการปลูกข้าวโพดหวานลดลง

4. จำนวนหนี้สินในครัวเรือน อธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วจำนวนหนี้สินในครัวเรือนที่เพิ่มขึ้น 1,000 บาท/เดือน มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรลดลง -0.163 บาท หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อจำนวนหนี้สินในครัวเรือนเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวาน

มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ลดลง ด้วยในยุคปัจจุบันค่าครองชีพสูงขึ้นทำให้ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในครัวเรือนสูงขึ้นตามไปด้วย ด้วยรายได้ของเกษตรกรจากการปลูกข้าวโพดหลายครอบครัวอยาจจะไม่เพียงพอและทันต่อสถานการณ์การใช้จ่าย ซึ่งอาจจะทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องไปหยิบยืมจากแหล่งทุนต่าง ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bowsuwan *et al*. (2021) เรื่องปัญหาหนี้สินของเกษตรกรไทย พบว่า ปัญหาหนี้สินของเกษตรกรไทยมีสาเหตุหลักมาจากพฤติกรรมการดำรงชีวิตที่เป็นไปในทิศทางวัตถุนิยมตามกระแสสังคม และการทำการเกษตรเชิงเดี่ยวเพื่อการพาณิชย์

5. การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร อธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมที่เพิ่มขึ้น 1 ครั้ง/ปี มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรลดลง -0.248 ครั้ง หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อการติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเพิ่มขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ลดลง ซึ่งจากการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ พบว่า เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการติดตามผลการแก้ไขปัญหาให้คำแนะนำแก่เกษตรกรไปบ่อยครั้ง ทำให้เกษตรกรมีความเกรงใจด้วยในบางครั้งแต่ก็ยังไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำนั้นหรือปฏิบัติยังไม่ครบถ้วน จึงอาจเป็นสาเหตุให้เกษตรกรไม่อยากผลิตข้าวโพดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ก็เป็นได้ ซึ่งการศึกษาของ Kruekum *et al*. (2020) เรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความคาดหวังต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอสันทรายจังหวัดเชียงใหม่ กล่าวว่า เกษตรกรมีความคาดหวังต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นเจ้าหน้าที่ส่งเสริมต้องปรับวิธีการหรือกลยุทธ์ในการส่งเสริมให้ความรู้การผลิตข้าวโพดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีอย่างเหมาะสมตามยุคสมัย

6. จำนวนพื้นที่ถือครอง อธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วจำนวนพื้นที่ถือครองที่เพิ่มขึ้น 1 ไร่ มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น 0.451 ไร่ หรืออาจกล่าวได้ว่า เมื่อจำนวนพื้นที่ถือครองเพิ่มขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) เพิ่มขึ้น เนื่องด้วยการมีพื้นที่เพิ่มขึ้นย่อมทำให้มีพื้นที่ในการปลูกข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้นนั่นเอง ทั้งนี้ผลการศึกษายังสอดรับกับความต้องการขยายพื้นที่ปลูกข้าวโพดของบริษัท ซันสวีท จำกัด (มหาชน) ที่ขยายพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานจำนวน 1,074 ไร่ ในอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (Prachachat Business, 2022)

7. การรับรู้ข่าวสาร อธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วการรับรู้ข่าวสารที่เพิ่มขึ้น 1 ช่องทาง มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น 0.208 ช่องทาง หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อช่องทางการรับรู้ข่าวสารที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) เพิ่มขึ้น ด้วยยุคปัจจุบันการรับข้อมูลข่าวสารสามารถทำได้หลากหลายช่องทาง ซึ่งรวดเร็ว ชัดเจน มากกว่าสมัยก่อน ทำให้การค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวโพดหวานสามารถทำได้ง่าย นอกจากนี้การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือประสบการณ์การผลิตข้าวโพดหวานกับเครือข่ายผู้ปลูกข้าวโพดหวานสามารถทำได้ง่ายเช่นกัน ตัวอย่างเช่น ช่องทางการรับรู้ข่าวสารทางอินเตอร์เน็ต โดยผ่านแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น เฟสบุ๊ค ไลน์ ยูทูป และติ๊กต๊อก เป็นต้น ซึ่งสนับสนุนงานวิจัยของ Wongraknggan *et al*. (2020) ที่ศึกษาเรื่องการส่งเสริมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ด้านการเกษตรของเกษตรกร ตำบลมิตรภาพ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา กล่าวว่า เกษตรกรต้องการช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ คือ ยูทูป เฟสบุ๊ค เว็บไซต์ และไลน์ ในรูปแบบสื่อวีดีโอ สื่อข้อความ สื่อภาพ และสื่อเสียง

8. ความรู้ความเข้าใจ GAP สำหรับการปลูกข้าวโพดหวาน อธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วความรู้ความเข้าใจ GAP สำหรับการปลูกข้าวโพดหวานที่

เพิ่มขึ้น 1 ระดับ มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น 0.310 ระดับ หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อมีความรู้ความเข้าใจ GAP สำหรับการปลูกข้าวโพดหวานที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Boonyawantang and Worrapimphong (2018) ที่ได้ศึกษาเรื่องการยอมรับการผลิตข้าวโพดหวานตามระบบเกษตรที่ดีเหมาะสม (GAP) ของเกษตรกร อำเภอท่าแพ จังหวัดสตูล พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ต่อการยอมรับการผลิตข้าวโพดหวานตามระบบ GAP คือ อายุ และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการผลิตข้าวโพดหวานตามระบบ GAP ซึ่งการมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องจะทำให้การผลิตข้าวโพดหวานเป็นไปตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) เสมอ ๆ

ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP)

เกษตรกรมีปัญหาและอุปสรรคเรื่องวัตถุอันตรายทางการเกษตร เนื่องจากพื้นที่ข้างเคียงมีการปลูกพืชหลายชนิด และมีการใช้วัตถุอันตรายที่หลากหลาย ซึ่งเกษตรกรไม่สามารถควบคุมได้จึงอาจทำให้มีการปนเปื้อนจากแปลงข้างเคียง ดังนั้นจึงเสนอแนะวิธีแก้ไขปัญหา คือ อาจชักชวนเกษตรกรที่ปลูกพืชอื่น ๆ มาผลิตพืช GAP ร่วมกัน โดยอธิบายถึงประโยชน์ที่จะได้รับ เช่น ประโยชน์ด้านสุขภาพ ประโยชน์ด้านทรัพยากรดินและน้ำ เป็นต้น สำหรับปัญหาและอุปสรรคเรื่องราคาผลผลิต เนื่องจากการผลิตตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี GAP มีต้นทุนการผลิต และการจัดการที่เพิ่มขึ้น แต่ราคาจำหน่ายเท่ากับการปลูกแบบทั่วไป วิธีแก้ไขปัญหา คือ การรวมกลุ่มผู้ปลูกข้าวโพดหวานเพื่อยกระดับคุณภาพสินค้าและมีแนวโน้วที่ดีในการต่อรองในราคาที่สูงขึ้นได้ในอนาคต

Table 5 The results of the stepwise multiple regression analysis of the independent variables and the level of demand for sweet corn production according to the standard of good agricultural practices (GAP) in overall

Independent Variable	Demand level for sweet corn production according to GAP in overall	
	Beta	t-value
Constant		13.118**
Gender	0.001	0.032
Age	-0.145	-3.017**
Education level	0.018	-0.390
Marital status	0.076	1.474
Number of family members	-0.252	-4.712**
Household income	-0.244	-5.104**
Number of workers in the household	0.050	1.025
Holding area	0.451	7.480**
Household debt	-0.163	-3.518**
Farming experience	0.057	1.000

Table 5 The results of the stepwise multiple regression analysis of the independent variables and the level of demand for sweet corn production according to the standard of good agricultural practices (GAP) in overall (Cont.)

Independent Variable	Demand level for sweet corn production according to GAP in overall	
	Beta	t-value
Farming experience GAP	-0.069	-1.293
Training experience and work visits in agriculture	0.004	0.070
Contact with agricultural extension officers	-0.248	-4.479**
Media for acknowledgment of agricultural news	0.208	4.441**
Knowledge and understanding of GAP for sweet corn	0.310	5.729**
	R^2 = 0.559	F value = 39.255**

Remarks: * = significantly different at $p \leq 0.05$; ** = significantly different at $p \leq 0.01$

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละ 74.40 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 45.39 ปี ร้อยละ 59.50 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 41.60 มีการศึกษาระดับประถมศึกษา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.45 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 1.93 คน รายได้ในครัวเรือนเฉลี่ย 14,307 บาท/เดือน มีจำนวนพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 3.50 ไร่ ร้อยละ 47.10 มีหนี้สินในครัวเรือน มีประสบการณ์ทำการเกษตรเฉลี่ย 14.16 ปี มีประสบการณ์การทำเกษตร GAP เฉลี่ย 3.06 ปี มีการฝึกอบรม/ดูงานเฉลี่ย 1.80 ครั้ง/ปี มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเฉลี่ย 1.40 ครั้ง/ปี ไม่มีตำแหน่งในสังคม ร้อยละ 75.50 รับรู้ข่าวสารจากการพูดคุย/บอกเล่าเป็นส่วนมาก โดยด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ GAP ร้อยละ 58.37 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ GAP ระดับปานกลาง โดยมีความต้องการผลิตข้าวโพดหวาน GAP ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.95) ซึ่งเมื่อพิจารณาความต้องการรายด้าน พบว่า เกษตรกรมีความต้องการด้านการพักผลผลิตและการขนย้ายในแปลงปลูกสูงที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.09) สำหรับปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการผลิตข้าวโพดหวานตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ คือ อายุ จำนวนสมาชิกในครอบครัว รายได้รวมในครัวเรือน จำนวนหนี้สินในครัวเรือน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริม จำนวนพื้นที่ถือครอง ช่องทางการรับรู้ข่าวสาร และความรู้เกี่ยวกับ GAP

เอกสารอ้างอิง

Boonyawantang, A. and K. Worrapimphong. 2018. Farmers' adoption of sweet corn planting under Good Agricultural Practices (GAP) at Tha Phae district, Satun province. Khon Kaen Agriculture Journal 46(4): 749-754. [in Thai]

Bowsuwan, P., P. Pokateerakul, W. Charoenphut and C. Chaowsangrat. 2021. Thai farmers' debt problems. Journal of Educational Innovation and Research 6(1): 265-276. [in Thai]

Food Institute. 2021. EUREPGAP standards. [Online system]. Available: https://fic.nfi.or.th/foodsafety/upload/qs/pdf/EUREPGAP_2.pdf (March 20, 2021). [in Thai]

Kruekum, P., P. Sakkatat, N. Vetchasitniraphai and P. Jeerat. 2020. Factors relating expectation towards agricultural extension workers of farmers in Sansai district, Chiang Mai. Journal of Agricultural Research and Extension 37(2): 112-121. [in Thai]

Longtunman. 2023. Thailand ranks first in global sweet corn exports. Available: https://www.longtunman.com/43885 (January 4, 2024). [in Thai]

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2013. Good Agricultural Practices (GAP) for sweet corn. Available: https://icaps.mju.ac.th/goverment/20111128102704_2011_icaps/Doc_25601128135503_89696.pdf (August 1, 2023). [in Thai]

Niyomangkul, S. 1998. Sampling techniques. Kasetsart University Press, Bangkok. [in Thai]

Phangkhamrak, P. and S. Chuenkhwan. 2021. Impacts and responses to the COVID-19 pandemic (first wave) of agricultural households: A case study of Ban Non Sila, Waeng Noi Sub-district, Waeng Noi district, Khon Kaen province. Udon Thani Rajabhat University Journal of Humanities and Social Sciences 10(2): 95–96. [in Thai]

Prachachat Business. 2022. Regional economy. Available: https://www.prachachat.net/local-economy/news-1044425 (August 1, 2023). [in Thai]

Sakunpong, N., J. Poung-ngamchuen, N. Rungkawat and P. Kruekum. 2022. The model of community enterprise networks operation under the sustainable development concept, Chiang Mai province. Journal of Agricultural Production 4(2): 104-115. [in Thai]

Sirinansa, P. 2023. Chiang Mai Fresh Milk members's acceptance and application of Good Agricultural Practices (GAP) for dairy farming in Lamphun province. Master's thesis, Agricultural Extension and Rural Development Program, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]

Srirattana, S., J. Poung-ngamchuen, N. Rungkawat and P. Kruekum. 2021. Components' analysis of decisions on agricultural occupation after graduation of agricultural students in upper northern Thailand. MCU Social Science Review 10(3): 169-183. [in Thai]

Wangsay, S., J. Puang-ngamchuen, N. Rungkawat and P. Palapanya. 2022. Attitude towards occupation after graduation of undergraduate students: A case study of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Journal of Agricultural Production 4(3): 93-107. [in Thai]

Wihala, K., P. Kruekum, S. Fongmul and O. Saritnum. 2021. Practice following good agricultural practice of mango grower, Phrao district, Chiang Mai province. Journal of Agricultural Production 3(3): 105-116. [in Thai]

Wijit, W., N. Sinnarong, K. Sittisantikul and K. Atchariyapanichkul. 2019. Changing in agricultural population structure age and production efficiency of important economic crops in Thailand. Journal of Economics and Public Policy 10(19): 1-17. [in Thai]

Wongrakngan, R., C. Toomhirun and J. Khlibtong. 2020. Extension of the agricultural social media using of farmers in Mittraphap Sub-district, Sikhio district, Nakhon Ratchasima province. The 10th National Research Conference, Sukhothai Thammathirat Open University, 27 November 2020, Chalermphrakiat Building, Nonthaburi. pp. 1161-1171. [in Thai]

Yamane, T. 1973. Statistics: An introductory analysis. New York: Harper International.

การปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ในจังหวัดเชียงใหม่

Practice Following Good Agricultural Practice of Onion Grower in Chiang Mai Province

ภาณุพงศ์ คำลือ นคเรศ รังควัต พุฒิสรรค์ เครือคำ และปิยะ พละปัญญา*

Panupong Khamlue Nakarate Rungkawat Phutthisun Kruekum and Piya Parapanya*

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและการพัฒนาชนบท 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: 13 September 2023; Revised: 20 October 2023; Accepted: 14 November 2023)

Abstract

This study was conducted to investigate 1) socio-economic attributes of farmers growing onions in Chiang Mai province, 2) a level of knowledge and compliance with a good and appropriate agricultural standard system of the farmers, 3) factors effecting the compliance with a good and appropriate agricultural standard system of the farmers, and 4) problems encountered and suggestions of the farmers. The sample group consisted of 245 farmers growing onions under a good and appropriate agricultural standard system in Chiang Mai province. A set of questionnaires was used for data collection and analyzed by using descriptive statistics and multiple regression.

Results of the study revealed that the respondents were 58 years old on average. Most of them were elementary school graduates and below. They had an average annual household income for 242,751.02 Baht; 157,624.49 Baht was from growing onions. The respondents held 6 rai of land and had 4 household members on average. The respondents had an average household debt of 80,808.45 Baht. They perceived information about good agricultural practice through various media and onion cooperatives once a year on average. The respondents contacted onion cooperative personnel and onion farmer group twice a year on average. They attended training on good agricultural practice once a year and had 7 years of experience in onion growing under good agricultural practice on average. The respondents had a moderate level of knowledge about good agricultural practice. Based on its detail, they had a high level of compliance with good and appropriate agricultural standards (mean=3.89) with a statistical significance level at 0.05. It included the following 3 aspects: total household income, farming land, and knowledge about good agricultural practice. The following problems encountered 1) low price yields 2) diseases and pests, and 3) the seeds were not of good quality. For suggestions, it was as follows: product price insurance, production and marketing tracking, and more suggestions about good agricultural practice.

Keywords: Good agriculture practice, onion farmers, Chiang Mai province

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร 2) ระดับความรู้ และการปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร 3) ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร และ 4) ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 245 ราย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติเชิงอนุมาน คือ วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 58 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีรายได้รวมในครัวเรือนเฉลี่ย 242,751.02 บาทต่อปี มีรายได้จากการปลูกหอมหัวใหญ่เฉลี่ย 157,624.49 บาทต่อปี มีการถือครองที่ดินเฉลี่ย 6 ไร่ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ย 80,808.45 บาท มีการได้รับรู้ข้อมูลข่าวสาร จากสื่อต่าง ๆ เฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่สหกรณ์หอมหัวใหญ่และติดต่อกับกลุ่มเกษตรกรเฉลี่ยปีละ 2 ครั้ง มีการเข้าร่วมอบรม เฉลี่ยปีละ 1 ครั้ง เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกหอมหัวใหญ่ เฉลี่ย 7 ปี และเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) อยู่ในระดับปานกลาง เกษตรกรมีระดับการปฏิบัติเกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมรวมทั้ง 8 ด้าน อยู่ในระดับการปฏิบัติมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.89 โดยปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตหอมหัวใหญ่ในมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ รายได้รวมในครัวเรือน ที่ดินสำหรับทำอาชีพภาคการเกษตร และความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม สำหรับปัญหาอุปสรรคข้อเสนอแนะในการปลูกหอมหัวใหญ่ภายใต้มาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมในจังหวัดเชียงใหม่ที่สำคัญ คือ ปัญหาราคาผลผลิตต่ำ ปัญหาโรคและแมลงศัตรู เมล็ดพันธุ์ไม่ได้คุณภาพ และปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่เสนอแนะว่า สหกรณ์ควรมีการประกันราคาผลผลิต รวมถึงควรมีหน่วยงานมาช่วยติดตามให้คำแนะนำ เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้ ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และข้อเสนอแนะควรมีการทำแผนการติดตามการปลูกของเกษตรกรอย่างใกล้ชิด รวมถึงศึกษาจากช่องทางเทคโนโลยี สื่อต่าง ๆ เพื่อถ่ายทอดให้เกษตรกร

คำสำคัญ: ระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม เกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ จังหวัดเชียงใหม่

คำนำ

หอมหัวใหญ่ มีถิ่นกำเนิดและมีเขตการกระจายพันธุ์ในทวีปเอเชียกลาง และทวีปเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ สำหรับแหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศจีน สหรัฐอเมริกา และประเทศอินเดีย โดยจัดเป็นพืชล้มลุก สามารถปลูกได้ในดินทุกชนิดที่มีการระบายน้ำและมีอากาศดี เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีค่าความเป็นกรดเบสในช่วง 6.0 - 6.8 มีความเค็มของดินปานกลาง และในอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 15 - 24 องศาเซลเซียส (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2019) ประเทศไทยมีการนำเข้าหอมหัวใหญ่มากกว่าการส่งออก ในปี พ.ศ. 2562 การนำเข้าหอมหัวใหญ่สำหรับการเพาะปลูกคิดเป็นมูลค่า 3,847,891 บาทเมื่อเทียบกับมูลค่าส่งออกมีเพียง 29,681 บาท รวมถึงผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกหอมหัวใหญ่กว่า 8,800 ไร่ มีผลผลิต 34,797 ตัน โดยจังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในประเทศไทย โดยมีพื้นที่ปลูกกว่า 6,489 ไร่ มีผลผลิต 25,978 ตัน (Office of Agricultural Economics, 2021) โดยการแข่งขันในด้านการตลาดในอนาคต แสดงให้เห็นถึงการแข่งขันในด้านคุณภาพ

การมีมาตรฐานรองรับในการผลิตสินค้าการเกษตร โดยที่ผ่านมาเกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ยังไม่ค่อยเห็นความสำคัญกับการขอรับรองมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม โดยสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ มีเกษตรกรรวมทั้งหมด 6,128 คน ซึ่งมีเกษตรกรที่ได้การขอรับรองมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agricultural Practice; GAP) จากกรมวิชาการเกษตร เป็นคนรับรองแปลงหอมหัวใหญ่ในปี พ.ศ. 2565 มีแค่ 632 ราย ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนแค่ 10 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ในพื้นที่ปลูกจังหวัดเชียงใหม่ ที่มีผลเกี่ยวข้องซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ล้วนส่งผลกระทบต่อการปลูกหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบมาตรฐาน GAP ของเกษตรกรทั้งสิ้น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการควบคุมและจัดสรรเมล็ดพันธุ์ในการผลิตหอมหัวใหญ่ เป็นพืชที่ต้องควบคุมการเพาะปลูกด้วยการควบคุมปริมาณนำเข้าเมล็ดพันธุ์หอมหัวใหญ่ในแต่ละปี พร้อมทั้งกำหนดเขตเศรษฐกิจสำหรับปลูกหอมหัวใหญ่เท่านั้น ได้แก่ พื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดเชียงใหม่ อีกทั้งยังพัฒนาศักยภาพการยกระดับมาตรฐานสินค้าเกษตร โดยตรวจรับรองแหล่งผลิตเพื่อรับรองมาตรฐานตามระบบการจัดการคุณภาพระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม จะทำให้หอมหัวใหญ่ไทยเป็นที่ยอมรับมากขึ้น (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2019) หลังจากได้ข้อมูลการปลูกของกลุ่มเกษตรกร พบว่า เกษตรกรยังขาดความรู้ ความเข้าใจ ขั้นตอนวิธีการปฏิบัติ ข้อกำหนดหลัก และข้อกำหนดรองของระบบการเพาะปลูกที่ดี การวิจัยครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการใช้แบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้สถิติเชิงพรรณนา เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าความถี่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติเชิงอนุมาน คือ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปฏิบัติการผลิตหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบมาตรฐาน GAP ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้รับรองมาตรฐานจากกรมวิชาการเกษตร ในปีการผลิต พ.ศ. 2564 - 2565 ดังนั้น การวิจัยเพื่อให้ทราบถึงระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร ความรู้ รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิบัติตลอดจนปัญหา และข้อเสนอแนะของเกษตรกร จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะได้มาซึ่งข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อการวางแผนงานส่งเสริมแก้ไขปัญหาให้ตรงจุด เพื่อการพัฒนา และต่อยอดการผลิตการผลิตหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบการเพาะปลูกที่ดีของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และพื้นที่อื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (questionnaire) ผู้วิจัยได้วางแผนดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนประกอบด้วยประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การทดสอบเครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยในครั้งนี้คือ เกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ ที่ผ่านการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) และได้รับรองมาตรฐานจากกรมวิชาการเกษตร ปี พ.ศ. 2564 - 2565 และมีพื้นที่เพาะปลูกหอมหัวใหญ่ ในพื้นที่จำนวน 5 อำเภอ ในจังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนเกษตรกรทั้งหมด 632 ราย โดยผู้วิจัยได้คำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 245 คน และสุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของประชากร แต่ละอำเภอ โดยการใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบตามสัดส่วน ของประชากรในแต่ละพื้นที่ของแต่ละอำเภอ และทำการสุ่มรายชื่อเกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐาน GAP ในจังหวัดเชียงใหม่ ในแต่ละพื้นที่ดังกล่าว โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) แบบจับสลากไม่ใส่กลับจนได้ครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

Table 1 Population and samples of good agricultural practice of onion grower in Chiang Mai

contacts	Population	Sample group
Fang district	182	67
Phrao district	28	11
Mae Rim district	52	21
San Pa Tong district	79	31
Mae Wang district	291	115
Total	632	245

เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบคำถามปลายเปิด (open-ended) และปลายปิด (close-question)

ตอนที่ 2 ความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) โดยใช้แบบสอบถามเป็นคำถามแบบปรนัย ทั้งหมด 15 ข้อ

ตอนที่ 3 การปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ ใน 8 ข้อกำหนดหลัก โดยเป็นคำถามปลายปิด (close question)

ตอนที่ 4 ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของเกษตรกร เกี่ยวกับการการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เป็นแบบคำถามปลายเปิด (open-ended question)

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลประเภทปฐมภูมิ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ในปีการผลิต พ.ศ. 2564 - 2565 จำนวน 245 คน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ประกอบไปด้วยข้อคำถามแบบปลายปิด และข้อคำถามแบบปลายเปิด ซึ่งมีรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้ 1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร 2) ระดับความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรเกี่ยวกับการปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม 3) การปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบมาตรฐาน GAP ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ ใน 8 ข้อกำหนดหลัก และ 4) ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1) ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร รวมถึงการปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การทดสอบความรู้ใช้ช่วงคะแนนระดับความรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ความรู้น้อย ความรู้ปานกลาง และความรู้มาก โดยแบ่งช่วงคะแนน ดังนี้

0 - 5 คะแนน	หมายถึง	เกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับน้อย
6 - 10 คะแนน	หมายถึง	เกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง
11 - 15 คะแนน	หมายถึง	เกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับมาก

การปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร ได้แบ่งระดับการปฏิบัติออกเป็น 5 ระดับ และให้คะแนน 1 – 5 คะแนน ตามระดับการปฏิบัติน้อยที่สุดไปยังมากที่สุด และนำมาหาค่าเฉลี่ยของระดับการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

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

2) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร ทำการวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระใดมีผลต่อตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ด้วยวิธีการแบบ Enter โดยมีตัวแปรอิสระทั้งหมด 13 ตัวแปร ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา รายได้รวมครัวเรือน รายได้จากการปลูกหอมหัวใหญ่ ที่ดินสำหรับทำอาชีพภาคการเกษตร จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนหนี้สินทั้งหมด จำนวนการรับรู้ข่าวสารจากสื่อ จำนวนการติดต่อกับเจ้าหน้าที่สหกรณ์การเกษตร จำนวนการติดต่อกับกลุ่มเกษตรกร จำนวนการเข้ารับการอบรมมาตรฐานการเพาะปลูกพืชที่ดี ประสบการณ์การปลูกหอมหัวใหญ่ และความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม และตัวแปรตาม 1 ตัวแปร คือ การปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร ซึ่งจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละคู่ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation) (Saipatthana and Piyapimonsit, 2004) พบว่า ไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดที่มีค่าความสัมพันธ์ (r) สูงกว่า 0.80 ที่ทำให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเองสูง (Multicollinearity) และส่งผลให้เกิดการละเมิดเงื่อนไขของการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Prasitratsin, 2003)

3) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร ด้วยวิธีการจัดกลุ่มและประเภท (categorize and sort)

ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ส่วนที่ 1 และ 2 ได้ใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ในการช่วยบันทึก แปลผล และวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร

เกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 58 ปี จบการศึกษาส่วนใหญ่ในระดับชั้นประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีรายได้รวมในครัวเรือนเฉลี่ยที่ 242,751.02 บาทต่อปี มีรายได้จากการปลูกหอมหัวใหญ่เฉลี่ยที่ 157,624.49 บาทต่อปี มีการถือครองที่ดินเฉลี่ย 6 ไร่ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ย 80,808.45 บาท มีการได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับระบบมาตรฐาน GAP จากสื่อต่าง ๆ เฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี โดยประเภทการรับรู้ข่าวสารจากสื่อต่าง ๆ โดยการรับรู้ข่าวส่วนมากจากสหกรณ์หอมหัวใหญ่ มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่สหกรณ์

หอมหัวใหญ่เฉลี่ยปีละ 2 ครั้ง มีการติดต่อกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่เฉลี่ยปีละ 2 ครั้ง มีการเข้าร่วมอบรมระบบมาตรฐาน GAP เฉลี่ยปีละ 1 ครั้ง มีประสบการณ์ในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐาน GAP เฉลี่ย 7 ปี

ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้เกี่ยวกับการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

จากการทดสอบระดับความรู้พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 81.22 มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐาน GAP อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 17.96 มีความรู้อยู่ในระดับมาก และเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 0.82 อยู่ในระดับความรู้น้อย เมื่อเฉลี่ยคะแนนความรู้ทั้งหมด 15 ข้อ พบว่าเกษตรกรมีความรู้ เฉลี่ย 9.06 คะแนน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรมีการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและได้รับการฝึกอบรมความรู้ รวมถึงประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องมาตรฐานการปฏิบัติการเกษตรที่ดีสำหรับพืชมาแล้ว ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaeiwkum *et al*. (2023) ที่ศึกษาเรื่องการปฏิบัติการผลิตอาโวคาโดในระบบเกษตรที่ดีเหมาะสมของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถและหนองเขียว ที่พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับระบบเกษตรที่ดีเหมาะสมของเกษตรกรอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน

การปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

ผลการศึกษาพบว่า ระดับการปฏิบัติ การปลูกหอมหัวใหญ่ตามระบบมาตรฐาน GAP ของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ค่าเฉลี่ยการปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ของเกษตรกรรวมทุกด้านมีค่าเฉลี่ย 3.89 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยการปฏิบัติมากที่สุด คือ ด้านการจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิต มีค่าเฉลี่ย 4.37 มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก และค่าเฉลี่ยการปฏิบัติน้อยที่สุด คือ ด้านพื้นที่ปลูก มีค่าเฉลี่ย 3.74 มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน Table 2

Table 2 Operational level of good agricultural practice of onion grower in Chiang Mai

(n=245)

Operational level of onion production under good agricultural practice of farmers	$\bar{X}$	SD	Description
Water source	3.78	0.35	High
Planting area	3.74	0.35	High
Pesticides	3.88	0.65	High
Pre-harvest quality management	4.37	0.33	High
Harvesting and Post-Harvest Management	3.82	0.31	High
Holding, moving produce in planting plot, and storage	3.84	0.33	High
Personal hygiene	3.80	0.38	High
Record keeping and traceability	3.89	0.38	High
Total	**3.89**	**0.22**	**High**

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

ปัจจัยที่มีผลกับการปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณพบว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนทั้งหมด 3 ตัวแปร โดยเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวกทั้ง 2 ตัวแปร ได้แก่ ที่ดินสำหรับทำอาชีพภาคการเกษตร และความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตามระบบมาตรฐาน GAP ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเป็นตัวแปรที่มีผลทางลบอีก 1 ตัวแปร คือ รายได้รวมในครัวเรือน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวแปรอิสระทั้งหมด สามารถอธิบายความแปรผันของตัวแปรตามหรือการปฏิบัติในการผลิตหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรได้ร้อยละ 37 ส่วนที่เหลือร้อยละ 63 เป็นอิทธิพลจากตัวแปรอื่น ๆ (Table 3)

การอธิบายตัวแปรอิสระทั้งหมด 3 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติในการผลิตหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ที่ดินสำหรับทำอาชีพภาคการเกษตร สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรที่มีที่ดินสำหรับทำอาชีพภาคการเกษตรมากขึ้น 1 ไร่ จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติในการผลิตปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรเพิ่มขึ้น 0.005 คะแนน ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลที่ศึกษาพบว่า เกษตรกรมีที่ดินทำอาชีพภาคการเกษตรเฉลี่ย 6 ไร่ โดยเกษตรกรที่มีที่ดินทำอาชีพภาคการเกษตรมาก ย่อมมีการวางแผนการปลูกพืชได้หลากหลาย นอกจากปลูกหอมหัวใหญ่แล้ว ยังมีการประกอบอาชีพอื่น ๆ แล้วเวลาการยื่นขอการรับรองพืช ก็จะรวมกับพืชที่ปลูกในพื้นที่เดียวกับและพื้นที่ใกล้เคียงกัน ทำให้เกษตรกรที่มีที่ดินทำอาชีพภาคการเกษตรมาก สนใจในด้านการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Suriyachaiphun *et al*. (2022) ที่ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ได้ คือ มีที่ดินสำหรับทำการเกษตรที่เกษตรกรถือครอง ซึ่งเกษตรกรเองนั้นถ้ามีที่ดินถือครองมากขึ้นหรือเพิ่มขึ้น ก็จะมีความพร้อมสำหรับยื่นขอการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ได้เลยในทันที ซึ่งเป็นระบบมาตรฐานจากหน่วยงานกรมวิชาการเกษตรเป็นหน่วยงานตรวจประเมินเช่นกัน

2. ความรู้เกี่ยวกับระบบมาตรฐาน GAP สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับระบบ GAP เพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม เพิ่มขึ้น 0.021 คะแนน ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐาน GAP อยู่ในระดับปานกลาง มีการเรียนรู้ในด้านวิชาการและประสบการณ์ในการทำการเกษตรอยู่สม่ำเสมอ รวมทั้งมีการเรียนรู้จากสื่อต่าง ๆ จึงทำให้เกษตรกรย่อมสนใจเกี่ยวกับการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพิ่มยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaeiwkum *et al*. (2023) ที่ศึกษาเรื่องการปฏิบัติการผลิตอาโวคาโดในระบบเกษตรที่ดีเหมาะสมของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถและหนองเขียว ที่พบว่าความรู้ในการผลิตอาโวคาโดในระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) ของเกษตรกรนั้นอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน

3. รายได้รวมในครัวเรือน สามารถอธิบายได้ว่า รายได้รวมในครัวเรือนเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรลดลง เนื่องจากเมื่อเกษตรกรมีรายได้รวมในครัวเรือนมากยิ่งขึ้น รวมถึง

การมีรายได้จากการเพาะปลูกพืชชนิดอื่น ๆ เข้ามาด้วย การใช้เวลาในการดูแลกิจกรรมการปลูกพืชอื่น ๆ ที่มากขึ้น รวมถึงการมีรายได้จากช่องทางอื่น ๆ เพิ่มขึ้นตาม มีผลทำให้การเอาใจใส่เกี่ยวกับการปฏิบัติในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมน้อยลงไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saee-Art *et al*. (2019) ที่ศึกษาเรื่องการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย พบว่าเกษตรกรที่มีรายได้จากการปลูกข้าวนาปรังเพิ่มมากขึ้นมีแนวโน้มทำให้การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังลดลง

Table 3 Factors affecting onion production under good agricultural practice of farmers in Chiang Mai

Independent variables	Dependent variable		
	Onion production under good agricultural practice of farmers		
	B	t	.Sig
AGE	0.001	0.296	0.767
EDU	0.005	0.296	0.768
INCOM	-3.340E-7	-2.014	0.045*
IN_ONION	1.553E-7	0.840	0.402
AREA	0.005	2.000	0.047*
FAM	-0.011	-1.065	0.288
DEBT	1.018E-7	0.977	0.330
INFO	0.010	1.029	0.304
MEMB	0.012	0.352	0.725
CONT	-0.028	-0.814	0.416
TRAIN	0.034	1.677	0.095
EXP	0.001	0.199	0.842
KNOW	0.021	2.240	0.026*
Constant	3.685	22.812	<0.001
R^2 = 0.37 (37%)	F = 1.709	Sig. of F = 0.060[b]	

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

ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

สำหรับปัญหาในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรที่สำคัญ คือ ปัญหาราคาผลผลิตต่ำ ปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชการผลิตที่สูงในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐาน GAP โดยการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพจึงส่งผลให้ได้ผลผลิตที่ต่ำและไม่ได้คุณภาพ และปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงในการผลิตหอมหัวใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Udlah (2018) ที่ศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวของเกษตรกรในการผลิตส้มอย่างยั่งยืนในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศส่งผลกระทบต่อผลผลิต และการระบาดของโรคและแมลง โดยพบว่าการระบาดของโรคและแมลงทวีความรุนแรงขึ้น ซึ่งอาจจะเกิดการดื้อยาของโรค

และแมลง และมีต้นทุนในการผลิตสูง อาจจะเกิดจากราคาปุ๋ยเคมีผลิตภัณฑ์เคมีเพื่อการเกษตรมีราคาสูงขึ้น หรือผลิตภัณฑ์เคมีเพื่อการเกษตรด้อยประสิทธิภาพ

เกษตรกรมีข้อเสนอแนะควรมีการประกันราคาซื้อและควบคุมราคาไม่ต่ำเกินไป และให้หน่วยงานหรือภาครัฐควรจัดการทำแผน หรือให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในด้านโรคพืช และการรับมือกับภัยพิบัติที่ส่งผลต่อผลผลิต การลดต้นทุนในการผลิต โดยเฉพาะราคาปุ๋ยที่สูงมากดังนั้นหน่วยงานที่รับผิดชอบส่วนนี้ควรมีการวางแผนและเข้ามาดูแล

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 58 ปี จบการศึกษาส่วนใหญ่ในระดับชั้นประถมศึกษา หรือต่ำกว่า มีรายได้รวมในครัวเรือนเฉลี่ยที่ 242,751.02 บาทต่อปี มีรายได้จากการปลูกหอมหัวใหญ่เฉลี่ยที่ 157,624.49 บาทต่อปี มีการถือครองที่ดินเฉลี่ย 6 ไร่ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีหนี้สินในครัวเรือนเฉลี่ย 80,808.45 บาท มีประสบการณ์ในการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานการเพาะปลูกที่ดีเฉลี่ย 7 ปี และเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการปลูกหอมหัวใหญ่ภายใต้ระบบการเพาะปลูกที่ดี อยู่ในระดับปานกลาง มีระดับการปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม รวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกหอมหัวใหญ่ในระดับการปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม การเพิ่มขึ้นของจำนวนที่ดินสำหรับทำอาชีพการเกษตร และการมีความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมที่สูงขึ้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยกระดับการปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทางกลับกันปัจจัยที่มีผลทำให้การปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ การเพิ่มของรายได้รวมในครัวเรือน ที่ส่งผลกระทบการปฏิบัติการปลูกหอมหัวใหญ่ตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรลดลง สำหรับปัญหาในการผลิตหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานการเพาะปลูกที่ดีของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ที่สำคัญ คือ ปัญหาราคาผลผลิตต่ำ ปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชระบาดทำให้ผลผลิตเสียหาย และปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูง ซึ่งเกษตรกรมีข้อเสนอแนะให้ควรมีการประกันราคาซื้อและควบคุมราคาไม่ต่ำเกินไป ให้หน่วยงานหรือภาครัฐควรจัดการทำแผน หรือให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในด้านโรคพืช และการรับมือกับภัยพิบัติที่ส่งผลต่อผลผลิตและให้ลดต้นทุนในการผลิต โดยเฉพาะราคาปุ๋ยที่สูงมากดังนั้นหน่วยงานที่รับผิดชอบส่วนนี้ควรมีการวางแผนและเข้ามาดูแล

ข้อเสนอแนะ

1. เกษตรกรผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ ควรมีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นในด้านการปลูกหอมหัวใหญ่ในระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ซึ่งเกษตรกรเองสามารถศึกษาความรู้ เทคนิค ได้จากเกษตรกรผู้มีประสบการณ์ รวมถึงศึกษาจากช่องทางเทคโนโลยีสื่อต่าง ๆ รวมถึงการเข้าไปศึกษาดูงานจากแปลงเกษตรกรตัวอย่างรายอื่น ๆ รวมถึงศึกษาจากหน่วยงานรัฐต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น กรมวิชาการเกษตร สำนักงานเกษตรอำเภอ รวมถึงพื้นที่ที่ใกล้เคียง เพื่อให้เกษตรกรนั้นได้มีความรู้พื้นฐาน เพื่อรองรับกับสถานการณ์ในด้านการแข่งขันในอนาคต

2. นักส่งเสริมการเกษตร และนักวิชาการเกษตร รวมถึงเจ้าหน้าที่สหกรณ์หอมหัวใหญ่แต่ละพื้นที่ ควรมีการลงพื้นที่ เยี่ยมเยือนแปลงเกษตรกรอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ พร้อมทั้งสอบถามปัญหา อุปสรรค และให้คำแนะนำแก่เกษตรกรเกี่ยวกับความรู้ในด้านมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม รวมถึงการให้คำแนะนำเกี่ยวกับโรคและแมลง เพื่อจะได้ช่วยเหลือ

แก้ไขปัญหาไปด้วยกัน เพื่อให้เกษตรกรได้รับรู้ มีความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติตามหลักของระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม และมีคุณภาพผลผลิตตรงตามความต้องการของตลาด

3. สหกรณ์หอมหัวใหญ่ ซึ่งเป็นหน่วยงานโดยตรงที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดหาเมล็ดพันธุ์ และบริหารจัดการกลุ่มสมาชิกผู้ปลูกหอมหัวใหญ่ในแต่ละพื้นที่ ควรมีการทำแผนการติดตามการปลูกของเกษตรกรอย่างใกล้ชิด รวมถึงการตรวจสอบปัญหาในด้านนำเข้าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ มีการปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง รวมถึงควรมีการประกันราคาผลผลิต ที่ทางกลุ่มสหกรณ์ที่มีการส่งออกไปขายในต่างประเทศ รวมถึงการส่งขายในห้างซุปเปอร์มาร์เก็ต เพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับเกษตรกร และให้เกษตรกรตระหนักถึงการยื่นขอรับรองแปลงตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม รวมถึงเป็นตัวอย่างให้เกษตรกรรายอื่น ๆ ได้ทำตามเกษตรกรที่นำร่องเกี่ยวกับการพัฒนาแปลงตามระบบมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

Kaeiwkum, P., N. Rungkawat, P. Kruekum and W. Wiriyaalongkorn. 2023. Avocado production in Good Agricultural Practices of farmers in Maetho and NongKhiaw Royal Project Development Center. Journal of Agricultural Production 5(2): 136-144. [in Thai]

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2019. Control and allocation of onion seeds for production. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. [in Thai]

Office of Agricultural Economics. 2021. Cultivated area, harvested area, and yield per rai of onion by district, 2021. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. Available: https://oae.go.th/uploads/files/2025/05/22/03ec95e1d68f4499.pdf (December 22, 2021). [in Thai]

Prasitratsin, S. 2003. Social Research Methodology. Bangkok: Sam Lada. 711 p. [in Thai]

Saee-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 of Agricultural Production 1(2): 51-62. [in Thai]

Saipatthana, U. and C. Piyapimonsit. 2004. Collinearity. Parichart Journal 17(1): 55-62. [in Thai]

Suriyachaiphun, K., P. Sakkakatat, S. Fongmoon and S. Sangsupho. 2022. Factors affecting organic farming of farmers in highland areas of Chiang Mai province. Journal of Agricultural Production 5(1): 13-26. [in Thai]

Udlah, T. 2018. Factors affecting farmers' adaptation for sustainable orange production in Fang district, Chiang Mai province. Master of Science thesis in Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. [in Thai]

Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd ed. Harper and Row Publication, New York. 1130 p.

การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร ในอำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ

Lava Durian Sisaket Production According to Good Agriculture Practices for Farmers in Khun Han District Sisaket Province

ภานุพงศ์ ศิลารักษ์ นภารัศม์ เวชสิทธิ์นิรภัย ธิดารัตน์ ศิริบูรณ์ และพุฒิสรรค์ เครือคำ*

Phanuphong Silarak Napharat Vetchasitniraphai Thidarat Siriboon and Phutthisun Kruekum*

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: rungsun14@hotmail.com

(Received: 19 September 2023; Revised: 18 October 2023; Accepted: 8 January 2024)

Abstract

The objectives of this study were to durian, 1) to examine socio-economic attributes of lava durian farmers, 2) to investigate knowledge and lava durian production under appropriate and good agricultural practice of the farmers, 3) to analyze the factors affecting lava durian production under Good agricultural practice of the farmers, and 4) to explore the problems and suggestions about lava durian production of the farmer. Number of lava durian growers' good agricultural practice 190 cases. The sample group consisted of 129 lava durian farmers in Khun Harn district, Sisaket province. A set of questionnaires was used for data collection and analyzed by using descriptive statistics and multiple regression.

Findings showed that most of the respondents were male, 51 years old on average, married, graduated elementary school and lao ethnicity. Their average annual income was 796,356 Baht, 656,589 Baht was from lava durian production, but their household debts were 419,418 Baht on average. Most of the respondents had 4 household members and 3 of them were household workforce. They mainly perceived news or information about lava durian production under (GAP) through the agricultural extension worker. The respondents contacted the agricultural extension worker once a year. Most of them were not the village committee and did not have any social position. The respondent had 3 years of experience in lava durian production under (GAP) on average. They had knowledge about lava durian at a moderate level but a high level of volcanic durian production which met standards.

The factor effecting the production of volcanic durian of the farmers with a positive statical significance level was attending training on appropriate and good agricultural practice (P=0.036). However, experience and knowledge about the lava durian production were found to be negative (P=0.010 and 0.028, respectively). Water shortage and outbreaks of diseases/pests were problems encountered. Also, concerned agencies should hold training about the prevention and control of outbreaks of diseases/pests in lava durian production areas.

Keywords: Lava durian, good agricultural practice, Sisaket province

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ ลักษณะสังคมของเกษตรกร 2) เพื่อศึกษาความรู้ และการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร 3) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร 4) เพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟของเกษตรกร ในพื้นที่อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวนประชากรที่ผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม 190 คน เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 129 คน โดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 51 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นชาติพันธุ์ลาว มีรายได้รวมของครัวเรือนเฉลี่ยอยู่ที่ 796,356 บาทต่อปี โดยมีรายได้จากการปลูกทุเรียน เฉลี่ย 656,589 บาทต่อปี ภาระหนี้สินในครัวเรือน เฉลี่ย 419,418 บาทต่อปี มีสมาชิกภายในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน จำนวนแรงงานจ้างในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน ส่วนใหญ่ไม่มีแรงงานจ้าง การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟมาตรฐานการเกษตรที่ดีและเหมาะสม Good Agricultural Practice (GAP) จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเป็นหลัก เกษตรกรมีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี เกษตรส่วนใหญ่เข้าร่วมอบรมมาตรฐานการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี ส่วนใหญ่ไม่เป็นคณะกรรมการหมู่บ้านหรือชุมชน (ร้อยละ 64.3) ไม่มีตำแหน่งทางสังคม (ร้อยละ 58.1) มีประสบการณ์การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) เฉลี่ย 3 ปี เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟมาตรฐานการเกษตรที่ดีและเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 86.8) เกษตรกรมีระดับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟมาตรฐานการเกษตรที่ดีและเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.86)

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก ได้แก่ การเข้าร่วมอบรมมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ($P = 0.036$) และปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางลบ ได้แก่ ประสบการณ์การปลูกทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ($P = 0.010$) และความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ($P = 0.028$) ปัญหาของการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม มีปัญหาเกี่ยวกับปัญหาแหล่งน้ำ การขาดแคลนน้ำของเกษตรกร อีกทั้งพบปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ดังนั้นเกษตรกรจึงมีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานภาครัฐเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเข้ามาอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการกำจัดโรคและแมลงที่ระบาดในพื้นที่ได้อย่างถูกวิธี

คำสำคัญ: ทุเรียนภูเขาไฟ เกษตรดีที่เหมาะสม จังหวัดศรีสะเกษ

คำนำ

ทุเรียน ได้รับฉายาว่าเป็น ราชาแห่งผลไม้ (king of fruits) แหล่งปลูกทุเรียนสำคัญของโลกส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ประเทศกลุ่มอาเซียน ได้แก่ ไทย เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ และถือว่าไทยเป็นแหล่งผลิตอันดับ 1 ของโลก ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีผลผลิตทุเรียนมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 1,017,097 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2561 ที่มีผลผลิต 759,828 ตัน ซึ่งเป็นผลมาจากการขยายพื้นที่โดยทุเรียนที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีหลากหลายสายพันธุ์มากกว่า 200 พันธุ์แต่มีพันธุ์ที่เป็นที่นิยมสำหรับการบริโภคและการค้า และได้รับการส่งเสริมและนิยมปลูกประมาณ 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ชะนี พันธุ์หมอนทอง พันธุ์ก้านยาว พันธุ์พวงมณี และพันธุ์กระดุม นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ทุเรียนที่เรียกได้ว่าเป็นสินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication; GI) (Trade Policy and Strategy Office, 2020)

ทุเรียนภูเขาไฟ เป็นไม้ผลที่สำคัญของจังหวัดศรีสะเกษ และพืชเศรษฐกิจสำคัญที่สร้างชื่อเสียง และรายได้ให้จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษเป็นหนึ่งในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจการท่องเที่ยวให้กับจังหวัด และคนในชุมชน สร้างความมั่นคงทางรายได้ให้กับเกษตรกร จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าอาชีพการปลูกทุเรียนภูเขาไฟนั้น เป็นอาชีพที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในจังหวัดศรีสะเกษ โดยเฉพาะเกษตรกรในอำเภอขุนหาญ เป็นอำเภอที่ปลูกทุเรียนภูเขาไฟเป็นจำนวนมาก (Department of Agricultural Extension, 2023)

การเติบโตของตลาดทุเรียน ทุเรียนมีราคาดี ทำให้เกษตรกรในอำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษนั้นเห็นการขยายตัวของตลาดภายในประเทศ และนอกประเทศ เกษตรกรยังสนใจการปลูกทุเรียนมากขึ้น เกษตรกรรายใหม่ที่เป็นสมาชิกเกษตรที่ดีและเหมาะสมปลูกทุเรียนภูเขาไฟนั้น เห็นความสำคัญต่อการตลาด แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ผลิตตามมาตรฐาน ยังขาดความรู้ ความเข้าใจ ขั้นตอนการปฏิบัติการผลิตทุเรียน จึงต้องมีการศึกษาเรื่องนี้ จากประเด็นดังกล่าว เพื่อให้เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนภูเขาไปตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมปฏิบัติตามหลักมาตรฐาน หากมีการศึกษาการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ จะทำให้ทราบถึงหลักมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของการปลูกทุเรียนภูเขาไฟ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ว่าปัจจัยใดมีผลต่อผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ตลอดจนการได้ศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัย ไปใช้ในการวางแผนงานส่งเสริมการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ อำเภอใกล้เคียง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบให้กับเกษตรกรปฏิบัติหลักให้ถูกต้อง และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมในพื้นที่อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษใน 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลบักดอง ตำบลสิ และตำบลพราน โดยมีประชากรที่ผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ในปีการผลิต 2565/2566 จำนวนทั้งหมด 190 ราย กำหนดกลุ่มตัวอย่างตามสูตรของ Yamane (1973) ที่มีความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 129 ราย โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) แบบจับสลาก ตามจำนวนที่กำหนดไว้ ได้ทดสอบความเชื่อมั่น (reliability) กับกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ในอำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 30 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อคำถาม ได้ค่า Cronbach's ∝-coefficient อยู่ระหว่าง 0.722 - 0.920 และมีผลจากการตรวจสอบความยากง่ายในแบบสอบ ผลที่ได้ค่า P อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.73 จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 - มกราคม พ.ศ. 2566 แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน ซึ่งจำแนกตามสถิติที่ใช้ในการอธิบาย ดังนี้

การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนมีการประเมินด้วยมาตราฐานประมาณค่า 5 ระดับ ที่ปรับจากวิธีของ Kanjanawasee *et al*. (1992) ส่วนที่ 1 ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ส่วนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร วิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบความรู้

โดยใช้ข้อสอบประเภทถูก-ผิด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ได้แก่ ตอบคำถามผิด = 0 คะแนน ตอบคำถามถูก = 1 คะแนน โดยมีการแบ่งช่วงคะแนนการทดสอบความรู้เป็น 3 ระดับ ดังนี้ 15 - 22 คะแนน มีความรู้มาก 8 - 14 คะแนน มีความรู้ปานกลาง และ 0 - 7 คะแนน มีความรู้น้อย ปรับจากวิธีของ Thaweerat (2000) ส่วนที่ 3 การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ การวิเคราะห์อธิบายข้อมูลทางสถิติตลอดจนมีการประเมินด้วยการประมาณค่าตามระดับที่ปรับจากวิธีของ Likert (1961) คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรอำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนระดับ 5 ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 คะแนน แปลผล มีการนำไปปฏิบัติมากที่สุด

คะแนนระดับ 4 ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.20 คะแนน แปลผล มีการนำไปปฏิบัติมาก

คะแนนระดับ 3 ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 คะแนน แปลผล มีการนำไปปฏิบัติปานกลาง

คะแนนระดับ 2 ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 คะแนน แปลผล มีการนำไปปฏิบัติน้อย

คะแนนระดับ 1 ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 คะแนน แปลผล มีการนำไปปฏิบัติน้อยที่สุด

ในส่วนที่ 4 โดยทำการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) แบบคัดเลือกเข้า (enter) เพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนภูเขาไฟกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ในพื้นที่อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ส่วนที่ 5 ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ สรุปผลในลักษณะของการบรรยายรายงาน โดยการพรรณนา

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร

ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 51 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นชาติพันธุ์ลาว รายได้รวมของครัวเรือนเฉลี่ย 796,356 บาทต่อปี โดยมีรายได้จากการปลูกทุเรียนเฉลี่ย 656,589 บาทต่อปี ภาระหนี้สินในครัวเรือน 419,418 บาทต่อปี มีสมาชิกภายในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 3 คน ส่วนใหญ่ไม่มีแรงงานจ้าง ส่วนใหญ่รับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟมาตรฐานการเกษตรที่ดีและเหมาะสม Good Agricultural Practice (GAP) จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเป็นหลัก รองลงมาจากสื่อโทรทัศน์ เพื่อนบ้าน สื่อวิทยุ สื่อเอกสารเผยแพร่ทางการเกษตร และสื่อวารสาร/นิตยสารเกี่ยวกับการเกษตร ตามลำดับ เกษตรกรมีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ในรอบปีเฉลี่ย 1 ครั้ง เกษตรกรส่วนใหญ่เข้าร่วมอบรมมาตรฐานการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) เฉลี่ย 1 ครั้ง ส่วนใหญ่ไม่เป็นคณะกรรมการหมู่บ้านหรือชุมชน ไม่มีตำแหน่งทางสังคม และมีประสบการณ์การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) เฉลี่ย 3 ปี (Table 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Louangphan *et al*. (2022) ที่ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ในนครหลวงเวียงจันทน์สาธารณรัฐประชาธิปไตยลาว พบว่า การเข้ารวมฝึกอบรมหรือศึกษาดูงานด้านการเกษตรมากขึ้นจะมีผลทำให้เกิดการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย อาจเนื่องมาจากในการฝึกอบรมนั้นเกษตรกรได้ทั้งแลกเปลี่ยน และฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองจากสิ่งที่สนใจจนเกิดเป็นความเข้าใจ สามารถนำไปปรับใช้ได้จริง สอดคล้องกับการวิจัยของ Kaewlaima *et al*. (2017)

พบว่าเกษตรกรที่ได้รับการฝึกอบรมในเรื่องการทำเกษตรอินทรีย์ จะมีความน่าจะเป็นที่ยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรการอบรม โดยเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

Table 1 Results of socic economic of farmers producing lava durian according to Good Agricultural Practice of farmers in Khun Han district, Sisaket province

(n = 129)

Variable	$\bar{X}$	S.D.
Gender	0.62	0.49
Age	51.35	11.24
Education level	0.84	0.37
Marital status	0.44	0.50
Ethnicity	0.50	0.50
Total family income	796,356.59	1001,340.46
Income from durian cultivation	656,589.15	955,956.04
Amount of household debt	419,418.60	487,026.06
Number of household members	4.34	1.35
Number of workers in the household	2.64	1.14
Number of hired workers	0.33	0.47
Awareness of information about good appropriate agricultural standards (GAP) from the media	4.09	4.09
Contact with agricultural extension officers	0.81	0.42
Participation in good and appropriate agricultural standards Training (GAP)	0.71	0.46
Being a village committee of the community	0.45	0.72
Having a social position in the community village	0.50	0.76
Standard lava durian planting experience good and proper agriculture	3.07	2.25
Knowledge of lava durian production according to good agricultural practice (GAP)	16.35	2.15

ความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร

จากการทดสอบระดับความรู้พบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 86.8 และเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 13.2 เมื่อเฉลี่ยคะแนนความรู้ทั้งหมด 22 ข้อ พบว่าเกษตรกรมีความรู้เฉลี่ย 16.34 คะแนน โดยมีคะแนนต่ำสุดอยู่ที่ 11 คะแนน และสูงสุด 22 คะแนน โดยรวมเกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับ ปานกลาง (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mingsakun (2015) ที่พบว่า เกษตรกรมีความรู้ตามแนวเกษตรที่ดีและเหมาะสมรวมทุกด้านส่วนใหญ่ อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 80.1 และเมื่อพิจารณาในประเด็นย่อยพบว่า

เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับเกษตรที่ดีและเหมาะสม อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความรู้ความเข้าใจในการปลูกทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรยังขาดความรู้ในบางเรื่อง เช่น มาตรฐานทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม และระบบเกษตรอินทรีย์ที่เกษตรกรยังแยกแยะไม่ออกว่า 2 ระบบมีความแตกต่างกันอย่างไร ทำให้การปฏิบัติในบางข้ออาจไม่ถูกต้อง

Table 2 Number and percentage of farmers classified by level of knowledge of lava durian production good agricultural practice of farmers in Khun Han district, Sisaket province

(n = 129)

Level of Knowledge	No.	Percent
High	17	13.2
Moderate	112	86.8
Low	-	-
$\overline{X}$ = 16.34	S.D. = 2.15	Min–Max = 11-21

Remarks: 15-22 = High, 8-14 = Moderate, 0-7 = Low

การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agricultural Practice) ของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า ระดับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ รวมเกือบทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.86 โดยจัดลำดับความสำคัญแรกที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละด้าน เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ค่าเฉลี่ยมากที่สุดด้านการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.21) รองลงมาด้านการเก็บรักษาและการขนย้าย มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.09) ถัดมาด้านการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.04) ต่อมาด้านการจัดการก่อนการเก็บเกี่ยว มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.99) ต่อมาด้านลักษณะส่วนบุคคล มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.82) ต่อมาด้านการบันทึกข้อมูลและการถามตอบ มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.69) ต่อมาด้านแหล่งน้ำ มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.57) และด้านพื้นที่ปลูก มีการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.47) (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phromkiang (2019) ที่พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกหม่อนอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน มีความรู้ระดับการปฏิบัติด้านพื้นที่ปลูกอยู่ระดับปานกลาง เนื่องจากเกษตรกรเคยมีพื้นที่ทำเกษตรแบบธรรมดาปกติมาเป็นระยะเวลานานพอสมควร แต่ในปัจจุบันเกษตรกรเริ่มหันมาให้ความสนใจในการปลูกตามมาตรฐานเกษตรที่ดีที่เหมาะสม จึงต้องมีการอบรมให้ความรู้ในด้านพื้นที่ปลูกตามแนวทางมาตรฐานเกษตรที่ดีที่เหมาะสม ทั้งนี้ผลการศึกษายังขัดแย้งกับงานวิจัยของ Chuaysuk *et al*. (2022) พบว่า ความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรมีความรู้ในระดับมากในเรื่อง พื้นที่ปลูก ในขณะที่พื้นที่ปลูกทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมมีความรู้รองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า พื้นที่ปลูกของเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมนั้น เป็นพื้นที่ ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งเกษตรกรในละแวกพื้นที่นั้น มีความรู้ในเรื่องของพื้นที่ปลูกของตนเองไม่มากนัก เนื่องจากพื้นที่ของเกษตรกรที่ผลิตทุเรียนภูเขาไฟ ขณะนั้นเคยเป็นพื้นที่ ทำนา ทำไร่มัน มาก่อนจึงมีการปรับเปลี่ยนมาปลูกทุเรียน ทำให้ความรู้ในเรื่องพื้นที่การปลูกทุเรียนภูเขาไฟมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมนั้นยังมีความรู้ไม่มาก

Table 3 Lava durian production level according to good agricultural practice of farmers in Khun Han district, Sisaket province

(n = 129)

Practices for lava durian production according to (GAP)	$\bar{X}$	S.D.	Level
Water sources	3.57	0.76	High
Plantation area	3.47	0.85	Moderate
Use of pesticides in agriculture	4.21	0.62	High
Pre-harvest management	3.99	0.62	High
Post-harvest practices	4.04	0.63	High
Storage and transportation	4.09	0.65	High
Personal style	3.82	0.77	High
Data logging and ask	3.69	0.86	High
Total	**3.86**	**0.72**	High

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

ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ของเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม พบว่า ค่า Sig.F มีค่าเท่ากับ 0.004 นั้นแสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับตัวแปรตาม และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระ พบว่ามีทั้งหมด 3 ตัวแปร มีผลต่อการผลิตปลูกทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้แก่ การเข้าร่วมอบรมมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) (P = 0.036) และเป็นตัวแปรที่มีผลทางลบอีก 2 ตัวแปร คือ ประสบการณ์การปลูกทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม Good Agricultural Practice (GAP) (P =0.010) ความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (P =0.028) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวแปรอิสระทั้งหมด สามารถอธิบายความแปรผันของตัวแปรตามหรือการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม ได้ร้อยละ 27.50 (R^2 = 0.275) ในขณะที่ร้อยละ 72.50 เป็นอิทธิพลจากตัวแปรอื่น ๆ (Table 4) การอธิบายตัวแปรอิสระทั้งหมด 3 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตาม คือ การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ สามารถอธิบายได้ดังนี้ (Table 4)

1. การเข้าร่วมการเข้าร่วมอบรมมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมในการผลิตทุเรียนภูเขาไฟ สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรที่มีการเข้าร่วมอบรมการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพิ่มขึ้น 1 ครั้งต่อปี จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติในผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากเกษตรกรที่ได้เข้าร่วมอบรมมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม จะมีความรู้เกี่ยวกับตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมในการผลิตทุเรียนภูเขาไฟเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Khaiman *et al*. (2016) การศึกษาดูงานหรือเข้ารวมรับฟัง โอกาสที่เกษตรกรจะเข้าร่วมการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP มากกว่าเกษตรกรที่ไม่เคยรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับระบบ GAP และการเข้าอบรม เกี่ยวกับระบบ GAP เมื่อเกษตรกรเคยเข้าอบรมเกี่ยวกับระบบ GAP มีโอกาสที่เกษตรกรจะเข้าร่วมการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP มากกว่าเกษตรกรที่ไม่เคยเข้าอบรม

เกี่ยวกับระบบ GAP เลย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Sompor (2021) การศึกษาดูงานการอบรมด้านการเกษตรจะมีผลทำให้เกิดความต้องการรับการส่งเสริมปลูกผักในระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเข้าร่วมฝึกอบรมจะเป็นการส่งเสริมการทำเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือปลอดภัยกับผู้ผลิต และผู้บริโภคทำให้ตลาดต้องการผลผลิตของเกษตรกร

2. ประสบการณ์การปลูกทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อค่าทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรเมื่อมีประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนภูเขาไฟเพิ่มขึ้น 1 ปี มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการปฏิบัติลดลงอีก .063 คะแนน อาจเนื่องจากมีประสบการณ์มากจะสามารถถ่ายทอดในรูปแบบทฤษฎีการสาธิตหรือการฝึกปฏิบัติจริง ทำให้โอกาสที่เกษตรกรจะสามารถนำเอาไปปฏิบัติจริงได้ดี เกษตรกรมีการปลูกทุเรียนภูเขาไฟก่อนเข้ารวมระบบมาตรฐาน GAP เกษตรกรมีประสบการณ์ผลิตทุเรียนมานาน ผลผลิตที่ได้อาจขายออกสู่ตลาดได้หมด ทั้ง ๆ ที่เกษตรกรที่ไม่ได้รองรับมาตรฐาน GAP จึงทำให้เกษตรกรไม่สนใจเรื่องการปฏิบัติตาม GAP มากหนัก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sorphimai *et al*. (2017) พบว่า ประสบการณ์ของเกษตรกรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ การใช้สารอินทรีย์เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรจากประสบการณ์ด้านการเกษตรที่เพิ่มขึ้นของเกษตรกรมีผลต่อการใช้สารอินทรีย์ทางการเกษตรมาเป็นเวลานานทำให้กลุ่มเกษตรกรยอมรับ และสามารถใช้ประสบการณ์มาใช้ในการผลิตและใช้สารอินทรีย์ทางการเกษตร ทั้งนี้ผลการศึกษายังขัดแย้งกับงานวิจัยของ Prapruit *et al*. (2022) ประสบการณ์ในการทำสวนทุเรียนมีความสัมพันธ์ในระดับการปฏิบัติ GAP โดยมีนัยสำคัญ ในการปฏิบัติตามมาตรฐานโดยการใช้สารเคมี อันตรายทางการเกษตร จะเห็นได้ว่าหากมีประสบการณ์มากจะมีการ ปฏิบัติตามมาตรฐานการใช้สารเคมี อันตรายทางการเกษตรอย่างอยู่ต้อง

3. ความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทุกค่าคงที่แล้วเกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม เพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของ การปฏิบัติในการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดี และเหมาะสมของเกษตรกรลดลง .050 คะแนน เนื่องมาจากเมื่อเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมมากอยู่แล้วแต่ไม่ยอมรับที่จะนำไปปฏิบัติมากนัก คือ ด้านพื้นที่ปลูกในเรื่องพื้นที่ปลูกตามที่เจ้าหน้าที่หรือกรมวิชาการเกษตรแนะนำ จัดเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตของเกษตรกร สอดคล้องกับการศึกษาของ Khieokham (2022) ที่พบว่า เกษตรกรมีความรู้มากแต่ไม่ยอมรับที่จะนำไปปฏิบัติในบางด้าน เช่น ด้านการบันทึกข้อมูลและด้านการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร จัดเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตของเกษตรกร (Table 4)

Table 4 Factors related to personal, economic and social basis and lava durian production according to good agricultural practice in Khun Han district, Sisaket province

Independent Variables	Dependent variable		
	The production of lava durian in accordance with Good Agricultural Practice		
	B	t	Sig.
Gender	0.089	0.908	0.366
Age	0.055	1.569	0.120
Education level	0.137	1.374	0.172
Marital status	-0.076	-0.600	0.550
Ethnicity	0.142	1.501	0.136
Total family income	9.522E-8	1.537	0.127
Income from durian cultivation	1.417E-8	0.194	0.847
Amount of household debt	4.973E-8	0.342	0.733
Number of household members	-0.015	-0.347	0.729
Number of workers in the household	-0.033	-0.696	0.488
Number of hired workers	-0.199	-1.830	0.070
Awareness of information about good agricultural practice (GAP) from the media	0.007	0.647	0.519
Contact with agricultural extension officers	0.056	0.513	0.609
Participation in good agricultural practice (GAP)	0.234	2.119	0.036*
Being a village committee of the community	0.022	0.236	0.814
Having a social position in the community village	-0.005	-0.055	0.956
Standard volcanic durian planting experience good and proper agriculture	-0.063	-2.618	0.010**
Knowledge of volcanic durian production according to good agricultural practice (GAP)	-0.050	-2.225	0.028*
Constant	4.457	9.945	< 0.001**
R^2 = 0.275 (27.50%) F = 2.322 Sig. of F = 0.004			

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

ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร

1. แหล่งน้ำ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในหน้าแล้ง จำนวน 34 ราย เกษตรกรบางรายจึงใช้น้ำบาดาลในการผลิตแทน เมื่อเกิดภัยแล้งเกินขึ้นน้ำบาดาลมีปริมาณน้อย หรือแห้ง ไม่สามารถให้น้ำทุเรียนภูเขาไฟได้ตามปริมาณที่พืชทุเรียนต้องการได้ เกษตรกรจึงมีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานของภาครัฐ ให้มีการสำรวจพื้นที่การเกษตรเพื่อขยายคลองชลประทานให้เข้าถึงพื้นที่ทำการเกษตร สร้างสระเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งเพื่อให้มีน้ำใช้ในการทำเกษตรกรรมตลอดทั้งปี

2. แรงงาน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ทำสวนทุเรียนภูเขาไฟส่วนใหญ่มีอายุมากหรืออยู่ในเกณฑ์กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ซึ่งเกษตรกรขาดแรงงานในครัวเรือน และแรงงานจ้าง ประกอบกับแรงงานที่มีอยู่ส่วนใหญ่มีอายุที่มากทำให้บางครั้งการทำงานขาดประสิทธิภาพ เกษตรกรจึงมีการเสนอแนะให้ภาครัฐเอกชน มีการส่งเสริมหรือสนับสนุนเทคโนโลยีหรือวิทยาการสมัยใหม่ที่ช่วยให้ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การตัดแต่งต้นทุเรียนให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต

3. แหล่งเงินทุน จากการศึกษายังพบว่ากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนภูเขาไฟมีแหล่งเงินทุนที่จะนำมาใช้ในการบริหารจัดการทำการเกษตรของตนเองไม่เพียงพอ และบางแหล่งเงินทุนก็มีดอกเบี้ยที่ราคาสูง ซึ่งบางครั้งเกษตรกรประสบปัญหาเกี่ยวกับภัยพิบัติทางธรรมชาติ และปัญหาด้านเศรษฐกิจ ทำให้ขาดทุนทรัพย์ในการลงทุนทำการเกษตรกรในปีถัดไป เกษตรกรจึงแนะนำให้หน่วยงานของรัฐเข้าสนับสนุนแหล่งทุนเพื่อการเกษตรที่มีอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำ สามารถผ่อนชำระได้เมื่อประสบภัยพิบัติทางธรรมชาติ

4. โรคและแมลงศัตรูพืช สืบเนื่องจากการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชทั้งชนิดที่เคยระบาดมาแต่เดิมและชนิดที่ไม่เคยพบมาก่อน จึงทำให้เกษตรกรผู้ทำสวนทุเรียนภูเขาไฟที่ขาดความรู้ในเรื่องของโรคแมลงศัตรูพืชจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นไม่ตรงจุดทำให้เกษตรกรมีความต้องการที่จะให้หน่วยงานทั้งภาครัฐภาคเอกชน เข้ามาให้ความรู้เกี่ยวกับชนิดของโรคและแมลงศัตรูพืช ดังนั้น ภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงจำเป็นต้องให้การช่วยเหลือแก่เกษตรกรในพื้นที่ในเรื่องความรู้ต่าง ๆ ที่เกษตรกรประสบปัญหาอยู่ เพื่อแก้ปัญหาให้ตรงจุดทำให้ผลผลิตของเกษตรกรมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 51 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส เกษตรกรเป็นชาติพันธุ์ลาวเป็นส่วนมาก มีสมาชิกภายในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน จำนวนแรงงานจ้างในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน ส่วนใหญ่ไม่มีแรงงานจ้าง การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟมาตรฐานการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agricultural Practice) (GAP) จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเป็นหลัก เกษตรกรมีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี เกษตรกรส่วนใหญ่เข้าร่วมอบรมมาตรฐาน GAP เฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นคณะกรรมการหมู่บ้านหรือชุมชน และไม่มีตำแหน่งทางสังคม มีประสบการณ์การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐาน GAP เฉลี่ย 3 ปี มีผลต่อระดับความรู้ในการผลิตทุเรียนภูเขาไฟมาตรฐานการเกษตรที่ดีและเหมาะสม จากการศึกษาพบว่า อยู่ในระดับปานกลาง และจากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ผู้ศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานส่งเสริมในจังหวัดศรีสะเกษ ดังนี้

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการส่งเสริมและเข้าร่วมอบรมมาตรฐาน GAP ให้กับเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมในทุก ๆ ปี เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า เมื่อเกษตรกรที่เข้าร่วมอบรมการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐาน

เกษตรที่ดีและเหมาะสมเพิ่มขึ้น ทำให้เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน GAP เพิ่มมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมอย่างมีคุณภาพ และได้มาตรฐานที่ตลาดต้องการ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนให้เกษตรกรเข้าอบรมมาตรฐาน GAP เพิ่มพูนความรู้เพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเพิ่มการความรู้สิ่งใหม่ และทักษะประสบการณ์ให้กับเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า ประสบการณ์การปลูกทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม เกษตรกรนั้นมีการปลูกทุเรียนภูเขาไฟ และมีทักษะประสบการณ์ก่อนเข้าร่วมระบบมาตรฐาน GAP โดยเกษตรกรปลูกได้ผลผลิตที่ดีอยู่แล้ว จึงไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานมากนัก แต่หากกรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานส่งเสริมเกษตรมีแนวทางหรือความรู้ในสิ่งใหม่ กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหาในเรื่องการผลิตทุเรียนภูเขาไฟในรูปแบบใหม่ที่น่าสนใจ ที่เกษตรกรยังไม่ได้เรียนรู้ อาจทำให้เกษตรกรสนใจ และปฏิบัติตาม ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรที่มีประสบการณ์มากอยู่แล้วในการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมมีความรู้เพิ่มมากขึ้น

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเพิ่มแนวคิดทฤษฎีใหม่หรือความรู้ใหม่ ๆ เพื่อเผยแพร่ข้อมูลความรู้ ส่งเสริมให้กับเกษตรกร หรือการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้เกษตรกรนำความรู้ไปปฏิบัติได้จริง ในการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมมากอยู่แล้ว แต่ไม่ยอมรับที่จะนำไปปฏิบัติมากนัก คือ ด้านพื้นที่ปลูก เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรแต่เดิมเป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ และได้เปลี่ยนเป็นพืชทุเรียน ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องนำดินไปตรวจวิเคราะห์ทุกปี แต่เนื่องจากการนำดินไปตรวจวิเคราะห์เสียค่าใช้จ่าย เกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ในช่วงสูงวัยไม่สะดวกเดินทางไกล จึงไม่ยอมรับที่จะนำไปปฏิบัติมากนัก ทั้งนี้ควรให้ผู้ที่เกี่ยวข้องหน่วยงานภาครัฐ หรือเอกชน เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร ให้มีการบริการนำดินเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนไปตรวจวิเคราะห์ และรายงานผลให้กับเกษตรกร

ข้อเสนอแนะ

1. หากเกษตรกรมีการอบรมในเรื่องของการผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม จะทำให้เกษตรกรมีความเข้าใจ และปฏิบัติตามอย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น ดังนั้นควรส่งเสริมให้เกษตรกรการเข้าร่วมอบรมมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) เพื่อเพิ่มความรู้ให้เกษตรกร จากผลการศึกษาข้างต้น ควรให้หน่วยงานที่มีความรู้หรือนักวิชาการมาอบรมให้กับเกษตรกร เพื่อเพิ่มพูนความรู้ใหม่ให้กับเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนภูเขาไฟมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม

2. ถ้าเกษตรกรมีประสบการณ์การปลูกทุเรียนภูเขาไฟหลายปีและเพิ่มขยายพื้นที่ไปเรื่อย ๆ จะทำให้มีการผลิตทุเรียนภูเขาไฟมากขึ้น จากผลการศึกษาข้างต้น เกษตรกรมีประสบการณ์มากและบางด้านเกษตรกรยังไม่ปฏิบัติตามมากนัก จึงควรให้ผู้ที่มีประสบการณ์มาหลายปีมาให้คำแนะนำ เพื่อให้เกษตรกรได้นำไปใช้ในแปลงตนเอง

3. ถ้าเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้การผลิตทุเรียนภูเขาไฟตามมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพิ่มมากขึ้น จากผลการศึกษาข้างต้น กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร ควรเข้าร่วมให้ความรู้กับเกษตรกรเกี่ยวกับ หลักปฏิบัติด้านพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เกษตรกรผลิตทุเรียนให้มีคุณภาพก่อนส่งไปให้ผู้บริโภค

4. กรมวิชาการเกษตร หรือกรมส่งเสริมการเกษตร ควรเพิ่มกิจกรรม ออกแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการตลอดจนเปิดโอกาสให้กับเกษตรกรมีส่วนร่วมเพิ่มมากขึ้น เช่นมีการให้เกษตรกรออกมาแสดงความคิดเห็นปัญหาข้อแก้ไขในการผลิตทุเรียนภูเขาไฟมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม เพื่อให้เกษตรกรท่านอื่นได้นำไปปฏิบัติตามในสิ่งที่ถูกต้อง หรือฝึกทักษะเสมือนจริงตามองค์ความรู้ที่ได้ถ่ายทอด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนทุนการศึกษา “ทุนก้นกุฏิ” เพื่อใช้ในการดำเนินการศึกษาวิจัยนี้ พร้อมทั้ง ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากร สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและพัฒนาชนบท คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการวางแผนตรวจสอบแก้ไข และขอขอบคุณผู้ใหญ่บ้านในตำบลสิตำบลพราน และตำบลบังดอง อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนขอขอบคุณเกษตรกรในพื้นที่ทั้ง 3 ตำบลดังกล่าวข้างต้น ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลการทำวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Chuaysuk, S., N. Seerasarn and B. Khiewwan. 2022. Promotion of durian production under Good Agricultural Practices of farmers in Khao Khai Sub-district, Sawi district, Chumphon province. Roi Kaensarn Academic Journal 7(8): 335-352. [in Thai]

Department of Agricultural Extension. 2023. A model for improving quality of life and expanding to other communities. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. Available: https://doaenews.doae.go.th/archives/18895 (July 18, 2023). [in Thai]

Kaewlaima, N., S. Sreshthaputra, B. Limnirankul and P. Kramol. 2017. Factors affecting farmers' adoption of organic agricultural practices, Mae Ho Phra subdistrict, Mae Taeng district, Chiang Mai province. Journal of Agriculture 33(3): 387-395. [in Thai]

Kanjanawasee, S., D. Srisukho and T. Pitayanan. 1992. Appropriate statistical selection for social science research. Chulalongkorn University, Bangkok. [in Thai]

Khaiman, P., I. Boonyasiri and P. Sirisupalak. 2016. Factors influencing farmers' decision to enter Good Agricultural Practices (GAP): A case study of durian farmers in Chanthaburi province. The 6th National Research Conference, Sukhothai Thammathirat Open University, 25 November 2016, Nonthaburi. pp. 1-14. [in Thai]

Khieokham, P. 2022. Avocado production in Good Agricultural Practices of farmers in Maetho and NongKhiaw Royal Project Development Center. Master of Science thesis in Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]

Likert, R. A. 1961. New Patterns of Management. McGraw-Hill Book Company, New York.

Louangphan, J., P. Kruekum, P. Palapanya and K. Areesrisom. 2022. Factors affecting organic agriculture standard practices of organic vegetable farmers in Vientiane Capital, Lao People's Democratic Republic. Journal of Agricultural Production 4(2): 116-127. [in Thai]

Mingsakun, S. 2015. Knowledge and practice in accordance with Good Agricultural Practices (GAP) of vegetable farmers in Mae Rim district, Chiang Mai province. Master of Science thesis in Rural Resource Development, Graduate School, Maejo University. [in Thai]

Phromkiang, C. 2019. Knowledge and practice in accordance with Good Agricultural Practice of farmers growing mulberry in Chalermprakiat district, Nan province. Master's thesis in Resource Development and Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]

Prapruit, P., J. Wikraisakul and A. Pomsakul. 2022. Knowledge and practice following good agricultural practices (GAP) in Durian cultivation along the border in Srisakorn district. Narathiwat province. International Journal of Agricultural Technology 18(4): 1727-1738. [in Thai]

Sompor, W. 2021. Factors related to the need for GAP vegetable production promotion among farmers in the area of Mon Ngo Royal Project Development Center, Mae Taeng district, Chiang Mai province. Journal of Agricultural Production, Maejo University 10(2): 295-323. [in Thai]

Sorphimai, S., B. Yooprasert and B. Khiewwan. 2017. Factors affecting organic substance utilization to reduce chemical substance utilization of farmers in Sa Kaeo province. Khon Kaen Agriculture Journal 44(1): 1605-1610. [in Thai]

Thaweerat, P. 2000. Research methods in behavioral and social sciences. 8th ed. Chulalongkorn University, Bangkok. [in Thai]

Trade Policy and Strategy Office. 2020. Durian: The king of thai fruits loved by foreigners. Ministry of Commerce, Bangkok. Available: https://www.tpso.go.th/news/2308-0000000058. (March 15, 2022). [in Thai]

Yamane, T. 1973. Statistics: An introductory analysis. Harper International, New York.

ความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ หมู่บ้านท่งมั่ง อำเภอไชทานี นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

A Success of Organic Vegetable Growing of the Organic Farming Cooperative Group, Thong Mang Village, Xaythany District, Vientiane Capital, Lao People's Democratic Republic

ลัดตะนา บุนทะลามะหาไช รัชชานนท์ สมบูรณ์ชัย ปรมินทร์ นาระทะ และผานิตย์ นาขยัน*

Lathtana Bounthalamahaxay Ratchanon Somboonchai Porramin Narata and Phanit Nakayan*

สาขาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Program of Geosocial Based Sustainable Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: phanit1515@gmail.com

(Received: 31 October 2023; Revised: 25 January 2024; Accepted: 8 February 2024)

Abstract

This study was conducted to investigate, 1) the organic farming process and operation of farmers under the Thang Mang organic farming cooperative group, 2) the successful organic vegetable growing of the farmers, and 3) suggestions about organic farming of the farmers. The population of this study consisted of two groups: 44 organic vegetable growers and 2 people promoting organic farming (1 farmer group head and 1 concerned government personnel). Obtained by purposive sampling. In-depth interviews and questionnaires were used for data collection and analyzed by using content analysis.

Results of the study revealed that, at the initial stage, the farmers learned about organic farming standards and principles. Besides, there was a meeting related to operational consistency with topographic conditions and yield monitoring under organic farming standards. The success of organic vegetable growing by the farmers was due to the following components, 1) economic benefits, 2) organic farming knowledge, 3) news/information perception, 4) farmers' attitudes, 5) readiness for organic farming, and 6) organic farming process of the farmers. It was found that the successful operation of the group was raised from the leadership of the group committee, group forming, group management, readiness for organic farming, and support of concerned public and private agencies. Financial support should be encouraged beneficial training on plant disease and pest prevention, production planning, marketing, processing, and use of new technology for the development of organic vegetable production.

Keywords: Success, organic farming, organic vegetables

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) การดำเนินงานและกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง 2) ความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง 3) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง อำเภอไชทานี นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ ได้แบ่งประชากรในการศึกษาเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประชากรผู้ปลูกผักอินทรีย์อันเป็นสมาชิกกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง จำนวน 44 คน และกลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างผู้ที่ส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์ของกลุ่ม จำนวน 2 คน ได้แก่ หัวหน้ากลุ่มเกษตร 1 คน และเจ้าหน้าที่รัฐที่เกี่ยวข้อง จำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้น 46 คน ใช้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เชิงลึกในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยคัดเลือกด้วยวิธีเจาะจง และใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัย พบว่า วิธีการดำเนินงานและกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ ช่วงเริ่มต้นมีการเรียนรู้หลักการและมาตรฐานของเกษตรอินทรีย์ มีการประชุมกลุ่มร่วมกันเพื่อให้การดำเนินงานสอดคล้องกับสภาพของพื้นที่ มีการตรวจสอบเพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง มาจากองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ 2) ความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ 3) การได้รับข้อมูลข่าวสาร 4) ทัศนคติของเกษตรกร 5) ความพร้อมในการทำเกษตรอินทรีย์ 6) กระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า ความสำเร็จในการดำเนินงานของกลุ่มมาจาก ภาวะความเป็นผู้นำของคณะกรรมการกลุ่ม การมีส่วนร่วมของกลุ่ม การบริหารจัดการกลุ่ม ความพร้อมในการทำเกษตรอินทรีย์ การได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นกลไกสำคัญที่ทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จ สำหรับข้อเสนอแนะของเกษตรกร ได้แก่ การสนับสนุนให้การช่วยเหลือในด้านแหล่งทุนเพื่อสร้างโรงเรือน จัดฝึกอบรมพัฒนาในด้านการป้องกันศัตรูพืชและโรคพืช การวางแผนผลิต การตลาด และการแปรรูป การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อพัฒนาการผลิตผักอินทรีย์ให้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ความสำเร็จ เกษตรอินทรีย์ ผักอินทรีย์

คำนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคมีความตื่นตัวใส่ใจและห่วงใยสุขภาพกันเพิ่มมากขึ้น โดยให้ความสำคัญต่อการเลือกสรรอาหารที่มาจากแหล่งผลิตที่เชื่อถือได้ มั่นใจว่าปลอดภัยจากสารเคมี นอกจากนี้ ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจปัญหาสิ่งแวดล้อม จึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ผู้ประกอบการในการผลิตเกษตรต้องหันมาปรับเปลี่ยนการผลิตอาหารที่ปลอดภัย เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค ขณะเดียวกันผู้บริโภคมีแนวโน้มในการรับประทานอาหารที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมากขึ้น จึงเอื้อให้เกิดเกษตรกรรมอินทรีย์แบบยั่งยืนที่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม (Unilever Food Solutions, 2022)

รัฐบาลของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการส่งเสริมการทำเกษตรกรรมที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม การทำเกษตรแบบอินทรีย์เป็นทางเลือกที่สำคัญของการทำเกษตรแบบยั่งยืน มุ่งเน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมกำจัดศัตรูพืชแบบชีวภาพ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงวิถีการทำเกษตรและส่งเสริมให้ทำการผลิตเกษตรแบบอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น ตามดำรัสว่าด้วยการจัดตั้งปฏิบัติแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และแผนงบประมาณแห่งรัฐประจำปี พ.ศ. 2563 ฉบับเลขที่ 473/นย ลงวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ที่ระบุให้ภาครัฐปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการผลิตเกษตรอินทรีย์ สนับสนุนการรวมกลุ่มเกษตรกร เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ส่งเสริมการส่งออกและลดการพึ่งพาการนำเข้า (Royal Thai Consulate-General, Savannakhet, 2020)

สหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง ได้เริ่มก่อตั้งกลุ่มขึ้นในปี พ.ศ 2558 ปัจจุบันมีจำนวนสมาชิกทั้งหมด 44 ครัวเรือน และมีเนื้อที่ในการผลิต 228 ไร่ เป็นกลุ่ม

เกษตรกรที่สำคัญกลุ่มหนึ่งในการผลิตพืชผักอินทรีย์ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว กระบวนการผลิตทุกขั้นตอนจะอยู่ภายใต้การดูแลของคณะกลุ่มและรัฐบาลที่คอยให้การส่งเสริมการผลิตให้ได้ตามมาตรฐาน โดยเน้นกระบวนการผลิตที่สะอาด ปลอดภัยจากสารเคมีตามมาตรฐานของเกษตรอินทรีย์ และถือว่าเป็นกลุ่มหนึ่งที่ทำแล้วเห็นว่าประสบความสำเร็จ เกษตรกรมีรายได้จากการผลผลิตพืชผักอินทรีย์สูงกว่าเกษตรกรผู้ผลิตพืชผักทั่วไป โดยยึดหลักในการผลิตให้มีลักษณะของความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบกับการวางแผนการผลิตและการจัดการฟาร์มทำให้เกษตรกรมีผลผลิตอย่างสม่ำเสมอและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด เช่น การจัดการสำหรับผลผลิตระยะสั้นและระยะยาว โดยการปลูกผักและการปลูกไม้ผลร่วมกัน ทำให้การผลิตมีความเกื้อกูลกับธรรมชาติและมนุษย์ อีกทั้งยังลดการพึ่งพาปัจจัยการผลิตจากภายนอก โดยการทำปุ๋ยใช้เองและทำสารสกัดชีวภาพจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยใช้วัตถุดิบที่มีในชุมชนและเก็บจากป่า (คำมอน หลวงลาด, ผู้ให้สัมภาษณ์, 18 ตุลาคม พ.ศ. 2565)

จากเหตุผลดังกล่าวเห็นได้ว่า การทำเกษตรอินทรีย์ของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง เป็นส่วนหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ มีกระบวนการบริหารจัดการองค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่มาประยุกต์ใช้ในการผลิต ทำให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ ด้วยเหตุนี้ กลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง มีองค์ความรู้ที่ใช้เป็นต้นแบบของความสำเร็จในการดำเนินงานของกลุ่ม ที่สามารถนำไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ให้กับเกษตรกรคนอื่น ๆ หรือกลุ่มอื่น ที่ต้องการนำแนวทางไปพัฒนาให้ประสบความสำเร็จได้ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาวิธีการดำเนินงานและกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ รวมทั้งศึกษาความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ตลอดจนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง อันเป็นประโยชน์สำคัญในการนำไปปรับใช้เพื่อเป็นแนวทางในการทำเกษตรอินทรีย์ให้กับกลุ่มอื่น ให้มีความเข้มแข็งและมีศักยภาพสามารถพึ่งพาตนเองได้ ตลอดจนสามารถทำการแข่งขันในตลาดต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ หมู่บ้านท่งมั่ง อำเภอไชทานี นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เป็นการวิจัยในเชิงคุณภาพ (qualitative research) ประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์เชิงลึกและแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

แบบสอบถาม ประกอบด้วยประเด็นคำถามที่ใช้ในการสอบถาม 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถาม เกี่ยวกับข้อมูลความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง โดยแบ่งประเด็นคำถามออกเป็น 6 ด้าน คือ 1) ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ เป็นแบบสัมภาษณ์เจาะลึกและแบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (rating scale) 2) ด้านความรู้ความเข้าใจในการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร เป็นแบบทดสอบวัดความรู้แบบถูก-ผิด (ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน) 3) ด้านการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร โดยมีลักษณะเป็นการตรวจสอบรายการ (check list) และเติมคำในช่องว่าง 4) ด้านทัศนคติของเกษตรต่อการทำเกษตรอินทรีย์ เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ 5) ด้านความพร้อมของเกษตรกรในการทำเกษตรอินทรีย์ เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ 6) ด้านกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง เป็นข้อคำถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสามารถแสดงข้อคิดเห็นได้ แล้วทำการอ่านผลด้วยการสรุปเนื้อหา

แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วยประเด็นคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานและกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง เป็นข้อคำถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสามารถแสดงข้อคิดเห็นได้ แล้วทำการอ่านผลด้วยการสรุปเนื้อหา (content analysis)

ตอนที่ 2 เป็นแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง โดยแบ่งประเด็นเนื้อหา คือ ภาวะความเป็นผู้นำ การมีส่วนร่วมการบริหารจัดการของกลุ่ม ความพร้อมภายในกลุ่ม การได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก เป็นข้อคำถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสามารถแสดงข้อคิดเห็นได้ แล้วทำการอ่านผลด้วยการสรุปเนื้อหา (content analysis)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เลือกเฉพาะผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำเกษตรอินทรีย์ของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง โดยเลือกกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) รวมทั้งสิ้น 46 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ประชากรเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง จำนวน 44 คน และกลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างผู้ที่ให้การช่วยเหลือสนับสนุนและส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์ของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง จำนวน 2 คน ได้แก่ หัวหน้ากลุ่มเกษตรอินทรีย์ 1 คน และเจ้าหน้าที่รัฐ สังกัดกรมส่งเสริมและสหกรณ์กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้ จำนวน 1 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

แหล่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ ประชากรกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ จำนวน 44 คน และใช้แบบสัมภาษณ์มีโครงสร้าง โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มตัวอย่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ผู้นำเกษตรอินทรีย์ 1 คน และเจ้าหน้าที่รัฐ 1 คน รวมทั้งสิ้น 46 คน ควบคู่กับการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายยิ่งขึ้น แล้วทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลที่เก็บได้จากการสอบถามและการสัมภาษณ์ เมื่อเห็นว่าครบถ้วนแล้วจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูล 2) ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) เป็นการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร รายงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

1) วิธีการดำเนินงานและกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง เป็นข้อมูลได้จากแบบสัมภาษณ์ ด้วยข้อคำถามแบบปลายเปิด และทำการอ่านผลด้วยการสรุปเนื้อหา

2) ความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกร เป็นข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย ด้านผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ด้านการได้รับข้อมูลข่าวสาร ด้านทัศนคติของเกษตรกร ด้านความพร้อมของเกษตรกร และด้านกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร่วมกับการใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และการอธิบายผล และมีเกณฑ์ในการแปลผลใช้การวัดแบบ 5 ระดับ ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดมาตราส่วนการประมาณค่า (rating scale) ของ Likert (1961) โดยกำหนดคะแนนเฉลี่ยเพื่อแบ่งระดับและพิจารณาระดับความคิดเห็นดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
4.51 - 5.00	ในระดับมากที่สุด
3.51 - 4.50	ในระดับมาก
2.51 - 3.50	ในระดับปานกลาง
1.51 - 2.50	ในระดับน้อย
1.00 - 1.50	ในระดับน้อยที่สุด

สำหรับด้านระดับความรู้ความเข้าใจในการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ผู้วิจัยใช้สูตรการคำนวณหาอันตรภาคชั้น โดยกำหนดออกเป็น 3 ชั้น ซึ่งมีสูตร (Sookplung *et al*., 2022) ดังนี้

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} = \frac{20-0}{3}$$

= 6.66 ประมาณเป็น 7

ค่าคะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
คะแนน 0 - 7 คะแนน	หมายความว่า มีความรู้ในระดับน้อย
คะแนน 8 - 14 คะแนน	หมายความว่า มีความรู้ในระดับปานกลาง
คะแนน 15 - 20 คะแนน	หมายความว่า มีความรู้ในระดับมาก

สำหรับแบบสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับข้อมูลความสำเร็จของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง โดยแบ่งเป็นประเด็นเนื้อหา คือ ภาวะความเป็นผู้นำ การมีส่วนร่วม การบริหารจัดการกลุ่ม ความพร้อมภายในกลุ่ม การได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก และได้ทำการอ่านผลด้วยการสรุปเนื้อหา

3) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ที่ได้จากการสอบถามและการสัมภาษณ์เจาะลึก ใช้แบบคำถามปลายเปิดในการรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ได้มีการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลและการตีความหมายของผู้วิจัยเกี่ยวกับเนื้อหาต่าง ๆ กับความคิดของผู้ให้ข้อมูลว่าสอดคล้องกันหรือไม่ โดยการตรวจสอบแบบสามเส้า (Denzin, 1978)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

วิธีการดำเนินงาน และกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง

จากการศึกษาวิธีการดำเนินงานและกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง พบว่า หมู่บ้านท่งมั่ง มีเนื้อที่ทำการเพาะปลูก 3,315 ไร่ ได้มีก่อตั้งกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่งขึ้นในปี พ.ศ. 2558 เริ่มต้นมีเกษตรกร 12 ครัวเรือน และปัจจุบันมีจำนวน 44 ครัวเรือน ด้านการดำเนินงานของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง เป็นระบบการเกษตรที่มีการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลัก คือ

1) กิจกรรมการปลูกพืชมี 44 ครัวเรือน รวมทั้งหมด 228 ไร่ มีโรงเรือน 155 หลัง มีบ่อน้ำบาดาล จำนวน 16 บ่อ โดยดำเนินการทำเกษตรในรูปแบบการปลูกพืชผักอินทรีย์ มีการทำอย่างละเอียดและดูเอาใจใส่เป็นอย่างดี เพื่อให้ได้ผลผลิตดี เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมพื้นที่และการปรับปรุงบำรุงดิน การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ การดูแลต้นกล้า การใส่ปุ๋ยและการเก็บเกี่ยวพืชที่ผู้บริโภคนิยมและเกษตรกรปลูกมากที่สุด ได้แก่ ผักบุ้ง ผักโขม ผักกาดหอม ผักกาดขาว ผักกาดกวางตุ้ง ผักคะน้าและผักสลัด เป็นต้น และได้มีการตรวจสอบมาตรฐานอินทรีย์ทุกครั้งก่อนส่งไปจำหน่าย นอกจากนี้ยังมีการสุ่มตรวจคุณภาพมาตรฐาน ณ จุดวางจำหน่าย จำนวน 2 ครั้งต่อเดือน โดยห้องการกสิกรรมและป่าไม้อำเภอสีสัดตะนาก นครหลวงเวียงจันทน์ เพื่อเป็นการรับรองคุณภาพของผลผลิตให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในผลผลิตของกลุ่ม นอกจากนี้ ยังมีการปลูกไม้ผลและพืชยืนต้น มีความสะดวกในการนำไปประกอบอาหาร ทั้งยังช่วยให้ประหยัดไม่ต้องเสียเงินซื้อ และถ้ามีมากก็สามารถนำเอาไปขายเพื่อสร้างรายได้ให้กับตนเอง ซึ่งเกษตรกรได้มีการทำปุ๋ยใช้เอง โดยใช้วัสดุที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยมาใช้ในการทำเกษตร ทั้งยังเป็นมิตรต่อคน สัตว์และสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 2 วิธี คือ 1) การทำปุ๋ยหมักชีวภาพ จากใบไม้ ฟางข้าว เปลือกข้าว มูลสัตว์ และเศษวัชพืชอื่น ๆ

2) การทำน้ำหมักสมุนไพรนำมาใช้ในการบำรุงพืชและใช้พืชสมุนไพรในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช (มีการใช้ สะเดา ตะไคร้ สาบเสือ ข่า บอระเพ็ด ขมิ้น น้อยหน่า ดอกดาวเรือง ใบยาสูบ กระเทียม) ด้านการตลาดของกลุ่ม มีพ่อค้ามารับซื้อผลผลิตในพื้นที่และมีการจำหน่ายหลากหลายช่องทาง ได้แก่ ตลาดหมู่บ้านท่งมั่ง ห้างเวียงจันทน์เซ็นเตอร์ ร้านอาหาร View Mall ร้านอาหารสุกี้ MK บริษัทสร้างอาหารเพื่อสุขภาพ (CP) ร้านอาหารในโรงแรม และมีการวางจำหน่ายในตลาดนัดตามงานประชุมสำคัญต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการขายออนไลน์ เพื่อสร้างความสะดวกให้แก่ผู้ที่สนใจบริโภคพืชผักอินทรีย์ โดยมีช่องทางในการขายใน Facebook และ WhatsApp

2) กิจกรรมการเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วยเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะจำนวน 9 ครัวเรือน เลี้ยงวัวและควาย จำนวน 7 ครัวเรือน เลี้ยงไก่ จำนวน 16 ครัวเรือน เลี้ยงหมู จำนวน 6 ครัวเรือน และเลี้ยงปลาน้ำจืด ได้แก่ ปลานิล ปลาไน ปลาดุก ปลาช่อน และปลาตะเพียน จำนวน 10 ครัวเรือน สำหรับอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์เกษตรกรได้นำเอาผลไม้ ใบไม้ และพืชผักต่าง ๆ ที่หาได้ในบริเวณพื้นที่เพาะปลูกนำไปเป็นอาหารให้แก่สัตว์เลี้ยง เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการซื้ออาหาร ส่วนในด้านของการจำหน่ายได้มีพ่อค้ามารับซื้อในพื้นที่ของเกษตรกรเอง

กระบวนการทำเกษตรของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง พบว่า ได้มีการนำเอาองค์ความรู้แบบเกษตรประณีตมานำไปใช้ในการทำเกษตรอินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็นองค์ความรู้ทางด้านวิชาการ ภูมิปัญญาและประสบการณ์ เป็นการทำเกษตรที่มุ่งเน้นการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ เสริมสร้างความหลากหลายทางชีวภาพ ด้วยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ ส่งเสริมการนำปัจจัยการผลิตจากธรรมชาติในพื้นที่ที่มีอยู่ไปใช้ในการเพิ่มผลผลิตและพัฒนาการต้านทานโรคพืชและสัตว์เลี้ยง ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและไม่มีการใช้สารเคมีในการเพาะปลูกทุกขั้นตอน ให้ความสำคัญกับการพัฒนาแบบองค์รวมและเน้นความสมดุลของระบบนิเวศ ส่งเสริมการทำเกษตรกรรมแบบผสมผสาน เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร ตลอดจนการพัฒนาองค์ความรู้ของเกษตรกรด้วยการจัดฝึกอบรมและการศึกษาดูงานในฟาร์มเกษตรที่มีผลงานดี เพื่อพัฒนาให้เกษตรกรสู่เกษตรมืออาชีพ ให้สามารถดำเนินการผลิตเกษตรแบบครบวงจร ทั้งด้านการผลิต การตลาดและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการสร้างกลุ่มให้มีความเข้มแข็งและสามารถเชื่อมโยงกับเครือข่ายเกษตรกรภายนอกและภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป

ความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง

การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และการสอบถามเกี่ยวกับความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกร 1) ด้านผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ 2) ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร 3) ด้านการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร 4) ด้านทัศนคติของเกษตรกรต่อการทำเกษตรอินทรีย์ 5) ด้านความพร้อมในการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร 6) ด้านกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร จำนวน 44 คน ผลที่ได้มีดังนี้

1) ด้านผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ

เกษตรกรมีรายได้ เฉลี่ย 148,045 บาท/ปี/ครัวเรือน โดยรวมด้านผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.2) เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการปลูกผักอินทรีย์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64) และด้านเศรษฐกิจที่อยู่ในระดับมาก ได้แก่ ต้นทุนในส่วนปัจจัยการผลิตลดลงโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแทนสารเคมี ($\bar{X}$ = 4.41) ราคาผลผลิตเกษตรอินทรีย์สูงกว่าเกษตรทั่วไป ($\bar{X}$= 43.4) สินค้ามีตลาดรองรับที่แน่นอน ($\bar{X}$ = 4.20) การทำเกษตรอินทรีย์ทำให้ไม่มีหนี้สิน ($\bar{X}$ = 3.95) การทำเกษตรอินทรีย์ทำให้มีเงินเก็บ ($\bar{X}$ = 3.68) (Table 1) การทำเกษตรอินทรีย์ทำให้ชีวิตการเป็นอยู่ของเกษตรกรดีขึ้น รายได้ส่วนมากมาจากการทำเกษตรเป็นหลัก มีเงินใช้จ่ายเพื่อเลี้ยงชีพในชีวิตประจำวันและสามารถมีเงินส่งลูกหลาน

เข้าโรงเรียนได้ ทำให้เกษตรกรอยากทำเกษตรอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Thatsed (2001) รายงานว่า เกษตรอินทรีย์สามารถสร้างรายได้ให้ครอบครัวอย่างต่อเนื่อง ไม่มีหนี้สิน มีเงินออม การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และสารชีวภาพปลอดภัยต่อผู้บริโภค ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

Table 1 An average mean score, standard deviation, and a level of economic benefits of famers in Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group

(n=44)

Economic benefits of famers in Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group	$\bar{X}$	S.D.	Description
The family's income has increased	4.64	0.49	Most Agree
Costs of production decreased	4.41	0.60	Agree
The price of organic agricultural products is high	4.34	0.61	Agree
The product has a definite market to support	4.20	0.63	Agree
Organic farming keeps farmers out of debt	3.95	0.75	Agree
Organic farming gives farmers money to save	3.68	0.88	Agree
Total	**4.20**	**0.66**	**Agree**

2) ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์ระดับความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ด้วยข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ พบว่า โดยรวมเกษตรกรมีคะแนนความรู้ในกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 18.34) มีคะแนนสูงสุด 20 คะแนน และมีคะแนนความรู้น้อยที่สุดคือ 13 คะแนน ซึ่งส่วนใหญ่มีความรู้อยู่ในระดับมากระหว่าง 15 - 20 คะแนน จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 93.2 (Table 2) เมื่อเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์มาก จะทำให้เกษตรกรทำเกษตรถูกวิธีตามมาตรฐานของเกษตรอินทรีย์และสามารถประสบความสำเร็จได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lukrak *et al*. (2013) ที่กล่าวว่าความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานอินทรีย์เป็นปัจจัยสำคัญต่อการทำฟาร์มเกษตรอินทรีย์ให้ประสบความสำเร็จ เนื่องจากการทำเกษตรอินทรีย์มีความยุ่งยากซับซ้อน เกษตรกรต้องใช้เวลาในการเรียนรู้และทำความเข้าใจแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Kaewlaima *et al*. (2017) ที่พบว่าเมื่อเกษตรกรมีความรู้ในการทำเกษตรอินทรีย์มากจะส่งผลทำให้เกษตรกรเกิดความเข้าใจในการทำเกษตรอินทรีย์ สามารถทำเกษตรได้อย่างถูกวิธี

Table 2 A number, percentage, and a level of knowledge about organic agriculture of farmers in Tong Mang Organic Agriculture Cooperative Group

(n=44)

A level of knowledge about the organic agriculture of Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group	Score	No.	%
High	15-20	41	93.2
Moderate	8-14	3	6.8
Low	0-7	0	0.00
$\bar{X}$ = 18.34, S.D. = 1.49, Min = 13, Max = 20			

3) ด้านการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร

เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารในการทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี เกษตรกรทั้งหมดได้รับข้อมูลข่าวสารจากเจ้าหน้าที่ของรัฐและหัวหน้ากลุ่มเกษตรกร จำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 100 จากเพื่อนบ้านและญาติ จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 95.5 จากอินเตอร์เน็ต จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 68.2 และจากหน่วยงานเอกชน จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 54.5 (Table 3) แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารจากหลากหลายช่องทางที่แตกต่างกัน ยิ่งเกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารมาก ก็จะนำเอาองค์ความรู้มาพัฒนาการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรนับวันยิ่งได้รับผลดีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suriyachaiphun *et al.* (2023) ที่พบว่าการได้รับข้อมูลข่าวสารการทำเกษตรอินทรีย์ จะทำให้เกษตรกรเรียนรู้วิธีการทำเกษตรอินทรีย์หรือเทคนิคต่าง ๆ ที่แตกต่างกันจากที่ทำอยู่และยังสามารถนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่แปลงปลูกได้ดี

Table 3 A number and percentage of receiving information about organic agriculture of farmers in Tong Mang Organic Agriculture Cooperative Group

(n=44)

A level of receiving information about the organic agriculture of Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group	No.	%
Government agencies	44	100
Head of the organic farming group	44	100
Neighbors and relatives	42	95.5
Internet	30	68.2
Private agency	24	54.5

4) ด้านทัศนคติของเกษตรกรต่อการทำเกษตรอินทรีย์

เกษตรกรส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการทำเกษตรอินทรีย์ รวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.39) โดยเรียงค่าเฉลี่ยแต่ละด้านจากมากไปน้อย ดังนี้ (1) ด้านสุขภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52) (2) ด้านนิเวศวิทยา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.47) (3) ด้านการดูแลเอาใจใส่ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.32) (4) ด้านความเป็นธรรม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.26) (Table 4) ซึ่งทัศนคติของเกษตรกรในการทำเกษตร

อินทรีย์เป็นสิ่งที่สำคัญ ทำให้เกษตรกรเกิดความเชื่อมั่นและทำตามหลักการของเกษตรอินทรีย์อย่างจริงจัง โดยเน้นกระบวนการเป็นมิตรต่อคนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Maneechot and Athinuwat (2019) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการทำเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากเกษตรอินทรีย์ ทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นส่งผลที่ดีและปลอดภัยต่อสุขภาพ ทั้งยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม

Table 4 An average mean score, standard deviation, and a level of attitudes towards the organic agriculture of famers in Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group

(n=44)

Attitudes towards the organic agriculture of famers in Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group	$\bar{X}$	S.D.	Description
Health	4.52	0.49	Most Agree
Ecology	4.47	0.51	Agree
Care	4.32	0.63	Agree
Fairness	4.26	0.60	Agree
Total	**4.39**	**0.56**	**Agree**

5) ด้านความพร้อมในการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่มีความพร้อมรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.91) เรียงค่าเฉลี่ยแต่ละด้านจากมากไปน้อย ดังนี้ (1) ด้านความพร้อมทางกายภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.21) (2) ด้านความพร้อมทางสังคม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.12) (3) ด้านความพร้อมทางเศรษฐกิจ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.41) (Table 5) ความพร้อมเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ เช่น การมีพื้นที่การทำเกษตร สภาพดินมีลักษณะร่วนซุย มีแหล่งน้ำเพียงพอ มีแรงงานในครัวเรือน มีเงินทุนหมุนเวียนตลอดจนมีประสบการณ์และตลาดในการจำหน่ายสินค้า ซึ่งเป็นกลไกขับเคลื่อนการดำเนินงานให้ประสบความสำเร็จในการทำเกษตรอินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Poung-ngamchuen and Phromta (2021) พบว่า ความพร้อมในการทำเกษตรของเกษตรกรประกอบด้วย ด้านพื้นที่ปลูก ด้านพันธุ์พืช และด้านต้นทุน

Table 5 An average mean score, standard deviation, and a level of readiness towards the organic agriculture of farmers in Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group

(n=44)

Readiness towards the organic agriculture of famers in Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group	$\bar{X}$	S.D.	Description
Physical	4.21	0.58	High
Society	4.12	0.65	High
Economy	3.41	0.70	Moderate
Total	**3.91**	**0.64**	**High**

6) ด้านกระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่มีทักษะในการทำเกษตรอินทรีย์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.36) เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ (1) ด้านการจัดการพันธุ์พืช อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.65) (2) ด้านการเลือกพื้นที่ผลิต อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.63) (3) ด้านการจัดการปุ๋ย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.60) (4) ด้านการจัดการดิน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.46) (5) ด้านการเก็บเกี่ยวและจัดการผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.41) (6) ด้านการขนส่งและการตลาด อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.37) (7) ด้านการจัดการน้ำ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.32) (8) ด้านการจัดการศัตรูพืช อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.05) (9) ด้านการควบคุมวัชพืช อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.73) (Table 6) สังเกตเห็นได้ว่า เกษตรกรให้ความสำคัญกับกระบวนผลผลิตที่ปลอดภัย เป็นมิตรต่อคน สัตว์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sookplung *et al*. (2022) ที่รายงานว่า เกษตรกรให้ความสำคัญกับผลผลิตที่ปลอดภัยต่อสุขภาพของตนเองและครอบครัว รวมทั้งใส่ใจกับสุขภาพผู้บริโภค และการศึกษาของ Yaiprasarn and Leksut (2019) ที่พบว่าเกษตรกรให้ความสำคัญกับมิติสุขภาพเป็นหลัก รองลงมาคือ ความปลอดภัยไม่มีสารพิษตกค้างและช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อลดต้นทุนและประหยัดค่าใช้จ่าย

Table 6 An average mean score, standard deviation, and a level of organic farming of farmers in Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group

(n=44)

Organic farming of farmers in Tong Mang Organic Agricultural Cooperative Group	$\bar{X}$	S.D.	Description
Seed management	4.65	0.44	Most Agree
Choosing a planting area	4.63	0.47	Most Agree
Fertilizer management	4.60	0.45	Most Agree
Soil management	4.46	0.49	Agree
Harvesting and post-harvest management	4.41	0.45	Agree
Transportation and marketing	4.37	0.49	Agree
Water management	4.32	0.57	Agree
Pest management	4.05	0.59	Agree
Weed control	3.73	0.56	Agree
Total	**4.36**	**0.50**	**Agree**

ความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง จากการสัมภาษณ์เกษตรกรและกลุ่มตัวอย่างผู้นำกลุ่มเกษตรและเจ้าหน้าที่รัฐ สรุปผลได้ ดังนี้

1) ภาวะความเป็นผู้นำของคณะกรรมการกลุ่ม พบว่า ผู้นำมีความมุ่งมั่น อดทนและไม่ท้อถอยต่ออุปสรรค โดยเฉพาะช่วงเริ่มต้นที่มีปัญหา เนื่องจากเป็นการทำเกษตรด้วยวิธีใหม่สังคมยังไม่รับรู้เกี่ยวกับคุณประโยชน์ของพืชผักอินทรีย์ไม่มีตลาดรองรับ เงินทุนไม่เพียงพอ ทำให้เกษตรกรบางครัวเรือนได้ถอนตัวในการทำเกษตรอินทรีย์ แต่ก็สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ของกลุ่มได้เป็นอย่างดี พยายามทำให้เกษตรกรคนอื่น ๆ เห็นว่า การทำเกษตรอินทรีย์สามารถสร้างรายได้ที่ดีให้แก่ครอบครัวได้ ด้วยการที่ผู้นำลงมือปฏิบัติให้เห็นก่อนที่จะชวนคนในชุมชนทำ ดังเช่นคำที่ว่า ผู้นำทำให้เห็น

จากเริ่มต้นมีสมาชิก 12 ครัวเรือน ปัจจุบันเพิ่มขึ้นเป็น 44 ครัวเรือน อีกทั้งผู้นำยังมีความเพียร ตั้งใจในการทำงานและปฏิบัติการดำเนินแผนการบริหารจัดการกลุ่มจนสามารถสร้างตั้งเป็นกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ได้ ทุกคนมีความเอาใจใส่ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งในการประชุมทุกครั้งได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยเฉพาะปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับสมาชิกเกษตรกร พร้อมทั้งประสานกับหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องเพื่อร่วมกันหาแนวทางแก้ไขปัญหาและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่สมาชิก ถือได้ว่าเป็นผู้นำและคณะกรรมการที่มีวิสัยทัศน์ที่ดีมีความมุ่งมั่นในการนำพากลุ่มเกษตรกรประสบความสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Udomlamun *et al.* (2019) พบว่า ภาวะความเป็นผู้นำของคณะกรรมการเครือข่ายและคณะกรรมการฝ่ายต่าง ๆ มีประสิทธิภาพช่วยก่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดกับเครือข่ายฯ รวมทั้งผู้นำมีความตั้งใจในการดำเนินงานตามแผนในการบริหารจัดการ รวมกันหาแนวทางแก้ไขปัญหา ตามทักษะและความชำนาญในแต่ละด้าน เป็นผลทำให้เครือข่ายประสบความสำเร็จ

2) **การมีส่วนร่วมของสมาชิกและคณะกรรมการกลุ่ม** พบว่า การมีส่วนร่วมมีความสำคัญต่อการพัฒนาความเข้มแข็งของกลุ่ม เนื่องจากการมีส่วนร่วมต้องเริ่มจากการร่วมรับรู้ ร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมตัดสินใจ ร่วมการดำเนินกิจกรรม ร่วมรับผลประโยชน์ ร่วมแก้ไขปัญหา และร่วมติดตามตรวจสอบ สิ่งที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม โดยวันที่ 5 ของแต่ละเดือน ทางกลุ่มได้มีการจัดประชุมเพื่อสรุปผลผลิตที่ส่งออกจำหน่าย และสรุปรายรับรายจ่าย พร้อมทั้งวางแผนการผลิตเดือนถัดไป นอกจากนี้ ยังได้มีการประชุมสรุปประจำปี เพื่อให้เกษตรกรได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในการทำเกษตรที่ผ่านมา รวมทั้งการวางแผนในการพัฒนาการทำเกษตรอินทรีย์ต่อไปในอนาคตร่วมกัน โดยที่สมาชิกทุกคนสามารถเสนอแนวทางในแก้ไขปัญหา ทั้งร่วมตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากรของกลุ่มที่มีอยู่เพื่อให้มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด ทำให้การดำเนินงานของกลุ่มสามารถบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลทำให้การทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เป็นที่ยอมรับของคนภายในพื้นที่และนอกพื้นที่ จนรัฐบาลได้สนับสนุนให้ก่อตั้งเป็นกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ เพื่อเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญทางด้านการเกษตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rungrut *et al.* (2022) พบว่า การมีส่วนร่วมของสมาชิกและคณะกรรมการกลุ่มโดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วม ในการร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมแก้ไข ส่งผลให้ผลผลิตที่มีคุณภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่กลุ่มต้องการ

3) **การบริหารจัดการของกลุ่ม** พบว่า มีการบริหารจัดการในการทำเกษตรอินทรีย์ โดยมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน ทำเกษตรตามความสามารถของเกษตรกรเอง เป็นเจ้าของธุรกิจร่วมกัน แบ่งปันผลประโยชน์อย่างยุติธรรมตามความสามารถของแต่ละสมาชิกเพื่อมุ่งเน้นยกระดับรายได้และปรับปรุงชีวิตการเป็นอยู่ของสมาชิกกลุ่มให้ดีขึ้น โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญทำให้กลุ่มประสบผลสำเร็จ 5 ประเด็น คือ 1) การมีมุมมองร่วมกัน โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีมุมมองร่วมกันถึงความเป็นกลุ่ม รับรู้วัตถุประสงค์และเป้าหมายของกลุ่มร่วมกันแก้ไขปัญหาและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน กล่าวคือ สภาพปัญหาของเกษตรกรก่อนที่จะรวมกลุ่มกันเป็นสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ ได้ร่วมการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับราคาผลผลิตตกต่ำ ไม่มีตลาดในการวางจำหน่ายที่แน่นอน เงินทุนหมุนเวียนไม่เพียงพอ และอื่น ๆ ภายหลังได้มีการก่อตั้งเป็นสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ ทำให้เกษตรกรสามารถแก้ไขปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวได้ ทำให้เกษตรกรมีความรู้สึกผูกพันกันและอยากดำเนินกิจกรรมการทำเกษตรอินทรีย์ของกลุ่มต่อไปเพื่อพัฒนาให้กลุ่มเข้มแข็งมากยิ่งขึ้น 2) การมีวิสัยทัศน์ของกลุ่มร่วมกัน พบว่า เกษตรกรและคณะกรรมการกลุ่ม มีวิสัยทัศน์ที่มองเห็นความสำคัญและคุณค่าในการทำเกษตรอินทรีย์และเกษตรแบบผสมผสาน โดยมีจุดมุ่งหมายในการทำเกษตรร่วมกัน มีการรับรู้และมีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน ซึ่งเป็นกลไกในการขับเคลื่อนในการทำเกษตรอินทรีย์ให้ประสบผลสำเร็จทางด้านปริมาณและคุณภาพ เป็นแรงผลักดันให้เกษตรกรสามารถพัฒนาการทำเกษตรได้ดีมากยิ่งขึ้น มีความเป็นเอกภาพกันและ

ยังสามารถช่วยป้องกันการขัดแย้งที่เกิดจากมุมมองแนวความคิดที่แตกต่างกันของสมาชิกภายในกลุ่ม 3) การได้รับผลประโยชน์ร่วมกัน พบว่า เกษตรกรทุกคนร่วมกันดำเนินกิจกรรมของกลุ่มโดยมีผลประโยชน์และความต้องการร่วมกันเป็นพลังขับเคลื่อนกิจกรรมของกลุ่ม โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมายและกระบวนการดำเนินงานอย่างละเอียด มีเป้าหมายในการพัฒนาชีวิตการเป็นอยู่ของเกษตรกรกลุ่มให้ดีขึ้น ด้วยการลดต้นทุนในการผลิตด้วยการทำปุ๋ยใช้เอง โดยนำใช้วัสดุที่หาได้ในพื้นที่และเพิ่มมูลค่าของผลผลิตด้วยการพัฒนาคุณภาพจากการทำเกษตรปลอดสารพิษมาเป็นเกษตรอินทรีย์ ซึ่งทำให้สมาชิกในกลุ่มมีรายได้เพิ่มขึ้น เปลี่ยนจากการปลูกพืชเชิงเดี่ยวควบคู่ไปกับการปลูกพืชแบบผสมผสาน 4) การส่งเสริมซึ่งกันและกันของเกษตรกร การที่เกษตรกรภายในกลุ่มได้มีแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในการดำเนินการทำเกษตรอินทรีย์ร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เป็นข้อดีของสมาชิกกลุ่มอีกอย่างหนึ่ง ทำให้เกษตรกรสามารถแก้ไขปัญหาที่พบเจอร่วมกันได้เป็นอย่างดี ซึ่งเกษตรกรได้ร่วมกันแก้ไขปัญหาในความไม่มีหลากหลายของผลผลิต ด้วยการเปลี่ยนจากการปลูกพืชเชิงเดี่ยว หันมาเป็นการทำเกษตรแบบผสมผสาน ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและมีผลผลิตในการจำหน่ายตลอดฤดูกาล 5) การสื่อสาร เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับเกษตรกร โดยมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันในการได้รับข้อมูลข่าวสารและการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่งจะใช้วิธีการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารด้วยการประชุมกลุ่ม โดยมีการประชุมประจำเดือนและประชุมประจำปี เพื่อสรุปข้อมูลและแลกเปลี่ยนบทเรียนเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ รวมทั้งสรุปงบประมาณผลผลิตที่ได้รับ ตลอดจนแนวแก้ไขปัญหาและการวางแผนพัฒนาของกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rungrut *et al*. (2022) พบว่า กระบวนการบริหารจัดการของกลุ่มเกษตรอินทรีย์ มีองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย มีการรับรู้มุมมองร่วมกัน การมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน การมีผลประโยชน์และความสนใจร่วมกัน รวมทั้งกระบวนการเสริมสร้างซึ่งกันและกัน ตลอดจนระบบความสัมพันธ์และการสื่อสาร

4) **ความพร้อมในการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร** พบว่า เกษตรกรทุกคนมีพื้นที่ในการทำเกษตรเป็นของตนเอง ไม่ต้องเสียเงินในการเช่าพื้นที่ มีความพร้อมด้านการได้รับการช่วยเหลือสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ทั้งมีความพร้อมทางด้านการตลาด มีแรงงานในครัวเรือนที่คอยให้การช่วยเหลือสนับสนุนในการทำเกษตรและมีวัสดุอุปกรณ์ที่เพียงพอต่อการทำเกษตร ตลอดจนความพร้อมด้านความรู้และประสบการณ์ในการทำเกษตรอินทรีย์และได้มีโอกาสไปศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ทำให้มีความเข้าใจมากขึ้น สามารถนำมาปรับใช้ในพื้นที่ของตนเองได้ ซึ่งความพร้อมเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของกลุ่ม เป็นกลไกที่สำคัญในการขับเคลื่อนการดำเนินงานของกลุ่มให้ประสบความสำเร็จได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suriyachaiphun *et al*. (2023) พบว่า เกษตรกรที่มีความพร้อมสามารถทำเกษตรอินทรีย์ได้เลยทันที ซึ่งต่างจากเกษตรกรที่ไม่มีความพร้อมที่อาจจะไม่สามารถทำเกษตรอินทรีย์ได้ทันที หรือหากจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือหรือสนับสนุนจากภาคีเครือข่ายที่มีอยู่ โดยความพร้อมส่งผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรเกี่ยวข้องกับปัจจัย เช่น ที่ดิน เงินทุน แรงงาน องค์ความรู้

5) **การได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก** พบว่า การได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐต่าง ๆ เช่น กรมปลูกฝัง กรมส่งเสริมและสหกรณ์ กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้ ห้องการกสิกรรมและป่าไม้อำเภอไชทานี นอกจากนี้ ยังมีหน่วยงานของเอกชนที่ให้การสนับสนุนหลัก ๆ ได้แก่ Asia Pacific Farmers Program, Farmers Organizations for ASIA กองทุนระหว่างประเทศเพื่อพัฒนาเกษตรกรรม (IFAD) และอื่น ๆ ซึ่งในการสนับสนุนการดำเนินงานได้มีการศึกษาความต้องการของเกษตรกรเพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพของพื้นที่ ได้มีการวางแผนพัฒนาร่วมกัน โดยมีการวางวัตถุประสงค์ เป้าหมาย ผลที่ได้รับ ตลอดจนการติดตามและประเมินผล ทำให้การดำเนินงาน

ประสบความสำเร็จตามความต้องการของเกษตรอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Phalaho *et al*. (2019) พบว่า การได้รับการสนับสนุนจากสังคมและหน่วยงานต่าง ๆ มีความสำคัญในการพัฒนาความเข้มแข็ง ทั้งยังส่งผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของกลุ่มอีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ หมู่บ้านท่งมั่ง อำเภอไชทานี นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบว่า ด้านวิธีการดำเนินงาน และกระบวนการทำเกษตร เป็นการทำเกษตรอินทรีย์ควบคู่กับเกษตรผสมผสาน บนพื้นฐานหลักการในการดำเนินอย่างโปร่งใส โดยมีการประชุมร่วมกันในการดำเนินงานและมีการตรวจสอบสม่ำเสมอ ส่งเสริมความยั่งยืนให้กับสุขภาพทั้งเกษตรกรและผู้บริโภครวมทั้งระบบนิเวศ ด้านความสำเร็จในการปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง มาจากองค์ประกอบ คือ ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ การได้รับข้อมูลข่าวสาร ทัศนคติของเกษตรกร ความพร้อมในการทำเกษตรอินทรีย์ กระบวนการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร โดยความสำเร็จในการดำเนินงานของกลุ่มมาจากภาวะความเป็นผู้นำของคณะกรรมการกลุ่ม การมีส่วนร่วมของกลุ่ม การบริหารจัดการกลุ่ม ความพร้อมในการทำเกษตรอินทรีย์ การได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นกลไกสำคัญที่ทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จ สำหรับข้อเสนอแนะของเกษตรกร ได้แก่ การสนับสนุนให้การช่วยเหลือในด้านแหล่งทุนเพื่อสร้างโรงเรือน จัดฝึกอบรมพัฒนาในด้านการป้องกันศัตรูพืชและโรคพืช การวางแผนผลิต การตลาด และการแปรรูป การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อพัฒนาการผลิตผักอินทรีย์ให้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะที่ต้องการให้หน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการส่งเสริมและพัฒนาการทำเกษตรอินทรีย์ ดังนี้ 1) สนับสนุนให้การช่วยเหลือในด้านการประสานงานกับแหล่งเงินทุนเพื่อสร้างโรงเรือน เพื่อที่สามารถปลูกพืชให้ได้รับผลดี 2) จัดฝึกอบรมให้แก่เกษตรกรเพิ่มเติมในด้านการผลิตนอกฤดูกาล การวางแผนผลิต การตลาด และการแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ตลอดจนให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันศัตรูพืชและโรคพืช 3) ส่งเสริมการนำใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้แก่เกษตรกรได้มากขึ้น เพื่อสร้างความสะดวกให้แก่เกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนน้อย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ กรมความร่วมมือระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศแห่งราชอาณาจักรไทย ที่สนับสนุนทุนการศึกษา เพื่อใช้ในการดำเนินการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ กรมส่งเสริมและสหกรณ์ กระทรวงเกษตรกรรมและป่าไม้ หัวหน้ากลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง อำเภอไชทานี นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่กรุณาช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณเกษตรกรกลุ่มสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ท่งมั่ง ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลการทำวิจัยนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Denzin, N. K. 1978. The Research Act: A theoretical introduction to sociological methods (2nd ed). NY: McGraw-Hill, New York.

Kaewlaima, N., S. Sreshthaputra, B. Limnirankul and P. Kramol. 2017. Factors affecting farmers' adoption of organic agricultural practices, Mae Ho Phra subdistrict, Mae Taeng district, Chiang Mai province. Journal of Agriculture 33(3): 387-395. [in Thai]

Likert, R. 1961. New Patterns of Management. McGraw-Hill Book Company, New York.

Lukrak, N., D. Athinuwat and T. Sindecharak. 2013. Problems and barriers in changing to organic vegetable production of Ratchaburi farmers who qualified in the organic farming development project. Thammasat Journal of Science and Technology 2(2): 125-133. [in Thai]

Maneechot, S. and D. Athinuwat. 2019. Factors affecting the success of organic farming in small farmer communities in Nakhon Sawan province. Thai Journal of Science and Technology 8(6): 597-608. [in Thai]

Phalaho, S., Y. Yupas and P. Phosing. 2019. Factors affecting the success of Green Farmer Group in Kalasin province. Journal of Social Science for Local Rajabhat Mahasarakham University 6(1): 145-154. [in Thai]

Poung-ngamchuen, J. and W. Phromta. 2021. Tobacco growing for reducing smog effect from maize stubble burning in upper northern Thailand. Journal of Social Sciences Vision, Mahachulalongkorn Rajavidyalaya University 10(3): 185-197. [in Thai]

Royal Thai Consulate-General, Savannakhet. 2020. Organic agriculture: Opportunities for Thai businesses in Lao PDR. Available: https://savannakhet.thaiembassy.org/th/content/เกษตรอินทรีย์ (April 23, 2022). [in Thai]

Rungrut, S., S. Maso, Y. Kadem, K. Chanakul and N. Masae. 2022. Success in organic farming in Pa Rai subdistrict, Mae Lan district, Pattani province. Journal of Social Sciences and Buddhistic Anthropology 7(12): 318-333. [in Thai]

Sookplung, D., C. Thawornratana 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): 1161-1182. [in Thai]

Suriyachaiphun, K., P. Sakkatat, S. Fongmul and S. Saengsuphot. 2023. Factors affecting organic farming of farmers in highland areas of Chiang Mai province. Journal of Agricultural Production 5(1): 13-26. [in Thai]

Thatsed, N. 2001. Final research report: Organic agriculture and quality of life development project. Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun. [in Thai]

Udomlamun, S., S. Yotathip, S. Maso, S. Rungrut, A. Musikawan, K. Khaophaiboon, W. Wuttiwong and A. Anubut. 2019. Success in farmer network management: A case study of the durian farmer network under the large-scale farming project in Sai Khao sub-district, Khok Pho district, Pattani province. Proceedings of the National Conference on Community and Local Development Studies (CSD Samphan), 27-30 January 2019, Sisaket Rajabhat University, Sisaket. pp. 13–18. [in Thai]

Unilever Food Solutions. 2022. Five inspiring food trends in 2022. Available: https://www.brandbuffet.in.th/2022/01/unilever-food-solutions-x-trend-watch-2022 (May 5, 2023). [in Thai]

Yaiprasarn, K. and S. Leksut. 2019. Development of an organic marketing model of the sustainable agriculture network in Lamphun province: Final local research report. Thailand Research Fund (TRF), Local Research Division, Bangkok. [in Thai]

ฉายภาพทัศน์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตภายใต้สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อการผลิตข้าวนาปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Projection Impact of Climate Change in the Future under Greenhouse Gas Emissions Scenarios on Rice in-Season Production in Northeastern Thailand

ธนากร แสนสาร วราภรณ์ นันทะเสน เก นันทะเสน และนิโรจน์ สินณรงค์*

Thanakorn Saensan Waraporn Nunthasen Ke Nunthasen and Nirote Sinnarong*

สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Department of Applied Economics, Faculty of Economics, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: nirote@mju.ac.th

(Received: 20 September 2023; Revised: 2 January 2024; Accepted: 9 February 2024)

Abstract

This study aimed to analyze the projected impact and risks of climate change on in-season rice production in Northeastern Thailand, via production function analysis with Feasible Generalized Least Squares (FGLS) estimators. The analysis was based on panel data from 19 provinces in the region, covering the period from 2002 to 2020. The results of the study showed that area harvested, trend time, and cumulative precipitation had a positive effect on the yield of in-season rice yields, and it was a statistically significant risk-decreasing factor for rice production variance. On the other hand, average temperature and variance of the average temperature negatively affect the production of in-season rice yields, and there was a statistically significant increase in the risk of variance in rice production. The results of the numerical simulation found that in the 2030s and 2050s, the effects of climate change will cause yields to decrease by 1.470 percent and 2.003 percent, respectively, causing production losses of 8,049.72 tons, equivalent to economic value. 74.41 million baht and 10,973.34, representing an economic value of 101.44 million baht. This work is only a presentation of the impacts of climate change and a projection of future impacts. As an impact result, farmers and policymakers should have good practices for rice cultivation that are consistent with climate change in order to deal with future problems in a sustainable way.

Keywords: Rain-fed rice production, climate change, impact and risk, northeastern Thailand

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคาดการณ์ผลกระทบและความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวนาปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ด้วยการวิเคราะห์ฟังก์ชันการผลิตด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดทั่วไปแบบเป็นไปได้ เพื่อแก้ไขปัญหาค่าความแปรปรวนของค่าความความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ โดยใช้ข้อมูลแบบพาเนล จำนวน 19 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ค.ศ. 2005 - 2020) และการจำลองเชิงตัวเลขเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงในอนาคตของการผลิตข้าวภายใต้สถานการณ์สภาพอากาศที่แตกต่างกัน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรสภาพอากาศจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ปลูกข้าว แนวโน้มของเวลา และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยในฤดูการผลิต มีผลกระทบเชิงบวกต่อผลผลิตข้าวนาปี และเป็นตัวแปรลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนต่อ

การผลิตข้าวนาปีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางกลับกันตัวแปร อุณหภูมิเฉลี่ย และความแปรปรวนอุณหภูมิเฉลี่ยมีผลกระทบเชิงลบต่อผลผลิตข้าวนาปีและเป็นตัวแปรเพิ่มความเสี่ยงจากความแปรปรวนต่อการผลิตข้าวนาปี ผลการจำลองเชิงตัวเลขพบว่า ในช่วงทศวรรษที่ 2030 และ 2050 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 1.470 และ 2.003 ตามลำดับ ก่อให้เกิดความเสียหายจากผลผลิตลดลง 8,049.72 ตัน คิดเป็นมูลค่า 74.41 ล้านบาท และ 10,973.34 คิดเป็นมูลค่า 101.44 ล้านบาท งานชิ้นนี้เป็นเพียงการนำเสนอผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและคาดการณ์จำลองผลกระทบในอนาคต จากผลกระทบดังกล่าว เกษตรกรและผู้กำหนดนโยบายควรมีแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับการเพาะปลูกข้าวที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อรับมือปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การผลิตข้าวนาปี การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบและความเสี่ยง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นหนึ่งในความท้าทายที่สำคัญที่สุดที่มนุษยชาติต้องเผชิญในปัจจุบัน โดยมีผลกระทบที่เกิดขึ้นทั่วโลกแล้ว การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนากลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อจัดการความเสี่ยงของการผลิตพืชผลเมื่อเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากข้อมูล NOAA National Centers for Environmental Information (2023) ความผิดปกติของอุณหภูมิแสดงถึงความแตกต่างจากอุณหภูมิเฉลี่ยหรือค่าอุณหภูมิพื้นฐาน ความผิดปกติเชิงบวกแสดงว่าอุณหภูมิที่สังเกตได้อุ่นกว่าค่าพื้นฐาน เกษตรกรจึงต้องเผชิญกับความเสี่ยงที่มากขึ้นต่อพืชผล ในภาคการเกษตรความเสี่ยงมีหลายรูปแบบโดยเฉพาะด้านการผลิต การตลาด การเงิน สถาบัน และความเสี่ยงส่วนบุคคล (Komarek *et al*., 2020) และยังต้องเผชิญผลกระทบทางลบที่ไม่แน่นอนเนื่องจากปัจจัยภายนอก เช่น ภูมิอากาศ แมลงศัตรูพืช และโรค ของตัวแปรทางชีวภาพ ภูมิอากาศ ราคาสินค้าเกษตรที่ไม่อาจคาดเดาโดยที่เกษตรกรไม่สามารถควบคุมราคาตลาดได้ (Baethgen *et al*., 2008) ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่เกษตรกรต้องแบกรับ หากขาดการวางแผนรับมือกับปัญหา

การทำการเกษตรในประเทศไทยนั้นเป็นการเกษตรแบบพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติและสภาพอากาศในพื้นที่เป็นหลัก ดังนั้นภาคการผลิตทางการเกษตรจึงนับเป็นภาคส่วนที่มีความเสี่ยงสูงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจำเป็นต้องมีการส่งเสริมความรู้เพื่อสร้างความตระหนักต่อผลกระทบความเสี่ยงและหาแนวทางการปรับตัวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ความไม่ปกติของสภาพภูมิอากาศที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต (Sinnarong *et al*., 2022) อันได้แก่ การเข้าถึงแหล่งน้ำ เทคโนโลยีการผลิตโรงเรือนควบคุมสภาพอากาศ เป็นต้น

ตามรายงานการประเมินฉบับที่ 6 (The Sixth Assessment Report, AR6: 2022) ของ IPCC ระบุว่าอุณหภูมิพื้นผิวโลกจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องไปจนถึงอย่างน้อยกลางศตวรรษที่ 21 ซึ่งในสถานการณ์ระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกันจะส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในระดับที่แตกต่างกัน ในภาวะโลกร้อนที่รุนแรงเช่นนี้จะมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อระบบนิเวศและสังคมทั่วโลก หากปล่อยไว้ต่อไปย่อมมีผลต่อการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพาะปลูกข้าวนาปีที่ต้องอาศัยฝนฟ้าอากาศเป็นปัจจัยหลัก ดังนั้นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเร่งด่วนเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบที่รุนแรงที่สุดของภาวะโลกร้อน ในการนี้ AR6 ได้นำเสนอข้อมูลคาดการณ์สภาพอากาศตามสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันเป็นประโยชน์ในการศึกษาผลกระทบสภาพอากาศที่เกิดขึ้น Sinnarong (2023) ได้นิยามชื่อภาษาไทยว่า “เส้นทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมแบบร่วมแบ่งปัน (Shared Socioeconomic Pathway; SSP)” แบ่งออกเป็น 5 ระดับตามข้อสมมุติฐานการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมและ

การลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรวมถึงการควบคุมมลพิษทางอากาศ ได้แก่สถานการณ์ SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 และ SSP5-8.5 โดยที่ระดับ SSP3-7.0 และ SSP5-8.5 เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูง โดยระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ระหว่างปี ค.ศ. 2050 - 2100 ในขณะที่ระดับ SSP2-4.5 เป็นระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับปานกลาง โดยที่การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับในระดับปัจจุบันจนกระทั่งถึงกลางศตวรรษที่ 21 ที่เป็นสถานการณ์ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับต่ำและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงจนถึงระดับคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิเป็นศูนย์ (Net zero) ในปี ค.ศ. 2050 และสุดท้ายระดับ SSP1-1.9 และ SSP1-2.6 เป็นระดับที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิเป็นลบ ซึ่งการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดนั้นเชื่อมโยงระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอันเป็นผลกระทบสืบเนื่องกันจากชั้นบรรยายกาศที่ทำให้โลกร้อนขึ้นนั้นเอง ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงประโยชน์จากการใช้ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเพื่อคาดการณ์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่มีต่อการผลิตข้าว

แม้ว่าการศึกษาก่อนหน้านี้ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวในบางภูมิภาคของประเทศไทย (Pakeechai *et al.*, 2020; Puphoung *et al.*, 2019; Sinnarong *et al.*, 2019; Sinnarong *et al.*, 2022) แต่ทว่าการศึกษาดังกล่าวนั้น ใช้ข้อมูลประมาณการณ์จากสถานีตรวจวัดอากาศซึ่งไม่ได้ครอบคลุมทุกพื้นที่เป็นเพียงข้อมูลเฉลี่ยรวมเท่านั้น ซึ่งไม่ได้สะท้อนอิทธิพลที่เกิดจากความแตกต่างของพื้นที่ได้อย่างชัดเจน ด้วยการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมวิเคราะห์ซ้ำนี้จะสามารถสะท้อนสภาพที่เกิดขึ้นจริงตามแต่ละพื้นที่ทุกช่วงเวลาได้ อีกทั้งยังไม่มีงานใดที่นำข้อมูลการจำลองสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ AR6 มาใช้ศึกษาจำลองผลกระทบดังกล่าว เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ใหม่สำหรับการศึกษาในประเทศไทย ด้วยเหตุนี้จึงเป็นการเติมเต็มช่องว่างการวิจัยด้านความเที่ยงตรงของข้อมูลที่ศึกษาอีกทั้งยังเป็นการทบทวนยืนยันผลกระทบและความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวนาปี โดยใช้พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศ อีกทั้งยังเป็นแหล่งผลิตข้าวนาปีที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทย บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคาดการณ์ผลกระทบและความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวนาปีภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย โดยประยุกต์กรอบทฤษฎีฟังก์ชันการผลิต Stochastic Production Function (Just and Pope, 1978) และใช้การวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติแบบข้อมูลพาเนลซึ่งรวมอิทธิพลพื้นที่ของข้อมูลภาคตัดขวางและอิทธิพลของอนุกรมเวลาเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสภาพอากาศและผลผลิตข้าวได้อย่างครอบคลุม ด้วยวิธีการนี้ทำให้สามารถประมาณค่าที่เชื่อถือได้ของความสัมพันธ์ด้านสภาพอากาศและผลผลิตได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา

1.1 ข้อมูลการผลผลิตข้าวนาปีรายจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19 จังหวัด ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2002 - 2020 จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ประกอบด้วย พื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตข้าว ผลผลิตเฉลี่ย

1.2 ข้อมูลสภาพอากาศในอดีตโดยใช้ชุดข้อมูลวิเคราะห์ซ้ำสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2002 - 2020 ของ ERA5 Ag 9.6 km รายวัน ซึ่ง ERA5 คือ ระบบวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศที่ถูกพัฒนาโดย ECMWF หรือ European Centre for Medium-Range Weather Forecasts โดยระบบนี้มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงขึ้นและมีการติดตามสภาพภูมิอากาศทั่วโลก (Boogaard *et al.*, 2020) และข้อมูลสภาพอากาศในอนาคตจากการสมมุติเหตุการณ์ของ CMIP6 ซึ่งย่อมาจาก Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 ซึ่งเป็นโครงการที่รวบรวมและเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพภูมิอากาศจากหลาย ๆ แหล่งต่างกัน เพื่อให้เราสามารถเข้าใจและปรับปรุงความแม่นยำของการจำลองสภาพ

ภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น ที่ข้อมูลนั้นถูกเผยแพร่โดย World Bank (2022) ซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์ระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตาม “เส้นทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมแบบร่วมแบ่งปัน (Shared Socioeconomic Pathway, SSP)” ตามรายงานการประเมินฉบับที่ 6 (AR6) จำนวน 3 ระดับ เป็นตัวแทนของสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ได้แก่ SSP1-1.9 เป็นระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิเป็นลบ SSP2-4.5 เป็นระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับปานกลาง และ SSP5-8.5 เป็นระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับสูงสุด ประกอบด้วยข้อมูล อุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิธีการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ (Feasible Generalized Least Squares; FGLS) เพื่อแก้ไขปัญหาค่าความแปรปรวนของค่าความความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการค่าเฉลี่ย ตามวิธีการศึกษาของ Sinnarong *et al.* (2022)

2.2 จำลองผลกระทบโดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรสภาพอากาศจากผลของข้อมูลปีฐาน ซึ่งอยู่ในรูปร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต เมื่อตัวแปรสภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จึงมาเทียบกับร้อยละการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในอนาคต จะได้ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในอนาคตต่อผลผลิต (effect-climate change)

3. การกำหนดแบบจำลองฟังก์ชันการผลิตแบบ Stochastic Production Function (SPF)

จากแนวคิดฟังก์ชันการผลิตของ Just and Pope (1979) กำหนดรูปแบบฟังก์ชันการผลิตแบบ Stochastic Production Function (SPF) หรือ $y = f(x, v)$ เมื่อ x เป็นเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิตทั่วไป เช่น ที่ดิน ทุน แรงงาน และ v เป็นเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิตที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ สภาพอากาศในพื้นที่เพาะปลูกทั้งนี้เพื่อนำปัจจัยเชิงสุ่มที่จะส่งผลต่อความไม่แน่นอนในการผลิต เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ (Battese *et al.*, 1997; Jatuporn and Takeuchi, 2022; Yu *et al.*, 2022) เพื่อให้ได้ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตข้าว โดยกำหนดให้อิทธิพลของตัวแปรอื่นที่ไม่ได้นำเข้ามาวิเคราะห์เป็นค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้จัดรูปแบบของสมการให้อยู่ในรูปแบบ Double-Log

3.1 สมการผลผลิตเฉลี่ย (Mean Production Function)

$$\begin{aligned}\ln Production_{it} &= \alpha_0 + \beta_a \ln Area_havest_{it} + \beta_b \ln Time_{it} \\ &+ \beta_c \ln Precipitation_{it} \\ &+ \beta_d \ln Variance_Precipitation_{it} \\ &+ \beta_e \ln Temp_{it} + \beta_f \ln Variance_Temp_{it} \\ &+ \mu_{it} + v_{it}\end{aligned}$$

โดยที่

lnProduction (ตัน)	คือ ผลผลิตข้าวรายจังหวัด i ณ ปีที่ t
lnArea_harvest	คือ พื้นที่ปลูกข้าวรายจังหวัด i ณ ปีที่ t (ไร่)
lnTime	คือ แนวโน้มของเวลา ซึ่งตัวแทนของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลา เพิ่มขึ้นปีละ 1 โดยนับปีที่ 1 เป็น 1 จนกระทั่งปีสุดท้าย
lnPrecipitation	คือ ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี (มิลลิเมตร)
lnVariance_Precipitation	คือ ความแปรปรวนปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี (มิลลิเมตร)^2
lnTemp	คือ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส)
lnVariance_Temp	คือ ความแปรปรวนอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส)^2
u_{it}	คือ ค่าคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มไม่สามารถสังเกตได้
i และ t	คือ พื้นที่แต่ละประเทศที่ i และ ณ เวลา t

วิเคราะห์ในโมเมนต์ที่สูงขึ้นสำหรับการวิเคราะห์ฟังก์ชันความแปรปรวนของผลผลิต สามารถประยุกต์แนวคิดแบบจำลองเชิงโมเมนต์ของฟังก์ชันการผลิตตามแบบของ Antle (1983); Antle and Havenner (1983) ได้ดังสมการความแปรปรวนของผลผลิต โดยที่ u^2 คือ ความแปรปรวนของผลผลิตเฉลี่ย

3.2 สมการความแปรปรวนผลผลิตเฉลี่ย (Variance Function)

$$
\begin{aligned}
&{u_{it}}^2 \\
&= \alpha_0 + \beta_a \ln Area_havest_{it} + \beta_b \ln Time_{it} \\
&+ \beta_c \ln Precipitation_{it} \\
&+ \beta_d \ln Variance_Precipitation_{it} \\
&+ \beta_e \ln Temp_{it} + \beta_f \ln Variance_Temp_{it} \\
&+ e_i
\end{aligned}
$$

ผลการวิจัยและวิจารณ์

จาก Table 1 ผลแบบจำลองฟังก์ชันผลผลิตเฉลี่ยโดยใช้การประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ (FGLS) โดยได้ควบคุมปัญหาความแตกต่างที่เกิดขึ้น (heteroskedasticity) และปัญหาอัตสหสัมพันธ์ภายในข้อมูล (autocorrelation) ในกรณีละเมิดเงื่อนไขอันดับที่ 1 (AR1) ช่วงปี ค.ศ. 2002 - 2020 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้รูปแบบจำลอง Cobb-Douglas เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตข้าว โดยที่ ค่าสัมประสิทธิ์ (β) แสดงถึงความยืดหยุ่นของปัจจัยการผลิตข้าวนาปีที่มีต่อเปลี่ยนแปลงไปร้อยละปริมาณผลผลิตข้าว ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรพื้นที่ปลูกข้าว (β_a = 0.98961) มีผลกระทบเชิงบวกต่อร้อยละปริมาณผลผลิตข้าวนาปีอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sinnarong *et al.* (2019) ที่ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการผลิตข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงปี ค.ศ. 1989-2009 และ Sinnarong *et al.* (2022) ได้ศึกษาเพิ่มเติมในช่วงปี ค.ศ. 1989 - 2017 เช่นเดียวกับ Pakeechai *et al.* (2020) ที่ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการผลิตข้าวภาคกลาง ช่วงปี ค.ศ. 1987 - 2017 และ Puphoung *et al.* (2019) ที่ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการผลิตข้าวภาคเหนือ ช่วงปี ค.ศ. 1987 - 2017 โดยให้ผลการศึกษาตรงกันว่าพื้นที่ปลูกข้าวมีผลกระทบเชิงบวกต่อผลผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีอุปทานสินค้าเกษตรและทฤษฎีการผลิต เมื่อพิจารณาตัวแปรแนวโน้มของเวลา (trend time) (β_b = 0.0311) มีผลกระทบเชิงบวกต่อร้อยละปริมาณผลผลิตข้าวนาปี อย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Puphoung *et al.* (2019); Pakeechai *et al.* (2020) และ Sinnarong *et al.* (2022) พบว่า ตัวแปรแนวโน้มเวลาหรือการพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรข้าวเป็นตัวแปรลดผลกระทบและความเสี่ยงที่ผลผลิตจะลดลง (downside risk) จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นในอนาคต แสดงให้เห็นว่า เทคโนโลยีการผลิตมีผลต่อระดับผลผลิตข้าวนาปีเฉลี่ยในทิศทางเดียวกันและมีส่วนสำคัญในการผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต ซึ่งเป็นตามทฤษฎีการผลิตเมื่อคำนึงถึงเทคโนโลยีตามกฎของอุปทาน เมื่อพิจารณาตัวแปรกลุ่มตัวแทนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ อันได้แก่ ปริมาณน้ำฝนสะสม ความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนสะสม อุณหภูมิเฉลี่ย และความแปรปรวนของอุณหภูมิเฉลี่ย ตัวแปรแรก ปริมาณน้ำฝนสะสม (β_c = 0.4159) มีผลกระทบเชิงบวกต่อร้อยละปริมาณผลผลิตข้าวนาปี อย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sinnarong *et al.* (2019) Puphoung *et al.* (2019) Pakeechai *et al.* (2020) และ Sinnarong *et al.* (2022) ปริมาณน้ำฝนสะสมเป็นปัจจัยสำคัญต่อการผลิตข้าว ต่อมาความแปรปรวนปริมาณน้ำฝนสะสม (β_d = 0.00167) มีผลกระทบเชิงบวกต่อร้อยละปริมาณผลผลิตข้าวนาปีอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ถัดมา อุณหภูมิเฉลี่ย (β_e = -0.30369) มีผลกระทบเชิงลบต่อร้อยละปริมาณผลผลิตข้าวนาปี อย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 สอดคล้องกับงานของ Sinnarong *et al.* (2019) และ Puphoung *et al.* (2019) เช่นเดียวกับในกรณีผลการศึกษาของ Pakeechai *et al.* (2020) ที่ใช้อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเป็นตัวแทนก็มีผลกระทบเชิงลบต่อผลผลิตข้าวนาปีและเป็นตัวแปรเพิ่มความเสี่ยงจากความ

แปรปรวนต่อการผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ได้มีผลการศึกษาของ Sinnarong *et al.* (2022) ที่ได้ระบุถึงทิศทางของผลกระทบเชิงบวกต่อผลผลิตข้าวนาปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงปี ค.ศ. 1989 - 2017 แม้จะไม่ได้มีนัยสำคัญก็ และสุดท้ายความแปรปรวนของอุณหภูมิเฉลี่ย (β_f = 0.00040) มีผลกระทบเชิงลบต่อร้อยละปริมาณผลผลิตข้าวนาปีอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 กล่าวโดยสรุปแล้ว พื้นที่ปลูกข้าวและแนวโน้มของเวลามีผลเชิงบวกต่อผลผลิตข้าว ต่อมาเมื่อพิจารณาตัวแปรกลุ่มน้ำฝนจะเห็นได้ว่า ปริมาณน้ำสะสมและความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนสะสมมีผลเชิงบวกต่อผลผลิตข้าวนาปี ถัดไปเมื่อพิจารณาตัวแปรกลุ่มอุณหภูมิจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยและความแปรปรวนของอุณหภูมิเฉลี่ยมีผลเชิงลบต่อผลผลิตข้าวนาปี อย่างไรก็ตาม เมื่อทราบถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตเฉลี่ยข้าวนาปีทั้งสามกรณีจากฟังก์ชันผลผลิตเฉลี่ยแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความเสี่ยงจากความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปี

การผลการวิเคราะห์แบบจำลองความเสี่ยงจากความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปี (variance production model) โดยใช้รูปแบบสมการแบบ Cobb-Douglas จากผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบพาเนล (PLS) โดยที่ ค่าสัมประสิทธิ์ (β) หากมีประมาณค่าเชิงบวก แสดงถึงตัวแปรอธิบายเป็นตัวแปรที่ส่งผลในการเพิ่มความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปี หรือ ตัวแปรเพิ่มความเสี่ยง (risk-increased variables) ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรแนวโน้มของเวลา (trend time) (β_b = -0.00428) เป็นตัวแปรลดความเสี่ยงของร้อยละปริมาณผลผลิตข้าวนาปีอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 กล่าวคือ ถัดมาเมื่อพิจารณาตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย (β_e = -0.08601) เป็นตัวแปรลดความเสี่ยงของร้อยละปริมาณผลผลิตข้าวนาปี อย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ในทางตรงกันข้ามความแปรปรวนของอุณหภูมิเฉลี่ย (β_f = 0.00077) เป็นตัวแปรเพิ่มความเสี่ยงของร้อยละปริมาณผลผลิตข้าวนาปี อย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จากผลการศึกษาข้างต้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Puphoung *et al.* (2019); Pakeechai *et al.* (2020) และ Sinnarong *et al.* (2022)

Table 1 Mean Production and Variance Function of Rice In-Season Production

Variables	FGLS Regression: Heteroskedastic with Cross-sectional and AR(1) Correlation	Variance production model
In-season area harvested (Rai)	0.98961***	-0.00124
	(0.00181)	(0.00122)
Trend time (Technology change)	0.03110***	-0.00428***
	(0.00041)	(0.00093)
Cumulative precipitation (mm.)	0.04159***	-0.00147
	(0.00142)	(0.00382)
Precipitation variance (mm^2)	0.00167***	0.00017
	(0.00006)	(0.00032)
Average temperature (°C)	-0.30369***	-0.08601**
	(0.01445)	(0.03554)

Table 1 Mean Production and Variance Function of Rice In-Season Production (Cont.)

Variables	FGLS Regression: Heteroskedastic with Cross-sectional and AR(1) Correlation	Variance production model
Average temperature variance (°C^2)	-0.00040***	0.00077**
	(0.00007)	(0.00034)
Constant	-0.27797***	0.32921***
	(0.05105)	(0.11942)
Observations	361	361
R-squared	Not Applicable	0.1187
Adjusted R-squared	Not Applicable	0.1038
Model significance	Wald χ^2 (6) = 478179***	F (6, 354) = 7.951***

Remarks: 1) standard errors in parentheses. 2) *, **, and *** indicate that the significant at the 10%, 5%, and 1% level of significance.

จาก Table 2 จากข้อมูลแบบจำลองจากการรวบรวมแบบจำลองสภาพภูมิอากาศทั่วโลกของโครงการ Coupled Model Inter-comparison Projects (CMIP) ที่รองรับรายงานการประเมินครั้งที่ 6 ของ IPCC สังเกตได้ว่า ในอนาคตข้างหน้าอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนสะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยปีฐาน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือก 3 สถานการณ์เพื่อเป็นตัวแทนในการจำลองผลกระทบที่เกิดในขึ้นในอนาคต ได้แก่ SSP1-1.9 เป็นระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิเป็นลบ ที่อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากปีฐานร้อยละ 5.92 - 6.22 และปริมาณน้ำฝนสะสมเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.84 - 6.81 ถัดมา SSP2-4.5 เป็นระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับปานกลาง ที่อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากปีฐานร้อยละ 6.11 - 8.38 และปริมาณน้ำฝนสะสมเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.95 - 15.08 สุดท้าย SSP5-8.5 เป็นระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับสูงสุด ที่อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากปีฐานร้อยละ 6.45 - 10.23 และปริมาณน้ำฝนสะสมเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.99 - 14.80 ลำดับต่อไปจะนำการเปลี่ยนแปลงไปของตัวแปรร้อยละเทียบกับร้อยละการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในอนาคต จะได้ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในอนาคตดัง Table 3

Table 2 Mean of baseline temperature and precipitation

Based 1983-2021	Rice in-season
Baseline temperature (°C)	26.50
Baseline precipitation (mm)	1,327.45
Baseline rice production (tons)	547,742.20
Baseline rice price (Baht/tons) (2004-2021)	9,243.79

Table 2 Mean of baseline temperature and precipitation (Cont.)

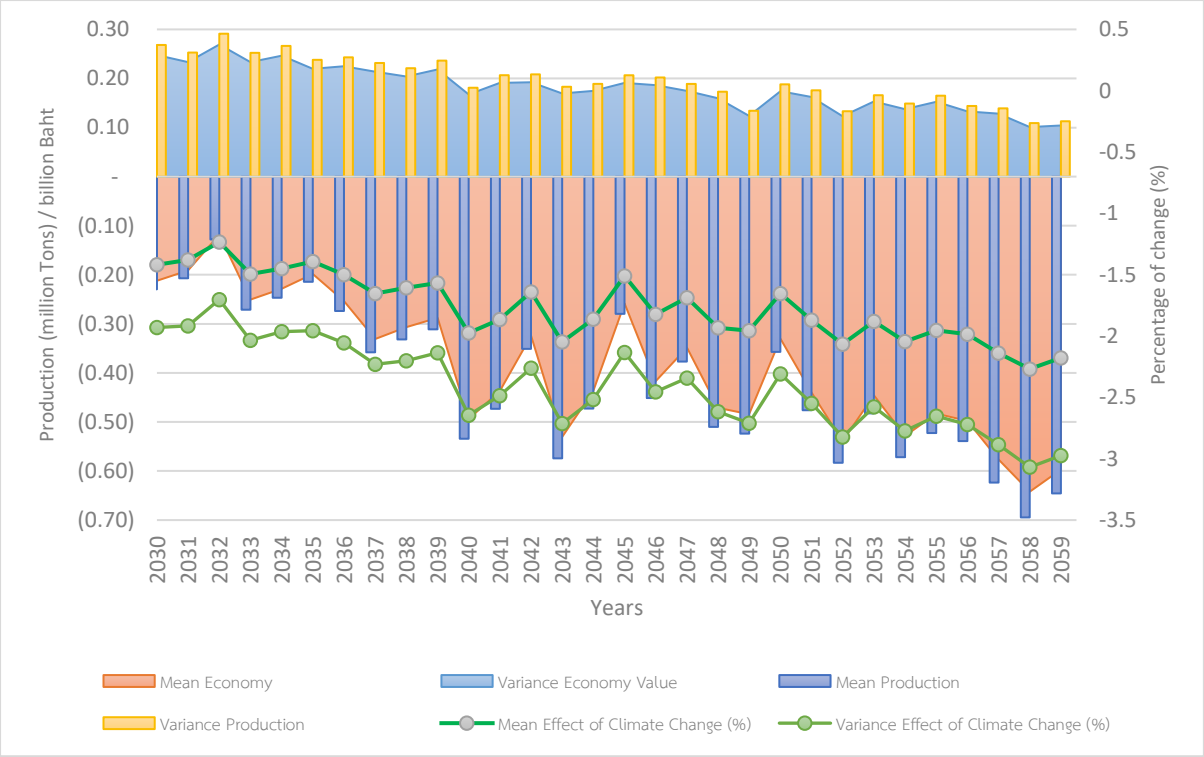
CMIP6	2030s	2050s
Temperature (SSP1.19: 50th)	28.07	28.15
Temperature (SSP2.45: 50th)	28.12	28.72
Temperature (SSP8.85: 50th)	28.21	29.21
Precipitation (SSP1.19: 50th)	1,365.28	1,417.97
Precipitation (SSP2.45: 50th)	1,499.31	1,527.58
Precipitation (SSP8.85: 50th)	1,499.92	1,523.87

Remarks: World Bank (2022) and result analysis

จาก Table 3 การจำลองเชิงตัวเลขเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงในอนาคตของการผลิตข้าวภายใต้สถานการณ์สภาพอากาศที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลช่วงทศวรรษที่ 2030 และ 2050 เนื่องจากเป็นปีเป้าหมายเชิงนโยบายของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่มุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (carbon neutrality and net zero emission) เพื่อใช้ประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนในอนาคตในการจำลองผลกระทบ (projected temperature and projected precipitation) โดยใช้ข้อมูลสถานการณ์ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ได้แก่ SSP1.19 SSP2.45 และ SSP8.58 ซึ่งเรียงลำดับตามความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต ผลการศึกษาพบว่าในแบบจำลองฟังก์ชันผลผลิตเฉลี่ยจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยมีเพิ่มขึ้นจากอิทธิพลของตัวแปรผลผลิตเฉลี่ยลดลงร้อยละ 1.797 - 3.105 และเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจากอิทธิพลของตัวแปรผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.119 ถึง 0.627 เมื่อรวมผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากอิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยเป็นส่วนใหญ่ลดลงร้อยละ 1.470 - 2.003 หากแสดงอยู่ในรูปของปริมาณผลผลิตเฉลี่ยคาดการณ์ในอนาคตปริมาณผลผลิตเฉลี่ยลดลง 8,049.72 - 10,973.34 ตัน หรือมูลค่าความเสียหายคาดการณ์ 74.41 - 101.44 ล้านบาท หากพิจารณาถึงความเสี่ยงจากความแปรปรวนของผลผลิตจากแบบจำลองฟังก์ชันความแปรปรวน ผลผลิตเฉลี่ยจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยมีเพิ่มขึ้นจากอิทธิพลของตัวแปรส่งผลให้ความเสี่ยงสูญเสียผลผลิตจากโอกาสความแปรปรวนผลผลิตเฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.509 - 0.879 และเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจากอิทธิพลของตัวแปรส่งผลให้ความเสี่ยงสูญเสียผลผลิตจากโอกาสความแปรปรวนผลผลิตเฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.004 - 4.165 หากแสดงอยู่ในรูปของปริมาณผลผลิตเฉลี่ยคาดการณ์ในอนาคตความแปรปรวนผลผลิตเฉลี่ยลดลง 2,976.25 - 7,500.17 ตัน หรือมูลค่าความเสียหายคาดการณ์ลดลง 27.51 - 69.33 ล้านบาท ดังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่จะเกิดใน Figure 1

Table 3 Projection effect of climate change 2030s 2050s for mean rice production

Projection climate change	Mean Fn.		Variance Fn.	
	2030s	2050s	2030s	2050s
Effect of temp. (SSP1.19: 50th)	-1.797	-1.884	-0.509	-0.534
Effect of temp. (SSP2.45: 50th)	-1.856	-2.547	-0.526	-0.721
Effect of temp. (SSP8.85: 50th)	-1.954	-3.105	-0.553	-0.879
Effect of precipitation (SSP1.19: 50th)	0.119	0.284	-0.004	-0.010
Effect of precipitation (SSP2.45: 50th)	0.538	0.627	-0.019	2.201
Effect of precipitation (SSP8.85: 50th)	0.540	0.615	-0.019	-4.165
Effect of temperature (%)	-1.869	-2.512	-0.529	-0.711
Effect of precipitation (%)	0.399	0.509	-0.014	-0.658
Summarize the effect of climate change	-1.470	-2.003	-0.543	-1.369



Source: Result Analysis

Figure 1 Projection effect and risk of climate change on rice production in northeastern Thailand in 2030 - 2059

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคาดการณ์ผลกระทบและความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวนาปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ใช้รูปแบบความสัมพันธ์แบบ Cobb-Douglas ค่าสัมประสิทธิ์จากการประมาณค่าจึงเป็นค่าความยืดหยุ่น (elasticity) ของปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตข้าวนาปี และวิเคราะห์แบบข้อมูลพาเนลเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่เอนเอียงและมีประสิทธิภาพได้แก้ไขปัญหาความแปรปรวนของค่าความความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ (FGLS) สำหรับการประมาณค่าฟังก์ชัน

ความแปรปรวน จัดรูปแบบสมการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดแบบพาเนล (PLS)

ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ปลูกข้าว แนวโน้มของเวลา และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยในฤดูการผลิตมีผลกระทบเชิงบวกต่อผลผลิตข้าวนาปี และเป็นตัวแปรลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนต่อการผลิตข้าวนาปีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางกลับกันตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย และความแปรปรวนอุณหภูมิเฉลี่ยมีผลกระทบเชิงลบต่อผลผลิตข้าวนาปีและเป็นตัวแปรเพิ่มความเสี่ยงจากความแปรปรวนต่อการผลิตข้าวนาปี

ผลจำลองเชิงตัวเลขเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงในอนาคตของการผลิตข้าวภายใต้สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเส้นทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมแบบร่วมแบ่งปัน ในช่วงทศวรรษที่ 2030 และ 2050 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยลดลงร้อยละ 1.470 - 2.003 ก่อให้เกิดความเสียหายจากผลผลิตลดลง 8,049.72 ตัน คิดเป็นมูลค่า 74.41 ล้านบาท และ 10,973.34 คิดเป็นมูลค่า 101.44 ล้านบาท โดยเป็นผลจากอิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยเป็นหลัก ในขณะที่ความเสี่ยงจาก ความแปรปรวนผลผลิตเฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.509 - 0.879 ความเสี่ยงผลผลิตเฉลี่ยลดลง 2,976.25 ตัน คิดเป็นมูลค่า 27.51 ล้านบาท และความเสี่ยงผลผลิตเฉลี่ยลดลง 7,500.17 ตัน คิดเป็นมูลค่า 69.33 ล้านบาท

การศึกษาครั้งนี้ให้ข้อมูลเชิงลึกสำคัญเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม มีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณาในการตีความผลการศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย ดังนี้ ประการแรก การคาดการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจจำกัดเฉพาะภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เนื่องจากการศึกษานี้มุ่งเน้นเฉพาะสภาพท้องถิ่นและปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมในภูมิภาคนี้ ประการที่สอง วิธี FGLS อาจไม่สามารถจับภาพความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างตัวแปรสภาพภูมิอากาศและการผลิตข้าวได้ทั้งหมด เนื่องจากขึ้นอยู่กับสถานการณ์และสมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉพาะ ซึ่งอาจมองข้ามการเปลี่ยนแปลงในความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและพลวัตของนโยบาย ประการที่สาม การจำลองเชิงตัวเลขสำหรับผลกระทบในอนาคตนั้นเรียบง่ายเกินไปอาจไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง เนื่องจากเป็นเพียงการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตเท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะจากการศึกษาดังนี้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรือเกษตรกรควรตระหนักถึงผลกระทบและความเสี่ยงต่อผลผลิตข้าว ในปัจจุบันมีแหล่งข้อมูลสภาพอากาศที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้และมีความแม่นยำ เกษตรกรสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการวางแผนการผลิต รวมถึงการวิธีการรับมือปรับตัวกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับผลผลิตในอนาคตได้ เช่น การมีแหล่งน้ำสำรองที่เพียงในพื้นที่ของตนเอง การใช้เทคโนโลยีควบคุมสภาพอากาศในโรงเรือน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ “ทุนนักศึกษาเรียนดี” ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้จัดสรรทุนให้กับนักศึกษาให้ได้มีโอกาสเข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา อันนำไปสู่การต่อยอดองค์ความรู้ เพื่อสร้างสรรค์งานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณะ

เอกสารอ้างอิง

Antle, J. M. 1983. Testing the Stochastic Structure of Production: A Flexible Moment-Based Approach. Journal of Business & Economic Statistics 1(3): 192-201. Available: https://doi.org/10.1080/07350015.1983.10509339.

Antle, J. M. and A. Havenner. 1983. Formulating and Estimating Dynamic Stochastic Production Models. UC Davis ARE Working Papers. Available: https://doi.org/10.22004/ag.econ.225711.

Baethgen, W., J. Hansen, A. Ines, J. Jones, H. Meinke and P. Steduto. 2008. Contributions of Agricultural Systems Modeling to Weather Index Insurance. Article.

Battese, G. E., A. N. Rambaldi and G. H. Wan. 1997. A Stochastic Frontier Production Function with Flexible Risk Properties. Journal of Productivity Analysis 8(3): 269-280. Available: https://doi.org/10.1023/A:1007755604744.

Boogaard, H., J. Schubert, A. De Wit, J. Lazebnik, R. Hutjes and G. Van der Grijn. 2020. Agrometeorological indicators from 1979 to present derived from reanalysis. Available: https://doi.org/10.24381/cds.6c68c9bb. (June 21, 2023)

Jatuporn, C. and K. Takeuchi. 2022. Assessing the impact of climate change on the agricultural economy in Thailand: an empirical study using panel data analysis. Environmental Science and Pollution Research 30(1): 8123-8132. Available: https://doi.org/10.1007/s11356-022-22743-0.

Just, R. E. and R. D. Pope. 1978. Stochastic specification of production functions and economic implications. Journal of Econometrics 7(1): 67-86. Available: https://doi.org/10.1016/0304-4076(78)90006-4.

Just, R. E. and R. D. Pope. 1979. Production function estimation and related risk considerations. American Journal of Agricultural Economics 61(2): 276-284. Available: https://doi.org/10.2307/1239732.

Komarek, A. M., A. De Pinto and V. H. Smith. 2020. A review of types of risks in agriculture: What we know and what we need to know. Agricultural Systems 178(1): 102738. Available: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102738.

NOAA National Centers for Environmental Information. 2023. Climate at a Glance: Global Time Series. Available: https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series (January 24, 2023).

Pakeechai, K., N. Sinnarong, K. Autchariyapanitkul and P. Supapunt. 2020. The impacts of climate change factors on rice production and climate-smart agriculture in the Watershed areas of central Thailand. RMUTSB Academic Journal (Humanities and Social Sciences) 5(2): 196-218. [in Thai]

Puphoung, S., N. Sinnarong, K. Autchariyapanitkul and K. Satienpirakul. 2019. Impacts of climate change on rice yield in the north region. Graduate School Journal CRRU 12(2): 119-132. [in Thai]

Sinnarong, N. 2023. Economics of climate change. Faculty of Economics. Maejo University, Chiang Mai. [in Thai]

Sinnarong, N., C. C. Chen, B. McCarl and B. L. Tran. 2019. Estimating the potential effects of climate change on rice production in Thailand. Paddy and Water Environment 17(1): 1-9. Available: https://doi.org/10.1007/s10333-019-00755-w.

Sinnarong, N., S. Kuson, W. Nunthasen, S. Puphoung and V. Souvannasouk. 2022. The potential risks of climate change and weather index insurance scheme for Thailand's economic crop production. Environmental Challenges 8(1): 100575. Available: https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100575.

World Bank. 2022. Climate Change Knowledge Portal. Available: https://climateknowledgeportal.worldbank.org (April 21, 2023)

Yu, Y., J. S. Clark, Q. Tian and F. Yan. 2022. Rice yield response to climate and price policy in high-latitude regions of China. Food Security 14(5): 1143-1157. Available: https://doi.org/10.1007/s12571-021-01253-w.

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Factors Affecting Farmers' Adoption Hydroponic Vegetables Production on Good Agricultural Practices in Phra Nakhon Si Ayutthaya District, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

ณัฐวุฒิ จั่นทอง[1*] และพหล ศักดิ์คะทัศน์[2]

Nattawut Janthong[1*] and Phahol Sakkatat[2]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Division of Modern Agriculture Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000

[2] สาขาวิชาการส่งเสริมและสื่อสารเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[2] Division of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: theman_vanz@hotmail.com

(Received: 3 January 2024; Revised: 5 February 2024; Accepted: 4 March 2024)

Abstract

The objectives of the study were to investigate, 1) farmers' backgrounds on social and economic characteristics, 2) farmers' adoption of hydroponic vegetables production on good agricultural practices, 3) factors affecting to farmers' adoption of hydroponic vegetables production on good agricultural practices, and 4) problems and suggestions about hydroponic vegetables production. The sample were 70 farmers. The interview form was created to collect data between June - October 2023. The collected data were analyzed for frequency, percentage, mean, standard deviation and multiple regression.

Results of the study revealed that most of the interview respondent were female, 42.50 years old on averages, married, and High school or vocational certificate. They had 4.35 household members and 1.90 workforce on average. The interview respondent had 0.25 rai of an agricultural area and earned an income from hydroponic vegetables production on good agricultural practices for 423,220.40 baht per year on average. They had 2.40 years of experience in hydroponic vegetables production on good agricultural practices. The interview respondent contacted agricultural extension workers 5.30 times per year and attended hydroponic vegetable training 1.80 times a year on average. The interview respondent received information about hydroponic vegetables production 55.20 times per year, and study visits an average of 2.30 times a year on average.

The study results found that farmers' adoption of hydroponic vegetables production on good agricultural practices, all the average on a high level. Factors related to the hydroponic vegetables production on good agricultural practices were a positive relationship including Income from hydroponic vegetables production, size of agricultural area and contact with the agricultural extension officer were statistical

significance at 0.05, respectively. The most problem of hydroponic vegetables production was the cultivation area is limited because it is an urban community.

Keywords: Adoption, hydroponics, good agriculture practices, vegetables

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร 2) ระดับการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม 3) ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม และ 4) ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้ผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม จำนวน 70 ราย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ระหว่างเดือนมิถุนายน-เดือนตุลาคม พ.ศ. 2566 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา เพื่อหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 42.50 ปี ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.35 คน มีแรงงานเฉลี่ย 1.90 คน มีขนาดพื้นที่ทางการเกษตรเฉลี่ย 0.25 ไร่ มีรายได้จากการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เฉลี่ย 423,220.40 บาทต่อปี มีประสบการณ์ในการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เฉลี่ย 2.40 ปี ติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 5.30 ครั้งต่อปี เข้าร่วมฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เฉลี่ย 1.80 ครั้งต่อปี ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เฉลี่ย 55.20 ครั้งต่อปี และเข้าร่วมศึกษาดูงานเฉลี่ย 2.30 ครั้งต่อปี

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรมีการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมมีความสัมพันธ์เชิงบวกทั้งหมด ได้แก่ รายได้จากการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ ขนาดพื้นที่ทางการเกษตร และการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามลำดับ ด้านปัญหาของการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ พบว่า เกษตรกรมีปัญหาเรื่องพื้นที่เพาะปลูกมีอยู่อย่างจำกัดเพราะเป็นชุมชนเมืองมากที่สุด

คำสำคัญ: การยอมรับ ไฮโดรโปนิกส์ เกษตรที่ดีและเหมาะสม ผัก

คำนำ

การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีการเกษตรพัฒนาไปอย่างรวดเร็วตามยุคสมัย ทำให้เกิดการปลูกพืชผักระบบใหม่ที่สด สะอาด ปลอดภัย ต่อผู้บริโภค คือ การปลูกผักโดยไม่ต้องใช้ดินเรียกว่า “ไฮโดรโปนิกส์” (Hydroponics) ซึ่งเป็นวิธีการเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน เป็นการปลูกลงบนวัสดุต่าง ๆ แทนดิน เช่น อนินทรีย์สาร อินทรีย์สาร และวัสดุสังเคราะห์ พืชจะเจริญเติบโตได้ด้วยสารอาหารที่ละลายในน้ำเป็นสารอาหารที่พืชต้องการ และในเรื่องของสถานที่ปลูกก็ไม่จำเป็นต้องอาศัยพื้นที่กว้างและดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช และยังไม่ต้องใช้สารฆ่าแมลงอีกด้วย (Satitsaradu, 2015)

จากกระแสการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพที่กำลังมาแรงในช่วงหลายปีที่ผ่านมานี้ ผักไฮโดรโปนิกส์เป็นพืชอีกหนึ่งชนิดที่ได้รับความนิยมในการบริโภคค่อนข้างสูง เพราะหาซื้อง่าย มีจำหน่ายทั้งในห้างสรรพสินค้า ตลาด หน้าฟาร์ม หรือแม้กระทั่งในโลกออนไลน์ก็ต่างได้รับความนิยมไม่แพ้กัน (Srisuro, 2020) และในปัจจุบันการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้รับความนิยมในการปลูกอย่างสูง เนื่องจากสามารถปลูกพืชได้ในทุกสถานที่ ไม่ว่าจะเป็นการปลูกจำนวนน้อยเพื่อบริโภคในครัวเรือน หรือการปลูกเพื่อผลิตในเชิงธุรกิจ (Luejai *et al.*, 2022) นอกจากนี้เมื่อมองไปถึงภาคการส่งออก การใช้สารเคมียังก่อให้เกิดปัญหาในการตรวจสอบคุณภาพ/รับรอง

มาตรฐานจากองค์กรต่าง ๆ อาทิเช่น EU และ GAP ดังนั้นภาครัฐจึงได้หันมาให้ความสำคัญและพยายามหาทางออกโดยใช้นโยบายสนับสนุนการทำการเกษตรแบบปลอดสารเคมี เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยและมีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการบริโภค และคำนึงถึงความเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม ตลอดจนสุขภาพความปลอดภัยและสวัสดิภาพของเกษตรกรในฐานะผู้ดำเนินการผลิต (Kruekum *et al*., 2021) และได้รับการยอมรับในการจำหน่ายเป็นสินค้าส่งออกจากนานาชาติ ภาครัฐได้ดำริแผนพัฒนาประเทศ คือ “ประเทศไทย 4.0: value-based economy” หรือ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” ปรับเปลี่ยนรูปแบบเกษตรกรรมวิถีดั้งเดิม (traditional farming) ที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบันไปสู่เกษตรกรรมสมัยใหม่ที่เน้นการบริหารจัดการและเทคโนโลยี (smart farming) (Ritnum and Waiphrip, 2019)

สำหรับข้อกำหนดเกณฑ์การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) และวิธีการตรวจประเมิน ที่กำหนดไว้โดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แก่ แหล่งน้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิต การเก็บรักษาและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว การขนย้ายและเก็บรักษาผลผลิต และการบันทึกข้อมูล (Office of Agricultural Research and Development Region 6, 2023) ซึ่งทุกข้อที่กล่าวมาต้องได้รับการประเมินและตรวจสอบจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเสียก่อน จึงสามารถขอรับรองการผลิตตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมได้ สำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์เพื่อให้ได้มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) ก็ปฏิบัติเช่นเดียวกับการปลูกพืชชนิดอื่น แต่อาจมีขั้นตอนการตรวจสอบที่ละเอียดกว่าเล็กน้อย เนื่องจากเป็นผักที่ปลูกอยู่บนน้ำที่มีสารละลายเป็นธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชอยู่ (Srisuro, 2020)

อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นชุมชนเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น โดยพื้นที่ที่ใช้ในการเกษตรมีอยู่อย่างจำกัด และเป็นพื้นที่ที่มีการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรและประชาชนผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เพื่อการค้ามากขึ้น เพื่อส่งขายให้กับกลุ่มคนผู้บริโภคที่รักสุขภาพที่มีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในพื้นที่และต่างพื้นที่ โดยมีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมจากเกษตรอำเภอพระนครศรีอยุธยาคอยสนับสนุนในการให้ความรู้และคำปรึกษาในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน GAP อีกทั้งยังสนับสนุนให้เกษตรกรและประชาชนทำสวนผักคนเมือง (city farm) ด้วยการส่งเสริมและสนับสนุนให้ปลูกผักปลอดสารพิษแก่บุคคลที่มีความสนใจ เพื่อช่วยให้คนเมืองสามารถพึ่งพาตนเองด้านอาหารได้มากขึ้น (Phra Nakhon Si Ayutthaya District Agricultural Office, 2023) แต่ยังพบว่าประชาชนและเกษตรกรหลายรายที่เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมในช่วงที่ผ่านมา ยังไม่มีการยอมรับและปฏิบัติเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมมากเท่าที่ควร ดังนั้นจึงต้องการศึกษาการปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และศึกษาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่จะเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร รวมทั้งศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม เพื่อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมในพื้นที่นี้และพื้นที่อื่น ๆ ภายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดอื่นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย คือ เกษตรกรผู้ผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมในอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 85 ราย (Phra Nakhon Si Ayutthaya District Agricultural Office, 2023) โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างและการสุ่มกลุ่มตัวอย่างประชากรเป้าหมาย ดังนี้

1) ผู้วิจัยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane (1967) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 70 ราย

2) ทำการคัดเลือกประชากรเป้าหมายจากทั้ง 21 ตำบล และเนื่องจากจำนวนประชากรของแต่ละตำบลไม่เท่ากัน ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างของแต่ละตำบลต้องคำนวณสัดส่วนที่เหมาะสมต่อประชากรในแต่ละกลุ่มด้วย โดยใช้สูตรของ Vanichbuncha (2018) จะทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างจาก ตำบลวัดตูม จำนวน 5 ราย ตำบลหันตรา จำนวน 7 ราย ตำบลลุมพลี จำนวน 3 ราย ตำบลบ้านใหม่ จำนวน 6 ราย ตำบลบ้านเกาะ จำนวน 3 ราย ตำบลคลองสวนพลู จำนวน 3 ราย ตำบลคลองสระบัว จำนวน 3 ราย ตำบลเกาะเรียน จำนวน 6 ราย ตำบลบ้านป้อม จำนวน 5 ราย ตำบลคลองตะเคียน จำนวน 2 ราย ตำบลสวนพริก จำนวน 3 ราย ตำบลสำเภาล่ม จำนวน 4 ราย ตำบลภูเขาทอง จำนวน 2 ราย ตำบลปากกราน จำนวน 4 ราย ตำบลบ้านรุน จำนวน 2 ราย ตำบลประตูชัย จำนวน 2 ราย ตำบลกะมัง จำนวน 3 ราย ตำบลหอรัตนไชย จำนวน 1 ราย ตำบลหัวรอ จำนวน 2 ราย ตำบลท่าวาสุกรี จำนวน 1 ราย และตำบลไผ่ลิง จำนวน 3 ราย รวมทั้งสิ้นจำนวน 70 ราย

3) สุ่มตัวอย่างเกษตรกรแต่ละตำบลด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) แบบเป็นสัดส่วนกับประชากร เพื่อกำหนดขอบเขตของประชากร (sampling frame) ซึ่งหมายถึงการกำหนดรายชื่อของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการจับสลาก ด้วยการเขียนฉลากรายชื่อเกษตรกรทั้งหมดของแต่ละตำบลแล้วสุ่มจับฉลากจนครบจำนวนกลุ่มตัวอย่างของแต่ละตำบล ตามแบบของ Taweerat (1997) โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนมิถุนายน-เดือนตุลาคม พ.ศ. 2566

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

แหล่งข้อมูลที่รวบรวมเพื่อใช้ในการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร รายงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัย

2) ข้อมูลปฐมภูมิ รวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบสัมภาษณ์ (interview) มีทั้งข้อคำถามปลายเปิดและปลายปิด โดยผ่านการทดสอบความเชื่อมั่นค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (coefficient of Alpha) ตามแบบของ Cronbach (Kaiyawan, 2018) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 ซึ่งเป็นระดับที่มีความเชื่อถือได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ ใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (SPSS Statistics 21) ซึ่งมีการแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้ดังนี้ คือ

1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าสถิติร้อยละ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมมีทั้งหมด 6 ด้าน 35 ประเด็น ใช้วิธีการประเมินระดับการยอมรับ โดยกำหนดค่าคะแนนตามแบบของ Taweerat (1997) คือ

ยอมรับมากที่สุด	แทนค่าคะแนนด้วย 5
ยอมรับมาก	แทนค่าคะแนนด้วย 4
ยอมรับปานกลาง	แทนค่าคะแนนด้วย 3
ยอมรับน้อย	แทนค่าคะแนนด้วย 2
ยอมรับน้อยที่สุด	แทนค่าคะแนนด้วย 1

จากนั้นแปลความหมายด้วยวิธีนำแต่ละประเด็นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายโดยในส่วนของการปฏิบัติใช้การวัดแบบ 5 ระดับ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดมาตราส่วนการประมาณค่า (rating scale) ของ Likert (1961) โดยกำหนดคะแนนเฉลี่ยเพื่อแบ่งระดับและพิจารณาระดับการปฏิบัติ ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.51 - 5.00 หมายถึง ยอมรับในระดับมากที่สุด

ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.51 - 4.50 หมายถึง ยอมรับในระดับมาก

ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.51 - 3.50 หมายถึง ยอมรับในระดับปานกลาง

ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.51 - 2.50 หมายถึง ยอมรับในระดับน้อย

ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.50 หมายถึง ยอมรับในระดับน้อยที่สุด

3) การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม โดยการใช้สถิติอนุมาน คือ สถิติการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis)

4) วิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะในการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ของเกษตรกรโดยการจัดหมวดหมู่เชิงอธิบายบรรยาย

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1) ปัจจัยส่วนบุคคลของเกษตรกร

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 42.50 ปี มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า มีจำนวนปีที่ได้รับการศึกษาเฉลี่ย 11.70 ปี และมีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.35 คน (Table 1)

Table 1 Personal factors of farmers adoption of hydroponic vegetables production on good agricultural practices

(n = 70)

Personal factors	Percentage	Mean	SD
Sex (male)	53.50	-	-
Age (year)	-	42.60	9.05
Marital status (married)	71.50	-	-
Education (High school or vocational certificate)	40.95	-	-
Level of education (years)	-	11.70	3.75
Household members (number)	-	4.35	1.40

2) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจของเกษตรกร

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีรายได้จากการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เฉลี่ย 423,220.40 บาทต่อปี จำนวนผลผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เฉลี่ย 4.10 ตันต่อปี ประสบการณ์ในการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เฉลี่ย 2.40 ปี มีขนาดพื้นที่ทางการเกษตรเฉลี่ย 0.25 ไร่ ใช้แรงงานเฉลี่ย 1.90 คน (Table 2)

Table 2 Economic factors of farmers' adoption of hydroponic vegetables production on good agricultural practices

(n = 70)

Economic factors	Mean	SD
Income from hydroponic vegetables production (Baht)	403,220.40	184,256.35
Product from hydroponic vegetables production (ton)	4.10	2.25
Experience in hydroponic vegetables production (years)	2.40	0.90
Size of Size of agricultural area (rai)	0.25	0.42
Labor (number)	1.90	0.55

3) ปัจจัยด้านสังคมของเกษตรกร

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เฉลี่ย 1.80 ครั้งต่อปี มีการติดต่อกับเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 5.30 ครั้งต่อปี มีการศึกษาดูงานเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ เฉลี่ย 2.30 ครั้งต่อปี และได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ เฉลี่ย 55.20 ครั้งต่อปี (Table 3)

Table 3 Social factors of farmers' adoption of hydroponic vegetables production on good agricultural practices

(n = 70)

Social factors	Mean	SD
Training in hydroponic vegetables production last year (times)	1.80	0.80
Contact with the agricultural extension officer last year (times)	5.30	2.15
Educational trip on hydroponic vegetable production last year (times)	2.30	0.45
Receiving information about hydroponic vegetables production in last year (times)	55.20	10.30

4) การยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม

ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรมีการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.02) (Table 4) เนื่องจากผักไฮโดรโปนิกส์ที่ผ่านมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) เป็นผักที่ได้รับความนิยมบริโภคค่อนข้างสูงในกลุ่มผู้รักสุขภาพและกลุ่มคนทั่วไป ซึ่งในกระบวนการผลิตนั้นได้ผลผลิตที่ปลอดภัยและมีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการบริโภค และคำนึงถึงความเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมตลอดจนสุขภาพความปลอดภัยและสวัสดิภาพของเกษตรกรในฐานะผู้ดำเนินการผลิตด้วย (Kruekum *et al*., 2021) จึงทำให้เกษตรกรหันมาปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเพาะปลูกสามารถทำได้ในพื้นที่พักอาศัยของตนเองที่มีอยู่อย่างจำกัดในชุมชนเมือง โดยที่มีเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องคอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการดำเนินการผลิตให้ผ่านมาตรฐานตามที่กรมวิชาการเกษตรกำหนดเอาไว้ อีกทั้งสินค้าผักไฮโดรโปนิกส์ที่วางขายในชุมชนเมืองจะมีตลาดที่แน่นอน ซึ่งสามารถส่งขายได้ทั้งแบบหน้าฟาร์ม ตลาดนัด หรือแม้กระทั่งตลาดสินค้าออนไลน์ จึงทำให้เกษตรกรที่ทำการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ทั้งที่ทำเป็นอาชีพหลักหรืออาชีพเสริม มีรายได้จากการค้าขายเพิ่มขึ้นและครอบครัวเกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น จึงทำให้เกษตรกรมีการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์

ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Al Mamun *et al*. (2023) ที่พบว่า การทำฟาร์มแบบไฮโดรโปนิกส์มีอิทธิพลสำคัญต่อการยอมรับนวัตกรรมการผลิตของเกษตรกร และยังช่วยให้สามารถผลิตอาหารได้อย่างยั่งยืนในเขตเมือง โดยไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน ซึ่งมีส่วนช่วยในการพัฒนางานส่งเสริมแนวทางปฏิบัติในการทำฟาร์มที่มีประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมแนวทางการปฏิบัติทางการเกษตรสมัยใหม่และสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยสำหรับการทำฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ในเมืองในประเทศกำลังพัฒนา

เมื่อจำแนกด้านการยอมรับทั้ง 6 ด้าน ได้ผลดังนี้

4.1) การยอมรับด้านข้อกำหนด (stipulation) เกษตรกรมีการยอมรับด้านข้อกำหนดอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.51) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อย 7 ประเด็น พบว่า ประเด็นการบันทึกข้อมูล มีการยอมรับอยู่ในระดับมากที่สุดและมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.84) รองลงมาคือ ประเด็นพื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.72) ประเด็นการจัดการกระบวนการผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.65) ประเด็นแหล่งน้ำ (ค่าเฉลี่ย 4.60) ประเด็นการเก็บรักษาและการขนย้ายผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.41) ประเด็นการการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.26) และประเด็นการใช้วัตถุอันตราย (ค่าเฉลี่ย 4.04) ตามลำดับ

4.2) การยอมรับด้านแรงจูงใจ (motivation) เกษตรกรมีการยอมรับแรงจูงใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.43) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อย 6 ประเด็น พบว่า ประเด็นต้องการผลผลิตผักที่ปลอดภัยจากสารพิษ มีการยอมรับอยู่ในระดับมากที่สุดและมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.90) รองลงมาคือ ประเด็นมีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเพาะปลูกจากหลากหลายช่องทาง (ค่าเฉลี่ย 4.88) ประเด็นเห็นผู้อื่นประสบความสำเร็จในการเพาะปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.86) ประเด็นเห็นว่าเป็นที่ต้องการของตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.55) ประเด็นมีหน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนในการปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.28) และประเด็นใช้เงินลงทุนไม่มากนัก (ค่าเฉลี่ย 3.10) ตามลำดับ

4.3) การยอมรับด้านกายภาพ (physical) เกษตรกรมีการยอมรับด้านกายภาพอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.63) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อย 5 ประเด็น พบว่า ประเด็นพื้นที่ในการเพาะปลูกมีความเหมาะสม มีการยอมรับอยู่ในระดับมากและมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.35) รองลงมาคือ ประเด็นน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกสะอาด ปราศจากสิ่งปนเปื้อน (ค่าเฉลี่ย 4.20) ประเด็นการเพาะปลูกไม่รบกวนผู้พักอาศัยโดยรอบ (ค่าเฉลี่ย 4.08) ประเด็นมีสภาพอากาศในพื้นที่มีความเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 3.46) และประเด็นพื้นที่เพาะปลูกมีเพียงพอต่อการเพาะปลูก (ค่าเฉลี่ย 2.10) ตามลำดับ

4.4) การยอมรับด้านชีวภาพ (biological) เกษตรกรมีการยอมรับด้านชีวภาพอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.57) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อย 4 ประเด็น พบว่า ประเด็นสามารถจัดการโรคและแมลงได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนด มีการยอมรับอยู่ในระดับมากและมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.20) รองลงมาคือ ประเด็นผู้ปลูกมีความสามารถจัดการดูแลรักษาเป็นอย่างดี (ค่าเฉลี่ย 3.95) ประเด็นไม่เป็นแหล่งของแมลงและโรคระบาด (ค่าเฉลี่ย 3.66) และประเด็นมีการใช้สารชีวภาพในการดูแลรักษาร่วมด้วย (ค่าเฉลี่ย 2.50) ตามลำดับ

4.5) การยอมรับด้านกระบวนการผลิต (production) เกษตรกรมีการยอมรับด้านกระบวนการผลิตอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.26) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อย 6 ประเด็น พบว่า ประเด็นเมล็ดพันธุ์หาซื้อง่ายและราคาไม่แพง มีการยอมรับอยู่ในระดับมากที่สุดและมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.90) รองลงมาคือ ประเด็นเมล็ดพันธุ์ที่ใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ดีและมีอัตราการงอกสูง (ค่าเฉลี่ย 4.88) ประเด็นการสามารถจัดการกระบวนการผลิตได้ตามข้อกำหนดของกรมวิชาการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 4.62) ประเด็นมีผู้ปลูกมีความรู้ในการจัดการผลิตค่อนข้างดี (ค่าเฉลี่ย 4.24) ประเด็นหากพบปัญหาระหว่างการผลิตสามารถจัดการได้ทันที (ค่าเฉลี่ย

3.96) และประเด็นผลผลิตดูแลรักษาง่ายและไม่ยุ่งยาก (ค่าเฉลี่ย 2.96) ตามลำดับ

4.6) การยอมรับด้านเศรษฐกิจและการตลาด (economy and marketing) เกษตรกรมีการยอมรับด้านเศรษฐกิจและการตลาดอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.82) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อย 7 ประเด็น พบว่า ประเด็นราคาผลผลิตค่อนข้างดี มีการยอมรับอยู่ในระดับมากที่สุดและมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.76) รองลงมาคือ ประเด็นมีช่องทางการค้าขายหลายช่องทาง (ค่าเฉลี่ย 4.67) ประเด็นมีกำไรพอสมควรหลังจากหักค่าใช้จ่าย (ค่าเฉลี่ย 4.46) ประเด็นมีกลุ่มลูกค้าประจำ (ค่าเฉลี่ย 3.82) ประเด็นตลาดรองรับที่แน่นอน (ค่าเฉลี่ย 3.60) ประเด็นสามารถขยายกลุ่มลูกค้าออกไปได้อีก (ค่าเฉลี่ย 3.36) และประเด็นสามารถส่งขายไปยังห้างสรรพสินค้าในพื้นที่ได้ (ค่าเฉลี่ย 2.10) ตามลำดับ

Table 4 Level of adoption of hydroponic vegetables production on good agricultural practices

(n = 70)

Adoption	Mean	SD	Level
Stipulation	4.51	0.15	Highest
Motivation	4.43	0.20	High
Physical	3.63	0.67	High
Biological	3.57	0.71	High
Production	4.26	0.40	High
Economy and marketing	3.82	0.62	High
Total	**4.02**	**0.53**	**High**

Remarks: 4.51-5.00 Highest 3.51-4.50 High 2.51-3.50 Moderate 1.51-2.50 low 1.00-1.50 lowest

5) ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม

การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีผลต่อตัวแปรตามมากน้อยเพียงใด โดยเลือกตัวแปรอิสระจำนวน 12 ตัวแปร ได้แก่ อายุ จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา สมาชิกในครัวเรือน รายได้จากการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ จำนวนผลผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ประสบการณ์ในการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ ขนาดพื้นที่ทางการเกษตร แรงงานการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ การติดต่อกับเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตร การศึกษาดูงานเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ และการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ และส่วนตัวแปรตาม คือ การยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม (ค่าเฉลี่ยของการยอมรับรวม)

ตัวแปรอิสระทั้งหมดได้รับการตรวจสอบว่าแต่ละคู่ไม่มีค่าสหสัมพันธ์สูงกว่า 0.70 ที่จะก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเอง (Multicollinearity) อันเป็นการละเมิดข้อสมมติฐานที่กำกับเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า Sig. of F = 0.000 แสดงว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติพบว่ามีทั้งหมด 3 ตัวแปร คือ รายได้จากการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ ขนาดพื้นที่ทางการเกษตร และการติดต่อกับเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตร ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระทั้ง 12 ตัวแปรสามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม คือการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมอยู่ร้อยละ 36.60

(R^2= 0.366) ขณะที่ร้อยละ 63.40 มาจากปัจจัยอื่น ๆ (Table 5) โดยสามารถอธิบายและวิจารณ์ผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1) รายได้จากการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม เนื่องจาก ผักไฮโดรโปนิกส์เป็นผักที่มีราคาขายตามท้องตลาดสูงกว่าราคาผักที่ปลูกแบบปกติทั่วไป อีกทั้งยังเป็นผักที่คนสมัยใหม่ที่รักสุขภาพนิยมรับประทาน และมีความต้องการบริโภคผักไฮโดรโปนิกส์ค่อนข้างสูง ทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการจำหน่ายเพิ่มขึ้น และทำให้เกิดการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chanthong *et al*. (2023) ที่พบว่า รายได้จากการปลูกกล้วยหอมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผลิตกล้วยหอมตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม เนื่องจากเป็นผลไม้ที่ตลาดต้องการเป็นจำนวนมาก ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิม และทำให้เกิดการยอมรับมากขึ้นตามไปด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bunyanit and Sirisunthonlak (2019) ที่พบว่า เกษตรกรที่มีรายได้จากการขายผลผลิตมาก จะมีแนวโน้มในการได้ยอมรับการรับรองตามระบบเกษตรที่ดีสำหรับข้าว มากกว่าเกษตรกรที่มีรายได้จากการขายผลผลิตน้อย อาจเป็นเพราะว่าเกษตรกรที่มีรายได้จากการขายผลผลิตมากขึ้นมีเงินทุนในการซื้อปัจจัยการผลิตทำให้สามารถปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไข จึงได้รับการรับรอง

5.2) ขนาดพื้นที่ทางการเกษตร มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม เนื่องจากเกษตรได้ใช้พื้นที่ทางการเกษตรที่มีอยู่อย่างจำกัดในการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์อย่างคุ้มค่าและสามารถสร้างรายได้จากพื้นที่ที่ถือครองอยู่ จึงมีแนวโน้มเกิดการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mingsamorn *et al.* (2023) ที่พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีขนาดพื้นที่ทำการเกษตรเป็นของตนเอง และมีพื้นที่ในการทำการเกษตรอย่างชัดเจน ทำให้เกษตรกรที่มีแนวโน้มในการปฏิบัติตามรูปแบบเกษตรผสมผสานอยู่ในระดับปานกลาง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chanthong and Sakkakatat (2018) ที่พบว่า ขนาดพื้นที่ถือครองทางการเกษตรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการยอมรับการผลิตข้าวโพดตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) เนื่องจากข้าวโพดเป็นที่ต้องการของตลาด เกษตรกรที่มีจำนวนพื้นที่ถือครองทางการเกษตรมาก จะสามารถส่งผลผลิตออกสู่ท้องตลาดได้มากตามไปด้วย

5.3) การติดต่อกับเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม เนื่องจาก การขอขึ้นทะเบียนเป็นผู้ผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรนั้นต้องทำการติดต่อกับเจ้าหน้าส่งเสริมการเกษตรอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องให้เกษตรกรได้ปฏิบัติตาม เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและผ่านเกณฑ์มาตรฐาน GAP จึงทำให้เกษตรกรมีการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Vetchasitniraphai *et al*. (2022) ที่พบว่า การที่เกษตรกรมีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรมากขึ้น สามารถช่วยให้เกษตรกรมีการปฏิบัติการปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน ซึ่งการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรกรสามารถสอบถามวิธีการปลูกหรือรายงานปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนขอรับข้อเสนอแนะในการดูแลรักษาที่ถูกวิธี เพื่อนำมาปรับใช้กับการผลิตของตนเองได้โดยตรงจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thammakhankaew *et al*. (2022) ที่พบว่า การได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานส่งเสริมการเกษตรต่อการนำเทคโนโลยีการปลูกลำไยแปลงใหญ่ไปปฏิบัติของเกษตรกรมีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Table 5 Multiple regression analysis of factors related to farmers adopting hydroponic vegetables production on good agricultural practices

Variables	Coefficient (b)	t	*P*-value
Age (years)	0.063	0.890	0.373
Level of education (years)	-0.141	-1.166	0.139
Household members (number)	0.150	1.770	0.077
Income from hydroponic vegetables production (Baht)	0.061	2.472	0.029*
Product from hydroponic vegetables production (ton)	-0.015	-0.149	0.884
Experience in hydroponic vegetables production (years)	-0.077	-0.677	0.501
Size of agricultural area (rai)	0.075	2.135	0.047*
Labor (number)	-0.033	-1.330	0.134
Training in hydroponic vegetables production last year (times)	-0.018	-1.901	0.060
Contact with the agricultural extension officer last year (times)	0.033	2.635	0.025*
Educational trip on hydroponic vegetable production last year (times)	0.010	0.230	0.825
Receiving information about hydroponic vegetables production in last year (times)	-0.012	-0.499	0.622
R^2 = 0.366	F = 6.339	Sig of F = 0.000	

Remarks: * Correlation showed significant at the 0.05

6) ปัญหาในการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์

ประเด็นที่เกษตรกรเห็นว่าเป็นปัญหามากที่สุด คือ ปัญหาเรื่องพื้นที่เพาะปลูกมีอยู่อย่างจำกัด และปัญหารองลงมาคือ ปัญหาเรื่องการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนปัญหาอื่น ๆ เกษตรได้รับผลกระทบในระดับน้อย ทั้งนี้ปัญหาเรื่องพื้นที่เพาะปลูกมีอยู่อย่างจำกัดเป็นปัญหาที่เกษตรกรเกือบทุกรายพบเจอ เนื่องจากพื้นที่อำเภอพระนครศรีอยุธยาเป็นเขตชุมชนเมือง มีประชากรอาศัยอยู่กันอย่างหนาแน่น และพื้นที่ในการทำการเกษตรไม่สามารถขยายออกไปได้อีก โดยเกษตรกรได้ใช้พื้นที่บริเวณภายในรั้วบ้านของตนเองในการเพาะปลูก และไม่ได้เช่าพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มเติมจากผู้อื่น จึงมีข้อเสนอแนะให้หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องส่งเสริมการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามเทคโนโลยีสมัยใหม่ ตัวอย่างเช่นการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ 2 ชั้นขึ้นไป หรือแบบคอนโด ซึ่งเป็นการใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกเท่าเดิม แต่ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น หรือจัดหาเทคโนโลยีการเพาะปลูกที่เหมาะกับพื้นที่มาช่วยทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้มากขึ้น ส่วนปัญหาเรื่องการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวเป็นปัญหาที่พบเจอเช่นกันแต่ไม่มากนัก โดยส่วนมากจะเกิดจากการเพาะปลูกที่มากเกินกว่าจะหาตลาดเพื่อจำหน่ายผลผลิตได้ จึงต้องเก็บผลผลิตเอาไว้ก่อน ทำให้ผักไฮโดรโปนิกส์ไม่สดและมีสภาพไม่เหมาะแก่การจำหน่าย จึงมีข้อเสนอแนะให้เกษตรกรดูความต้องการของตลาดผักไฮโดรโปนิกส์ในพื้นที่ก่อนเพาะปลูก หรือจัดหาตู้แช่สำหรับเก็บรักษาผักไฮโดรโปนิกส์ให้คงสภาพสดใหม่เพื่อรอจำหน่ายต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมทั้ง 6 ด้าน พบว่า เกษตรกรมีการยอมรับในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยเกษตรกรมีระดับการยอมรับอยู่ในระดับมากที่สุด 1 ด้าน ได้แก่ ด้านข้อกำหนด และมีระดับการยอมรับอยู่ในระดับมาก 5 ด้าน ได้แก่ ด้านแรงจูงใจ ด้านกายภาพ ด้านชีวภาพ ด้านกระบวนการผลิต และด้านเศรษฐกิจและการตลาด สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม ได้แก่ รายได้จากการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ ขนาดพื้นที่

ทางการเกษตร และการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร อย่างนัยสำคัญที่ 0.05 ในส่วนของปัญหาที่พบมากที่สุดในการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์คือ ปัญหาเรื่องพื้นที่เพาะปลูกมีอยู่อย่างจำกัด และปัญหารองลงมาคือปัญหาเรื่องการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดอันจะเป็นประโยชน์ต่อองค์กรหน่วยงานภาครัฐ หรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเกษตรกรผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมในพื้นที่อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) จากผลการวิจัยที่ได้ทำให้ทราบว่าการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ถึงแม้จะถูกจำกัดด้วยพื้นที่ในการเพาะปลูกก็ตาม ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการประชาสัมพันธ์ให้กับเกษตรกรรายอื่นที่ยังลังเลหรือยังไม่แน่ใจเกี่ยวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมให้ทราบถึงประโยชน์ที่จะได้รับ

2) หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรมีการผลักดันให้เกิดการรวมตัวกันเป็นกลุ่มผู้ผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ขึ้นในพื้นที่ เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่ได้มีการรวมกลุ่มกันเพื่อการค้า เป็นการผลิตแบบผลิตเองขายเอง อีกทั้งยังช่วยให้เกษตรกรพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในการจัดการด้านต่าง ๆ ของกลุ่มเกษตรกร และเสริมสร้างศักยภาพของเกษตรกรให้มีการพัฒนาด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากด้านการผลิตให้เพิ่มมากขึ้น

3) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดอบรมให้ความรู้ด้านเทคนิคการติดต่อสื่อสารกับกลุ่มลูกค้ารายใหม่แก่เกษตรกร เพื่อเป็นการพัฒนาเกษตรกรให้มีทักษะและความสามารถในการติดต่อสื่อสารเพิ่มขึ้น จนสามารถขยายกลุ่มลูกค้าผักไฮโดรโปนิกส์ในอนาคตได้ หรือช่วยดำเนินการติดต่อห้างสรรพสินค้าหรือร้านสะดวกซื้อในพื้นที่ให้เกษตรกรสามารถส่งผลผลิตไปขายแหล่งรับซื้อนั้น ๆ ได้ และควรส่งเสริมให้เกษตรกรมีการพัฒนาการเรียนรู้ด้านการค้าขายในตลาดออนไลน์ให้ทันกระแสสังคมอยู่ตลอดเวลา พัฒนาการทำคอนเทนต์ในรูปแบบต่าง ๆ ของแพลตฟอร์ม เช่น Facebook Tiktok หรือแพลตฟอร์มอื่น ๆ ที่จะช่วยเพิ่มยอดการสั่งซื้อหรือเพิ่มยอดผู้ติดตามให้มากขึ้น เพราะในยุคสมัยปัจจุบันผู้คนทั่วไปนิยมการสั่งซื้อของในระบบออนไลน์มากขึ้น อาจเริ่มจากการขายสินค้าในพื้นที่ก่อน หลังจากนั้นพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถส่งขายยังพื้นที่อื่นที่ใช้ระบบขนส่งที่รวดเร็วได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Al Mamun, A., F. Naznen, G. Jingzu and Q. Yang. 2023. Predicting the intention and adoption of hydroponic farming among Chinese urbanites. Heliyon 9(3): 1-15.

Bunyanit, A. and R. Sirisunthonlak. 2019. Factors influencing obtaining Good Agricultural Practice certification of rice growers in Phrao district, Chiang Mai province. Khon Kaen Agriculture Journal 47(Suppl. 1): 167-172. [in Thai]

Chanthong, N. and P. Sakkakatat. 2018. Acceptance of maize production under Good Agricultural Practices (GAP) of farmers in Ang Thong province. Journal of Agricultural Research and Extension 35(3): 54-63. [in Thai]

Chanthong, N., A. Sngiomjai and P. Sakkakatat. 2023. Acceptance of banana production technology under Good Agricultural Practices (GAP) of farmers in the upper central region. Journal of Agricultural Research and Extension 40(1): 150-160. [in Thai]

Kaiyawan, Y. 2018. Statistical principles for research and program application. Chulalongkorn University Press, Bangkok. [in Thai]

Kruekum, P., P. Sakkatat, N. Vetchasitniraphai and P. Jeerat. 2021. Acceptance of vegetable growing promotion under Good Agricultural Practices by Karen farmers in the area of Wat Chan Royal Project Development Center, Chiang Mai province. Journal of Agricultural Research and Extension 38(1): 135-143. [in Thai]

Likert, R. 1961. New Patterns of Management. McGraw-Hill Book Company, New York.

Luejai, W., N. Srijariya and N. Saisupee. 2022. Integrated hydroponic vegetable cultivation with automatic control system via smartphone. pp. 1-69. In: Annual Research Report 2021, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya Huntra Campus. [in Thai]

Mingsamorn, C., N. Rungkwat, P. Khueakham and J. Poung-ngamchuen. 2023. Factors affecting the practice of integrated farming models of farmers in Chae Son subdistrict, Mueang Pan district, Lampang province. Journal of Agricultural Research and Extension 40(1): 161-171. [in Thai]

Office of Agricultural Research and Development Region 6. 2023. GAP for food crops: TAS 9001. Office of Agricultural Research and Development Region 6, Chanthaburi. [in Thai]

Phra Nakhon Si Ayutthaya District Agricultural Office. 2023. Farmer information in Phra Nakhon Si Ayutthaya district, 2022. Phra Nakhon Si Ayutthaya district Agricultural Office, Phra Nakhon Si Ayutthaya. [in Thai]

Ritnum, N. and A. Waiphrip. 2019. Intelligent control system for hydroponic farm: A case study of red oak and green oak lettuce. pp. 1-60. In: Annual Research Report 2019, Faculty of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce. [in Thai]

Satitsaradu, K. 2015. A study of production, marketing, and consumer behavior of hydroponic vegetables: A case study in Phetchabun, Bangkok, and Khon Kaen provinces. In: Proceedings of the National and International Conference on Business and Management Innovation 2015, 19-20 September 2015, College of Graduate Study in Management, Khon Kaen University, Khon Kaen. pp. 902-908. [in Thai]

Srisuro, S. 2020. Technology Chaoban Magazine, Issue 712. Matichon Publishing, Bangkok. [in Thai]

Taweerat, P. 1997. Research methods in behavioral and social sciences. Educational and Psychological Testing Bureau, Srinakharinwirot University, Bangkok. [in Thai]

Thammakhankaew, T., B. Limnirankul and R. Sirisunthonlak. 2022. Factors affecting the implementation of large-scale longan farming technology by farmers in Mae Tha district, Lamphun province. Khon Kaen Agriculture Journal 50(1): 154-163. [in Thai]

Vanichbuncha, K. 2018. Statistics for research. Samlada Publishing, Bangkok. [in Thai]

Vetchasitniraphai, N., P. Khueakham, T. Purintraphiban and P. Jeerat. 2022. Factors affecting the practice of potato cultivation by farmers in Sansai district, Chiang Mai province. Journal of Agricultural Research and Extension 39(3): 55-64. [in Thai]

Yamane, T. 1967. Statistics: An Introductory Analysis. 2nd Edition. Harper and Row, New York.

การยกระดับการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวด้วยการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง

Enhancing the Growth of Rice Seedlings by Soaking Seeds in Photosynthetic Bacteria

สุพรรษา ชินวรณ์* สุภาพร สาราช วชิราภรณ์ เรือนแป้น และณัฏฐยา เรือนแป้น

Supansa Chinaworn* Supaporn Sarah Wachiraporn Ruanpan and Nattaya Ruanpan

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110

Department of Plant Production Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Si Racha, Chonburi 20110

* Corresponding author: su_pan_sas@hotmail.com

(Received: 5 January 2024; Revised: 19 March 2024; Accepted: 10 April 2024)

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of seed soaking with photosynthetic bacteria (PSB) on seedling growth compared with soaked-seed with water. Six seed soaking methods and two rice varieties were arranged in a 6 x 2 Factorial in CRD with 3 replications. Different seed soaking methods consisted of water 24 hours (T1), water 48 hours (T2), PSB 1:10, V/V 24 hours (T3), PSB 1:10, V/V 48 hours (T4), PSB 1:20, V/V 24 hours (T5) and PSB 1:20, V/V 48 hours (T6). The two varieties were RD6 and RD15. This experiment was divided into 2 parts. The first was a germination test on the top of paper in the laboratory room and the second was a germination test in the seed tray in the greenhouse. The result found that the percentage of germination was not significant difference between top of paper and seed tray testing methods ($p \geq 0.05$). However, there were highly significant differences among seed soaking treatments in shoot length and root length tested on the top of paper, including seedling height and leaf greenness tested on the seed tray ($p \leq 0.001$). For the germination test on top of paper, shoot length and root length at 7 days old seedling of PSB 1:20, V/V 48 hours (T6) were the highest at 9.03 and 7.55 cm, respectively compared with the others while soaking with water was the lowest at 4.41 and 4.50 cm., respectively. These accorded with the germination teste under the seed tray. Shoot length and leaf greenness of seedlings at 14 days old under T6 showed the highest shoot length (19.96 cm) and leaf greenness (17.03 SPAD-unit) compared with the others while the treatment of soaking with water provided the lowest at 7.93 cm and 3.64 SPAD-unit, respectively. This result indicated that soaking seeds with photosynthetic bacteria can enhance rice seedlings.

Keywords: Photosynthetic bacteria, rice seed, seed soaking, growth

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการทดสอบผลของการแช่เมล็ดด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวเปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำเปล่า วางแผนการทดลองแบบ 6x2 Factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย คือ กรรมวิธีการแช่ที่แตกต่างกัน 6 กรรมวิธี และพันธุ์ที่แตกต่างกัน 2 พันธุ์ กรรมวิธีที่ต่างกันประกอบด้วย แช่น้ำธรรมดา 24 ชั่วโมง (T1) แช่น้ำธรรมดา 48 ชั่วโมง (T2) แช่น้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:10, V/V 24 ชั่วโมง

(T3) แช่น้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:10, V/V 48 ชั่วโมง (T4) แช่น้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:20, V/V 24 ชั่วโมง (T5) และ แช่น้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:20, V/V 48 ชั่วโมง (T6) และพันธุ์ที่ใช้ต่างกัน 2 พันธุ์คือ กข6 และ กข15 แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนคือ ทดสอบความงอกด้วยวิธี top of paper ในห้องปฏิบัติการและทดสอบความงอกในถาดเพาะในโรงเรือนปลูกพืช ผลการทดลองพบว่าทุกกรรมวิธีให้ความงอกเท่ากันที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบพบว่า ความยาวต้นและความยาวรากต้นกล้าที่ทดสอบการงอกด้วยวิธี top of paper และความยาวต้นกล้าและความเขียวใบที่ทดสอบในถาดเพาะ มีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธีอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.001$) การทดสอบการงอกโดยวิธี top of paper พบว่า กรรมวิธีที่แช่ด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงเจือจางที่ อัตราส่วน 1:20, V/V 48 ชั่วโมง ให้ความยาวต้นและความยาวรากของต้นกล้าที่อายุ 7 วัน สูงที่สุดคือ 9.03 และ 7.55 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่แช่ในน้ำเปล่าให้ค่าความยาวต้นและความยาวรากเพียง 4.41 และ 4.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับความยาวต้นกล้าและค่าความเขียวใบของต้นกล้าที่อายุ 14 วันที่ทดสอบในถาดเพาะ พบว่า กรรมวิธีนี้ให้ค่าความยาวต้นกล้าและค่าความเขียวใบเท่ากับ 19.96 เซนติเมตร และ 17.03 SPAD-unit ในขณะที่กรรมวิธีที่แช่ด้วยน้ำเปล่าให้ค่าความยาวต้นกล้าและค่าความเขียวเพียง 7.93 เซนติเมตร และ 3.64 SPAD-unit จากผลที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่า การใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงในการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้

คำสำคัญ: จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง เมล็ดพันธุ์ข้าว การแช่เมล็ด การเจริญเติบโต

คำนำ

จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (photosynthetic bacteria) เป็นแบคทีเรียสีม่วงกลุ่มที่ไม่มีการสะสมกำมะถัน (purple non-sulphur bacteria; PNSB) สามารถผลิตและสะสมพอลิฟอสเฟต สารสี วิตามินและสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ เจริญเติบโตได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน โดยได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ และ คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นแหล่งคาร์บอน เมื่อเซลล์ของจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงตายลงจะปลดปล่อยธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมออกมา (Sakarika *et al.*, 2020) สารประกอบสำคัญที่จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงผลิตได้คือ Indole-3-acetic acid (IAA) (Hsu *et al.*, 2021) และ 5-Aminolevulinic acid (ALA) (Liu *et al.*, 2005) ซึ่ง IAA จัดว่าเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ การยืดขยาย และกระตุ้นเซลล์รากของพืช ในขณะที่ ALA ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช การต้านทานต่อสภาวะเครียด การสังเคราะห์น้ำตาลและโปรตีน (Akram and Ashraf, 2013) ALA ยังเกี่ยวข้องกับการตรึง CO_2 ส่งเสริมกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช มีกรดอะมิโนกรดนิวคลีอิก สารโพลีแซคคาไรด์ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศ (N_2) ที่อยู่ในรูปที่พืชเอาไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ ให้อยู่ในรูป NH_3 หรือ NH_4^+ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Maeda, 2022) สามารถช่วยละลายฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Wang *et al.*, 2021) มีการรายงานว่าจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว และเพิ่มความทนทานความเครียดของข้าวในระยะต้นกล้าได้ (Luo *et al.*, 2019) นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงในนาข้าว สามารถทำให้ข้าวพันธุ์กข 43 ให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตไม่ต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี (Teerak *et al.*, 2020)

การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนเพาะถือเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับเมล็ดพันธุ์ การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำกลั่นก่อนเพาะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงกว่าการไม่แช่เมล็ด (Tokhun and Worawut, 2021) ทำให้ต้นกล้ามีความสามารถในการตั้งตัวและเจริญเติบโตในแปลงปลูกสูงตามไปด้วย (Basra *et al.*, 2005) มีรายงานการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์ในการแช่เมล็ด พบว่า การแช่เมล็ดด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงส่งผลให้

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวเพิ่มขึ้น โดยพบว่าแต่ละสายพันธุ์ของจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงนั้นให้ผลต่อการงอกของข้าวที่ไม่ต่างกัน (Vareeket and Soytong, 2016) โดยทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นจาก 35 เปอร์เซ็นต์ เป็น 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ ของความงอกเริ่มต้น โดยทั่วไปการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปลูกจะใช้เวลาในการแช่ 24 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าการขยายเวลาในการแช่เป็น 48 ชั่วโมง จะส่งเสริมการงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าได้ดี (Chatchavanthatri *et al.*, 2020; Farooq *et al.*, 2006) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการนำน้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่ความเข้มข้นต่างกัน 2 ระดับ แช่ในระยะเวลาที่ต่างกัน 2 เวลา คือ 24 และ 48 ชั่วโมง ในข้าว 2 พันธุ์คือ กข6 และ กข15 โดยการทดสอบความงอกโดยวิธี Top of paper ในห้องปฏิบัติการ และในถาดเพาะในสภาพโรงเรือน เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้าในสภาพจริงกับในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ คือ กข6 และ กข15 ทดสอบการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าในห้องปฏิบัติการและในโรงเรือนปลูกพืช ด้วยกรรมวิธีการแช่เมล็ดที่แตกต่างกันทั้งหมด 6 กรรมวิธีคือ 1) แช่น้ำธรรมดา 24 ชั่วโมง (T1) 2) แช่น้ำธรรมดา 48 ชั่วโมง (T2) 3) แช่น้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (T3) 4) กรรมวิธีที่ 4 แช่น้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (T4) 5) แช่น้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (T5) และ 6) แช่น้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (T6) วางแผนการทดลองแบบ 6x2 Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด บันทึกข้อมูลความงอกในห้องปฏิบัติการ และความงอกในโรงเรือน ตามคู่มือของ International Seed Testing Association (2014)

การเตรียมจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงและการแช่เมล็ด

การเตรียมจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง นำไข่ไก่จำนวน 1 ฟองปั่นผสมกับผงชูรส (ยี่ห้อไทยชูรส) ปริมาณ 5 กรัม และน้ำปลา (ยี่ห้อทิพรส) 5 มิลลิลิตร นำส่วนผสมที่ปั่นเป็นเนื้อเดียวกันปริมาณ 5 มิลลิลิตร เติมในขวดน้ำที่บรรจุน้ำสะอาดปราศจากคลอรีน 600 มิลลิลิตร ปิดฝาหลวม ๆ ตากแดดทิ้งไว้ 30 วัน หรือจนน้ำเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม จึงนำไปใช้ในการทดลอง เตรียมจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงเจือจางด้วยน้ำเปล่าอัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร และ อัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร โดยนำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง ผสมกับน้ำเปล่าตามอัตราส่วนให้ได้ปริมาตรรวม 50 มิลลิลิตร นำเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ละ 600 เมล็ดแช่ในแต่ละกรรมวิธี เมื่อแช่ครบตามระยะเวลาที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธี นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดมาเพาะในกระดาษเพาะด้วยวิธี top of paper วางไว้ในห้องปฏิบัติการ และเพาะเมล็ดพันธุ์ในถาดเพาะวางไว้ในโรงเรือนปลูกพืช จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด

การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

1. ความงอกโดยวิธี top of paper และความงอกในโรงเรือน ตรวจนับความงอกต้นกล้าข้าวที่ 7 วันหลังเพาะ ตามวิธีของ International Seed Testing Association (2014) คำนวนเปอร์เซ็นต์ความงอก ตามสูตร

$$\text{ความงอก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ x100}}{\text{จำนวนต้นกล้าทั้งหมด}}$$

2. ความยาวยอดและราก สุ่มต้นกล้าข้าวทั้งโดยวิธี top of paper และในโรงเรือน 20 ต้นต่อซ้ำ จำนวน 3 ซ้ำ วัดความยาวยอดและความยาวราก

3. ความเขียวใบ สุ่มต้นกล้าข้าวในโรงเรือนที่ 14 วันหลังเพาะ 20 ต้นต่อซ้ำ จำนวน 3 ซ้ำ วัดส่วนต้น

ส่วนกลาง และส่วนปลายใบ ไม่ให้โดนก้านใบ โดยใช้เครื่องวัดค่าคลอโรฟิลล์ (SPAD-502 Plus, Japan)

วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) ด้วยโปรแกรม Statistix 8 โดยใช้ Analysis of variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD (Least significant difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการทดสอบความงอกในกระดาษเพาะด้วยวิธี top of paper พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ในน้ำเปล่าและจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงไม่มีผลต่อความงอก ($p \geq 0.05$) (Table 1) ทุกกรรมวิธีให้ความงอก 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน เมื่อนำมาวัดความยาวต้นกล้าพบว่า กรรมวิธีการแช่ที่แตกต่างกันส่งผลให้ความยาวต้นกล้าต่างกัน ($p \leq 0.001$) (Table 1) กรรมวิธีที่แช่ด้วยน้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงให้ความยาวต้นกล้า 7.10 - 9.03 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่แช่ด้วยน้ำเปล่าที่ให้ความยาวต้นกล้าเพียง 4.41 - 4.42 เซนติเมตร โดยกรรมวิธีที่แช่ด้วยน้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร แช่ด้วยเวลา 48 ชั่วโมง ให้ความยาวต้นกล้าสูงที่สุดที่ 9.03 เซนติเมตร เมื่อนำมาวัดความยาวรากพบว่าสอดคล้องกับความยาวต้นกล้า โดยพบว่ากรรมวิธีที่แช่ด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงให้ความยาวรากอยู่ระหว่าง 7.00 - 7.55 เซนติเมตร สูงกว่ากรรมวิธีที่แช่ด้วยน้ำเปล่าซึ่งให้ความยาวรากที่ 4.32 - 4.68 เซนติเมตร ($p \leq 0.001$) (Table 1) นอกจากนั้นยังพบว่าความยาวต้นกล้าและความยาวรากมีความสอดคล้องกับลักษณะการงอกของเมล็ดที่ระยะเวลา 3 วันหลังเพาะที่พบว่า ในกรรมวิธีการแช่ด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร แช่ด้วยเวลา 48 ชั่วโมง มีส่วนของรากแขนง ขนราก และรากที่มีการขยายยาวกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างชัดเจน ในขณะที่กรรมวิธีที่แช่ด้วยน้ำเปล่าที่ระยะเวลาดังกล่าวยังไม่ปรากฏรากแขนงและขนราก (Figure 1) สอดคล้องกับงานทดลองของ Ng *et al.* (2012) ที่พบว่า จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงสามารถกระตุ้นให้รากของเมล็ดข้าวมีส่วนของ รากแขนง ขนราก และความยาวรากที่ยาวกว่ากรรมวิธีอื่น

Figure 1 Seed emergence at 3 days after germination test by top of paper method under different seed soaking: T1 = water 24 hours T2= water 48 hours T3= PSB 1:10, V/V 24 hours T4= PSB 1:10, V/V 48 hours T5= PSB 1:20, V/V 24 hours T6= PSB 1:20, V/V 48 hours

Table 1 Effect of soaking seeds with photosynthetic bacteria on seed germination, shoot length, and root length of RD6 and RD15 sown by top-of-paper method

Seed soaking treatment (S)/ Variety (V)	Percentage of seed germination (%)			Shoot length (cm)			Root length (cm)		
	RD6	RD15	Mean	RD6	RD15	Mean	RD6	RD15	Mean
water 24 hours (T1)	100	100	100	4.37	4.45	4.41 C	5.10	4.26	4.68 B
water 48 hours (T2)	100	100	100	3.92	4.91	4.42 C	4.37	4.28	4.32 B
PSB 1:10 24 hours (T3)	100	100	100	7.60	6.97	7.28 B	6.90	7.01	7.00 A
PSB 1:10 48 hours (T4)	100	100	100	7.17	7.03	7.10 B	7.09	7.03	7.06 A
PSB 1:20 24 hours (T5)	100	100	100	7.46	6.39	6.93 B	7.28	6.98	7.13 A
PSB 1:20 48 hours (T6)	100	100	100	8.75	9.32	9.03 A	7.88	7.23	7.55 A
Mean	100	100		6.54	6.51	6.53	6.45	6.13	6.29
CV (%)		0			15.4			10.86	
F-test (V)		ns			ns			ns	
F-test (S)		ns			**			**	
F-test (VxS)		ns			ns			ns	
LSD (0.05) (V)		-			-			-	
LSD (0.05) (S)		-			1.203			0.818	
LSD (0.05) (VxS)		-			-			-	

Remarks: ns means non-significant difference, ** means significant at 0.01

Different upper-case letters are indicated to mean different within a column

เมื่อนำมาทดสอบความงอกในถาดเพาะ พบว่า ให้ผลสอดคล้องกับการเพาะด้วยวิธี Top of paper กล่าวคือมีความงอก 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกกรรมวิธี ($p \geq 0.05$) (Table 2) เมื่อนำมาวัดความยาวต้นกล้าพบว่า พันธุ์ กรรมวิธีการแช่ และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุ์และกรรมวิธีการแช่มีผลต่อความยาวต้นกล้าในถาดเพาะ ($p \leq 0.05$) (Table 3) โดยพันธุ์ กข6 ให้ค่าเฉลี่ยความยาวต้นกล้าเท่ากับ 15.28 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ กข15 ที่มีค่าเฉลี่ยความยาวต้นเท่ากับ 13.20 เซนติเมตร กรรมวิธีที่แช่ด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงยังคงให้ความยาวต้นกล้าสูงกว่าการแช่ด้วยน้ำเปล่าและการแช่เมล็ดด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้วอัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร แช่ด้วยเวลา 48 ชั่วโมง ทำให้เพิ่มความยาวต้นกล้าของข้าวทั้งสองพันธุ์ได้อย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับที่ 24 ชั่วโมง โดยพันธุ์ กข6 เพิ่มขึ้น 48.5 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์กข15 เพิ่มขึ้น 67.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร ที่แช่เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สามารถเพิ่มความยาวต้นกล้าพันธุ์ กข6 ได้ 4.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ กข15 เพิ่มขึ้น 17.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สอดคล้องกับงานทดลองของ Farooq *et al.* (2006) ที่รายงานว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ 48 ชั่วโมง สามารถส่งเสริมการงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับที่ 12 24 36 และ 60 ชั่วโมง เมื่อทดสอบค่าความเขียวของใบที่ระยะ 14 วันหลังเพาะในถาดเพาะพบว่า ให้ผลสอดคล้องกับลักษณะความยาวต้นกล้า โดยกรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงให้ค่าความเขียวของใบสูงกว่าการแช่เมล็ดด้วยน้ำเปล่า (Table 4) กรรมวิธีที่ให้ค่าความเขียวใบสูงสุดและต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างชัดเจน คือ กรรมวิธีแช่ด้วยจุลินทรีย์

สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร แช่ด้วยเวลา 48 ชั่วโมง ที่ 17.03 SPAD-unit (Figure 2) รองลงมา คือ กรรมวิธีแช่ด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร แช่ด้วยเวลา 24 ชั่วโมง ที่ 9.54 SPAD-unit รองลงมาคือ กรรมวิธีแช่ด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่เจือจางแล้ว อัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร แช่ด้วยเวลา 48 ชั่วโมง ที่ 7.41 SPAD-unit ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีค่าอยู่ระหว่าง 3.64 - 4.27 SPAD-unit เนื่องจากจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนภายใต้สภาพที่มีแสงได้ (Lu *et al.*, 2011) จึงส่งอาจส่งผลให้ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงประกอบด้วยไนโตรเจนอยู่ในปริมาณสูง (Lu *et al.*, 2020) และเมื่อจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงตายลง จะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นออกมา (Sakarika *et al.*, 2020) เป็นเหตุให้กรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงมีค่าความเขียวของใบสูงกว่ากรรมวิธีที่แช่ด้วยน้ำเปล่า อย่างไรก็ตามในงานทดลองครั้งนี้การแช่ด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก กล่าวคือ มีการงอกที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ ส่งผลให้ทุกเมล็ดมีการงอกที่ดี อย่างไรก็ตาม หากมีการเพิ่มจำนวนพันธุ์ หรือใช้เมล็ดพันธุ์ที่เก่ากว่านี้ อาจทำให้เห็นความแตกต่างได้

Table 2 Effect of soaking seeds with photosynthetic bacteria on seed germination of RD6 and RD15 sown in seed trays

Seed soaking treatment (S)/ Variety (V)	Percentage of seed germination (%)		Mean
	RD6	RD15	
water 24 hours (T1)	100	100	100
water 48 hours (T2)	100	100	100
PSB 1:10 24 hours (T3)	100	100	100
PSB 1:10 48 hours (T4)	100	100	100
PSB 1:20 24 hours (T5)	100	100	100
PSB 1:20 48 hours (T6)	100	100	100
Mean	100	100	
F-test (V) = ns			
F-test (S) = ns			
F-test (VxS) = ns			

Remarks: ns means non-significant difference at alpha 0.05

Table 3 Effect of soaking seeds with photosynthetic bacteria on shoot length of RD6 and RD15 sown in seed trays

Seed soaking treatment (S)/ Variety (V)	Shoot length (cm)		Mean
	RD6	RD15	
water 24 hours (T1)	8.89 Ca	6.97 Da	7.93 C
water 48 hours (T2)	9.46 Ca	9.61 Ca	9.53 BC
PSB 1:10 24 hours (T3)	13.14 Ba	9.59 Cb	11.37 B
PSB 1:10 48 hours (T4)	19.52 Aa	16.02 Bb	17.77 A
PSB 1:20 24 hours (T5)	19.93 Aa	17.02 Bb	18.87 A
PSB 1:20 48 hours (T6)	20.71 Aa	20.00 Aa	19.96 A
Mean	15.28 a	13.20 b	
CV (%) = 8.32			
F-test (V) = **	LSD (0.05) = 0.819		
F-test (S) = **	LSD (0.05) = 1.418		
F-test (VxS) = *	LSD (0.05) = 2.006		

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

Different upper-case and lower-case letters are indicated to mean different within column and between columns, respectively

Table 4 Effect of different soakings on Leaf SPAD of RD6 and RD15 tested in seed trays

Seed soaking treatment (S)/ Variety (V)	Leaf SPAD (unit)		Mean
	RD6	RD15	
water 24 hours (T1)	3.64	3.63	3.64 D
water 48 hours (T2)	3.79	3.60	3.70 D
PSB 1:10 24 hours (T3)	3.91	4.62	4.27 D
PSB 1:10 48 hours (T4)	7.09	7.73	7.41 C
PSB 1:20 24 hours (T5)	8.43	10.65	9.54 B
PSB 1:20 48 hours (T6)	16.68	17.37	17.03 A
Mean	7.26	7.93	7.6
CV (%) =20.73			
F-test (V) = ns	LSD (0.05) -		
F-test (S) = ***	LSD (0.05) = 1.855		
F-test (VxS) = ns	LSD (0.05) -		

Remarks: ns means non-significant difference, *** mean significant at 0.001

Different upper-case letters are indicated to mean different within a column

Figure 2 Seedling rice at 14 days after germination test in seed trays under different seed soaking: T1 = water 24 hours T2= water 48 hours T3= PSB 1:10, V/V 24 hours T4= PSB 1:10, V/V 48 hours T5= PSB 1:20, V/V 24 hours T6= PSB 1:20, V/V 48 hours

สรุปผลการวิจัย

การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 1:20 โดยปริมาตร ระยะเวลาในการแช่ 48 ชั่วโมง สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต ของต้นกล้าข้าวพันธุ์ กข6 และ กข15 ได้ โดยมีผลทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ดีและมีความเขียวของใบสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่อนุเคราะห์สถานที่สำหรับทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Akram, N. A. and M. Ashraf. 2013. Regulation in plant stress tolerance by a potential plant growth regulator, 5-aminolevulinic acid. Journal of Plant Growth Regulation 32: 663-679.

Basra, S. M. A., M. Farooq, R. Tabassam and N. Ahmad. 2005. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing seed treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). Seed Science and Technology 33(3): 623-628.

Chatchavanthatri, N., T. Junyusen, P. Moolkaew, W. Arjharn and P. Junyusen. 2020. Effect of soaking and sprouting treatment on germination rate of paddy. EDP Sciences 187: 04016.

Farooq, M., S. M. A. Basra, I. Afzal and A. Khaliq. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science and Technology 34(2): 507-512.

Hsu, S. H., M. W. Shen, J. C. Chen, H. S. Lur and C. T. Liu. 2021. The photosynthetic bacterium Rhodopseudomonas palustris strain PS3 exerts plant growth-promoting effects by stimulating nitrogen uptake and elevating auxin levels in expanding leaves. Frontiers in plant science 12: 573634.

International Seed Testing Association. 2014. International rules for seed testing 2014-2015. Zurichstr International Seed Testing Association (ISTA), Switzerland.

Liu, X. Y., X.-Y. Xu, Q.-L. Ma and W.-H. Wu. 2005. Biological formation of 5 - aminolevulinic acid by photosynthetic bacteria. Journal of Environmental Sciences (China) 17(1): 152-155.

Lu, H., G. Zhang, S. He, C. Peng and Z. Ren. 2020. Production of photosynthetic bacteria using organic wastewater in photobioreactors in lieu of a culture medium in fermenters: From lab to pilot scale. Journal of Cleaner Production 259: 120871.

Lu, H., G. Zhang, T. Wan and Y. Lu. 2011. Influences of light and oxygen conditions on photosynthetic bacteria macromolecule degradation: different metabolic pathways. Bioresource Technology 102(20): 9503-9508.

Luo, L., P. Wang, Z. Zhai, P. Su, X. Tan, D. Zhang, Z. Zhang and Y. Liu. 2019. The effects of Rhodopseudomonas palustris PSB06 and CGA009 with different agricultural applications on rice growth and rhizosphere bacterial communities. 9(1): 173. AMB Express.

Maeda, I. 2022. Potential of Phototrophic Purple Nonsulfur Bacteria to Fix Nitrogen in Rice Fields. Microorganisms 10(1): 28.

Ng, L., M. Sariah, O. Sariam, O. Radziah and M. A. Zainal Abidin. 2012. Rice seed bacterization for promoting germination and seedling growth under aerobic cultivation system. Australian Journal of Crop Science 6(1): 170-175.

Sakarika, M., J. Spanoghe, Y. Sui, E. Wambacq, O. Grunert, G. Haesaert, M. Spiller and S. E. Vlaeminck. 2020. Purple non-sulphur bacteria and plant production: benefits for fertilization, stress resistance and the environment. Microbial Biotechnology 13(5): 1336-1365.

Teerak, W., W. Samranram and T. Rattanakaew. 2020. Effects of using photosynthetic bacteria combined with bio-extract on growth and yield of RD43 rice variety grown under organic system. Journal of Agricultural Research and Extension 37: 25-35. [in Thai]

Tokhun, N. and K. Worawut. 2021. Effects of different soaking techniques on germination and seed vigor of Kaowong Kalasin and Pathum Thani 1 glutinous rice varieties. Khon Kaen Agriculture Journal 49(1): 942-948. [in Thai]

Vareeket, R., and K. Soytong. 2016. Screening of Photosynthetic Bacteria, Rhodospirllum centenum for Stimulation of Rice Seed Germination. International Journal of Agricultural Technology 12(7.1): 1451-1455.

Wang, Y., S. Peng, Q. Hua, C. Qiu, P. Wu, X. Liu and X. Lin. 2021. The long-term effects of using phosphate-solubilizing bacteria and photosynthetic bacteria as biofertilizers on peanut yield and soil bacteria community. Frontiers in Microbiology 12: 693535.

การศึกษาประสิทธิภาพเชิงทดลองของแผ่นลดอุณหภูมิทางเลือกที่ผลิตจากถ่านชีวภาพสำหรับระบบทำความเย็นแบบระเหย

Experimental Study of the Efficiency of Alternative Biochar-based Cooling Pads for Evaporative Cooling System

สมพร กงนะ[1] คมกฤษณ์ ชูเรือง[2] กัญลยา มิขะมา[3] และเสาวคนธ์ เหมวงษ์[3*]

Somporn Kongna[1] Komkrit Chooruang[2] Kanlaya Mikhama[3] and Saowakon Hemwong[3*]

[1] สาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000

[1] Agricultural Innovation and Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Mueang, Nakhon Phanom 48000

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000

[2] Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Nakhon Phanom University, Mueang, Nakhon Phanom 48000

[3] สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000

[3] Plant Science, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Mueang, Nakhon Phanom 48000

* Corresponding author: saowakon@hotmail.com

(Received: 22 December 2023; Revised: 29 March 2024; Accepted: 18 April 2024)

Abstract

Currently, the evaporative cooling pads are produced from kraft paper type with high cost and short lifetime. Using biochar, a material produced from local waste, is an alternative for agriculture. Therefore, this research aims to compare the efficiency of cooling pads produced from biochar for evaporative cooling systems. The study used two test boxes of different sizes with three types of biochar i.e., rice husk, eucalyptus wood, and bamboo wood biochar. These were compared with paper cooling pads, controlling wind speed and water flow rate. Temperature and relative humidity were measured before and after passing through the cooling pads. The study found that eucalyptus wood biochar could achieve the highest average temperature reduction of 7.06 degrees Celsius and maintain a constant relative humidity (74.27%), similar to paper (82.11%) by an appropriate value ranging from 40-90%. Analyzing the efficiency of evaporative cooling (Saturation efficiency), it was observed that eucalyptus wood and bamboo wood biochar had performance close to paper for size 1. (W 20 x L 20 cm). However, for size 2 (W 40 x L 40 cm), the efficiency of bamboo wood biochar decreased, while eucalyptus wood biochar remained constant, and increased for paper from the cooling pad. However, cost efficiency analysis with result that eucalyptus wood biochar had a lower cost efficiency compared to cooling pads made from paper. Therefore, this study suggests that eucalyptus wood biochar is suitable for producing cooling pads in evaporative cooling systems. It can absorb water, has good ventilation, a long lifetime, and fungal control agents, which affect plants, animals, and workers in a greenhouse. Therefore, biochar also contributes to long-term environmental problem-solving through biodegradability and soil preservation. Additionally, it helps reduce production costs by recycling materials within the community for new benefits.

Keywords: Agricultural waste, wood, rice husk, renewable resource

บทคัดย่อ

แผ่นลดอุณหภูมิที่ใช้ในโรงเรือนปัจจุบันผลิตมาจากกระดาษคราฟต์ ซึ่งมีต้นทุนสูง และอายุการใช้งานสั้น การใช้ถ่านชีวภาพซึ่งผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในชุมชนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการทำการเกษตร ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผ่นลดอุณหภูมิที่ผลิตจากถ่านชีวภาพสำหรับระบบทำความเย็นแบบระเหย โดยใช้กล่องทดสอบระบบทำความเย็นแบบระเหย จำนวน 2 ขนาด โดยใช้ถ่านชีวภาพ 3 ชนิด ได้แก่ ถ่านแกลบ ถ่านไม้ยูคาลิปตัส และถ่านไม้ไผ่ เปรียบเทียบกับแผ่นลดอุณหภูมิจากกระดาษ โดยควบคุม ความเร็วลม และอัตราการไหลของน้ำให้มีค่าคงที่ ทำการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ก่อนและหลังผ่านแผ่นลดอุณหภูมิ ผลการศึกษา พบว่า ถ่านไม้ยูคาลิปตัส สามารถลดอุณหภูมิเฉลี่ยได้สูงสุด 7.06 องศาเซลเซียส และสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้คงที่ (74.27%) เช่นเดียวกันกับกระดาษ (82.11%) โดยค่าที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 40 - 90% ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหย พบว่า แผ่นลดอุณหภูมิจากถ่านไม้ยูคาลิปตัสและถ่านไม้ไผ่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับแผ่นลดอุณหภูมิจากกระดาษในขนาดที่ 1 (กว้าง 20 x ยาว 20 เซนติเมตร) แต่เมื่อเพิ่มขนาดเป็น 2 เท่า (ขนาดที่ 2) พบว่าประสิทธิภาพการทำความเย็นของไม้ไผ่ลดลงแต่ถ่านไม้ยูคาลิปตัสคงที่ ในขณะที่กระดาษมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำความเย็นต่อต้นทุน พบว่า ถ่านไม้ยูคาลิปตัสมีค่าต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นลดอุณหภูมิที่ทำจากกระดาษ ดังนั้น จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าถ่านไม้ยูคาลิปตัสมีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นแผ่นลดอุณหภูมิในระบบทำความเย็นแบบระเหยซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำ มีรูพรุนระบายอากาศได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ป้องกันเชื้อราซึ่งมีผลต่อพืช สัตว์ และผู้ที่ปฏิบัติงานในโรงเรือน พร้อมกับแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมระยะยาวโดยอาศัยความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพได้และมีประสิทธิภาพในการบำรุงดิน นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนการผลิตจากการนำวัสดุในชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

คำสำคัญ: วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ไม้ แกลบ ทรัพยากรที่นำกลับมาใช้ใหม่

คำนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมทั่วโลกทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่สูงขึ้น ในขณะที่ทรัพยากรธรรมชาติมีอยู่อย่างจำกัดส่งผลให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจำเป็นต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการของเสียและใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าด้วยการจัดการเชิงนโยบายเศรษฐกิจหมุนเวียน (Yang *et al*., 2023) โดยในประเทศไทยเองจะมีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือที่เรียกว่า ชีวมวล (biomass) ประมาณปีละ 60 ล้านตัน (Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy, 2021) การจัดการชีวมวลเหล่านี้ทางการเกษตรใช้วิธีการเผา การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล (Khidhathong *et al*., 2014) การผลิตถ่านอัดแท่ง (Visittiwong, 2021) รวมถึงการนำมาผลิตถ่านชีวภาพ (Hemwong, 2014)

ถ่านชีวภาพ เป็นแหล่งคาร์บอนสูง (Joseph *et al*., 2010) ผลิตด้วยกระบวนการไพโรไรซิส (Pyrolysis) ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนหรือปริมาณออกซิเจนที่จำกัด ที่อุณหภูมิระหว่าง 300 ถึง 500 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดถ่านชีวภาพที่มีความทนทานมากขึ้น (Haider, 2021; Armah, 2022) มีปริมาณพรุนสูงทั้งขนาดใหญ่ (macropore) ขนาดกลาง (mesopore) และขนาดเล็ก (micropore) ที่เป็นส่วนสำคัญในการกักเก็บน้ำ (Batista *et al*., 2018) รวมถึงความสามารถในการดูดซับมลพิษอนินทรีย์และอินทรีย์ปนเปื้อน นอกจากนี้ถ่านชีวภาพยังมีค่า pH สูง (ค่า pH อยู่ระหว่าง 4 - 12) (Hemwong, 2013; Tomczyk *et al*., 2020) ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราลดลง (Yamanaka, 2003) ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้การนำถ่านชีวภาพมาผลิตแผ่นลดอุณหภูมิ (cooling pad) ทางเลือกสำหรับใช้กับระบบทำความเย็นแบบระเหย (evaporative cooling system; EVEP) ในโรงเรือนปลูกพืชและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำ มีรูพรุนระบายอากาศได้ดี มีความสามารถในการต้านทานน้ำกร่อย ลดการเกาะของแร่ธาตุที่มาจากน้ำซึ่งก่อให้เกิดสาหร่าย ลดฝุ่นที่สะสม และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน นำมาผลิตเป็นแผ่นลดอุณหภูมิทางเลือกซึ่งเป็นแนวทางที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาแผ่นลดอุณหภูมิจากกระดาษที่ใช้กันในปัจจุบัน พบว่า หากมีการบำรุงรักษาที่ดีมีอายุการใช้งานอยู่ที่ 3 - 5 ปี ในขณะที่ระบบมีความดันและ

ประสิทธิภาพการอิ่มตัวลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานของแผ่นใหม่ในรุ่นเดียวกัน (Franco-Salas *et al.*, 2019) นอกจากนี้ประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของแผ่นลดอุณหภูมิกระดาษนี้จะเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการใช้น้ำกร่อย แร่ธาตุ สาหร่าย และฝุ่นที่สะสมอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการอุดตันของแผ่นลดอุณหภูมิทำให้อายุการใช้งานสั้นลง (Aziz *et al.*, 2018) ในขณะที่ถ่านชีวภาพมีอายุการใช้งานที่ยาวนานและสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงดินได้เนื่องจาก ถ่านชีวภาพมีประสิทธิภาพในการบำรุงดิน ช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืช รวมทั้งช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน ลดความหนาแน่นรวม และเพิ่มความจุในการอุ้มน้ำให้ดินได้อีกด้วย (Hemwong, 2013) นอกจากนี้การใช้ถ่านชีวภาพเป็นอีกแนวทางในการทำการเกษตรแบบฟื้นฟู (regenerative agriculture; RA) ตามแนวทางในการทำเกษตรในอนาคตอีกด้วย (Schreefel *et al.*, 2020) ในขณะที่กระดาษเพียงย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติเท่านั้น การนำวัสดุเหลือใช้ในชุมชนกลับมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นแนวทางสำคัญในการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

ดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพเชิงทดลองของแผ่นลดอุณหภูมิที่ผลิตจากถ่านชีวภาพเปรียบเทียบกับแผ่นลดอุณหภูมิที่ผลิตจากกระดาษสำหรับเป็นวัสดุทางเลือกให้กับเกษตรกรที่ใช้ระบบทำความเย็นแบบระเหยในโรงเรือนผลิตพืชและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ต้นทุนต่ำ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาและบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดในปัจจุบันให้สามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืนได้ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตถ่านชีวภาพและออกแบบแผ่นลดอุณหภูมิ

การผลิตถ่านชีวภาพ

การทดลองใช้วัตถุดิบ 4 ประเภท ได้แก่ 1) กระดาษคราฟต์ (Kraft Paper; Type 7090) 2) ถ่านแกลบ (Rice husk biochar; RHC) 3) ถ่านไม้ยูคาลิปตัส (Eucalyptus wood biochar; EC) และ 4) ถ่านไม้ไผ่ (Bamboo biochar; BC) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่า Least Significant Difference (LSD) จากการทำ 3 ซ้ำ

การผลิตถ่านแกลบทำการเผาโดยใช้เตาเผาแบบดั้งเดิมโดยอ้างตามวิธีการของ Hemwong *et al.* (2021) ส่วนไม้ไผ่และไม้ยูคาลิปตัสนำมาตัดให้มีความยาวประมาณ 25 เซนติเมตร ตากแห้งแล้วนำไปเผาในเตาเผาถ่านชีวภาพที่ทำมาจากถังเหล็กขนาด 100 ลิตร ทำการจุดไฟและเผาโดยในกระบวนการเผาทำการวัดอุณหภูมิเป็นช่วง ๆ และอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ในการเผาถ่านแกลบ ถ่านไม้ยูคาลิปตัส และถ่านไม้ไผ่ เท่ากับ 189 440 และ 463 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เวลาในการเผาถ่านแกลบ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ส่วนถ่านไม้ยูคาลิปตัส และถ่านไม้ไผ่ ใช้เวลาเผา 3 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งอุณหภูมิและระยะเวลาของการเผาเปลี่ยนไปตามชนิดและปริมาณของวัสดุที่ทำการเผา (Figure 1) โดยมีต้นทุนการผลิตของวัสดุเป็นดังแสดงใน Table 1

Figure 1 The materials studied are a) Kraft paper (Paper), b) Rice husk biochar (RHC), c) Eucalyptus biochar (EC) and d) Bamboo biochar (BC)

Table 1 Cost of production for each 20 x 20 cm^2 cooling pad material in this experiment

List	Material type			
	Paper	RHC	EC	BC
Raw material (Bath/m^2)	1,389	-	-	-
Biochar stoves (Bath)*	-	15	150	150
Plastic net (Bath/m^2)	-	43	43	43
Total	1,389	58	193	193

*fixed cost

นำวัสดุทั้ง 4 ชนิด วัดคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ ประกอบด้วย โครงสร้างของถ่านโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope; SEM) ค่าพื้นที่ผิว (surface area) (ตารางเมตร/กรัม) โดยวิธี BET (Brunauer-Emmett-Teller) ค่าปริมาตรของรูพรุน (pore volume) (ซีซีต่อกรัม) โดยวิธี total pore volume และค่าขนาดรูพรุน (pore size) โดยวิธี BJH method adsorption pore radius

การออกแบบแผ่นลดอุณหภูมิ

เมื่อทำการเผาเรียบร้อยแล้วนำถ่านที่ได้จากการเผามาบดให้มีขนาดเล็กและร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ยกเว้นถ่านแกลบเตรียมสำหรับทำแผ่นลดอุณหภูมิ แล้วนำถ่านที่เตรียมไว้บรรจุใส่ในแผ่นลดอุณหภูมิ 2 ขนาด คือ ขนาดกว้าง 20 เซนติเมตร x ยาว 20 เซนติเมตร x หนา 6 เซนติเมตร (ขนาดที่ 1) (Aziz *et al.*, 2018) และขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร x ยาว 40 เซนติเมตร x หนา 6 เซนติเมตร (ขนาดที่ 2) เช่นเดียวกับแผ่นลดอุณหภูมิแบบกระดาษ (Figure 2) โดยแผ่นลดอุณหภูมิจากถ่านมีความหนาแน่น 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Salins *et al.*, 2021) ใช้ตาข่ายพลาสติกหกเหลี่ยมด้านข้างที่มีขนาดช่องตาข่าย 0.2 มิลลิเมตร กั้นเป็นผนังของแผ่นลดอุณหภูมิเพื่อป้องกันการหลุดของถ่านออกจากแผ่นลดอุณหภูมิ (Kouchakzadeh and Brati, 2013)

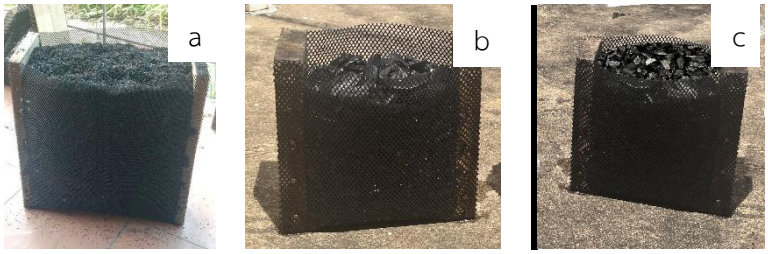


Figure 2 The cooling pads are made from a) Rice husk biochar (RHC) b) Eucalyptus biochar (EC) and c) Bamboo biochar (BC)

หลังจากเตรียมแผ่นลดอุณหภูมิแต่ละชนิดเรียบร้อยแล้วนำมาทดสอบการดูดซับน้ำก่อนและหลังการทำความเย็น โดยวิธีการชั่งน้ำหนักแผ่นลดอุณหภูมิขณะแห้งจากวัสดุชนิดต่าง ๆ นำวัสดุไปแช่ลงในน้ำเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำแผ่นลดอุณหภูมิที่ได้ไปแขวนตากลมจนน้ำไม่หยด ชั่งน้ำหนักสุดท้าย และเปรียบเทียบส่วนต่างของน้ำหนัก ทำ 3 ซ้ำต่อวัสดุ แล้วคำนวณหาการดูดซับน้ำของแผ่นลดอุณหภูมิแต่ละชนิด (water holding capacity) ดังนี้

$$water\ holding\ capacity\ (\%) = \frac{(W_2 - W_1)}{W_1} x100$$

โดย W_1 = น้ำหนักของวัสดุก่อนทำการทดสอบ (g)

W_2 = น้ำหนักของวัสดุหลังทำการทดสอบ (g)

การออกแบบและทดสอบแผ่นลดอุณหภูมิในกล่องทดสอบทำความเย็นแบบระเหย

การออกแบบ

ออกแบบกล่องทดสอบระบบทำความเย็นแบบระเหยโดยใช้แผ่นอะคริลิคเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าในลักษณะส่วนที่ปิดและส่วนที่เปิดช่องสำหรับอากาศเข้าสู่ระบบ โดยเว้นช่องว่างสำหรับติดตั้งแผ่นลดอุณหภูมิ ท่อระบายอากาศเพื่อให้อากาศสัมผัสแผ่นลดอุณหภูมิสม่ำเสมอ และจุดให้ความร้อนแก่กล่องทดสอบรวมถึงรองรับการติดตั้งระบบตรวจวัดค่าต่าง ๆ (Figure 3) ซึ่งการจัดทำระบบจะต้องครอบคลุมถึงระบบรองรับน้ำของแผ่นลดอุณหภูมิ สำหรับการติดตั้งกล่องต้นแบบประกอบด้วย 2 ขนาด คือ 1) ขนาด กว้าง 20 เซนติเมตร x สูง 20 เซนติเมตร x ยาว 85 เซนติเมตร (ขนาดที่ 1) (Aziz *et al.*, 2018) และ 2) ขนาด กว้าง 40 เซนติเมตร x สูง 40 เซนติเมตร x ยาว 170 เซนติเมตร (ขนาดที่ 2)

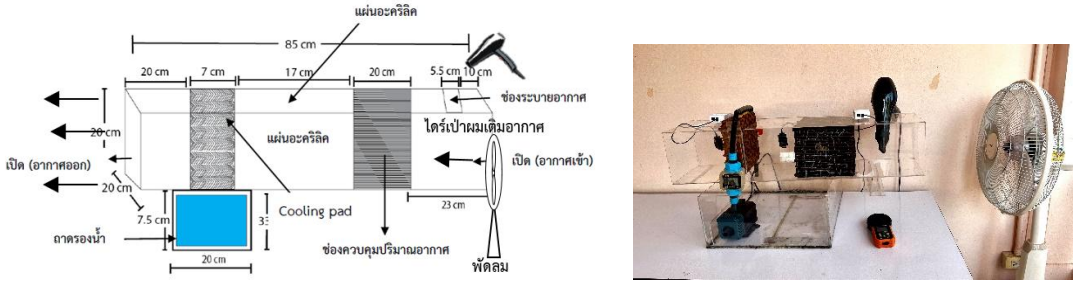


Figure 3 Evaporative cooling system prototype box.

การทดสอบแผ่นลดอุณหภูมิ

- ความเร็วลม: ใช้ความเร็วลมสูงสุดของพัดลมขนาด 16 นิ้ว แบบ 3 ใบพัด วัดความเร็วลมด้วยเครื่องวัดความเร็วลม ยี่ห้อ Peak meter รุ่น PM6252A ควบคุมความเร็วให้อยู่ระหว่าง 1.0 - 4.7 เมตรต่อวินาที Salins *et al.* (2021)

- อัตราการไหลของน้ำ: ควบคุมอัตราการไหลของน้ำโดยใช้วาล์วน้ำควบคุมความเร็วของน้ำ วัดอัตราการไหลของน้ำด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ (Flow meter) ยี่ห้อ G1 BSPP รุ่น K 24 ให้มีค่าเท่ากับ 1.6 - 1.7 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (Salins *et al.*, 2021; Tejero-González and Franco-Salas, 2021)

- การวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ : ใช้อุปกรณ์ SONOFF รุ่น THR320D เป็นเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีหน้าสัมผัสแห้งแรงดันไฟฟ้า 5 - 30 โวลต์ โดยสามารถวัดอุณหภูมิได้ -10 ถึง 50 องศาเซลเซียส และความชื้นในการทำงาน 5 - 95 % สามารถเชื่อมต่อและรายงานผลผ่านคอมพิวเตอร์หรือมือถือได้ โดยติดตั้งอุณหภูมิขาเข้าและอุณหภูมิขาออกก่อนและหลังแผ่นลดอุณหภูมิในกล่องทดสอบทำความเย็นแบบระเหยเพื่อเปรียบเทียบความต่างของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 ชั่วโมง (10.00 - 17.00 น.) ทำ 3 ซ้ำ (Aziz, 2018; Vala *et al.*, 2016)

- ฮีตเตอร์ (heater): ขนาดกว้าง 24.5 เซนติเมตร x ยาว 28 เซนติเมตร x สูง 4.5 เซนติเมตร ใช้กำลังไฟสูงสุดที่ 2,200 วัตต์ เพื่อให้ความร้อน (Aziz, 2018) โดยทำการเปิดเพื่อให้ความร้อน 7 ชั่วโมงต่อวัน

- ระบบน้ำ ปั๊มน้ำและการจัดเรียงน้ำหยด : ใช้ปั๊มน้ำใช้อุปกรณ์ SOBO WP-4200 สามารถเปิดใช้งานได้ 24 ชั่วโมง ใช้กำลังไฟฟ้า 55 วัตต์ มีอัตราการไหลสูงสุด 3,000 ลิตรต่อชั่วโมง และใช้หัวน้ำหยดขนาด 4 ลิตรต่อชั่วโมง จำนวน 3 หัว (ขนาดที่ 1) และ 5 หัว (ขนาดที่ 2) (Aziz, 2018) โดยจัดทำวาล์วควบคุมการไหลของน้ำให้มีค่าอยู่ระหว่าง 1.2 - 1.7 เมตรต่อวินาที (Salins *et al.*, 2021)

นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยของวัสดุโดยใช้ค่า saturation efficiency (η) อ้างจาก Franco-Salas *et al.* (2019) ความต่างระหว่างอุณหภูมิขาเข้าและขาออก (difference

temperature, ΔT) (Franco-Salas *et al.*, 2019) และประสิทธิภาพการทำความเย็นต่อต้นทุนของวัสดุ (cost efficiency) (Muk-on, 2021) ดังนี้

$$\eta = \frac{(T_1 - T_2)}{(T_1 - T_{wb}')} x100 \quad (2)$$

โดย η = ประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหย (Saturation efficiency, เปอร์เซ็นต์)

T_1 = อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศก่อนผ่านผิวเปียก (องศาเซลเซียส)

T_2 = อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศหลังผ่านผิวเปียก (องศาเซลเซียส)

T_{wb}' = อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศผ่านผิวเปียก (องศาเซลเซียส) โดยสามารถหาค่าได้จาก Psychometric charts ที่สภาวะอากาศของการทดลอง

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

โดย ΔT = ความต่างระหว่างอุณหภูมิขาเข้าและขาออก (Difference temperature, องศาเซลเซียส) (3)

T_1 = อุณหภูมิกระเปาะแห้งขาเข้าอากาศผ่านผิวเปียก (องศาเซลเซียส)

T_2 = อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศหลังผ่านผิวเปียก (องศาเซลเซียส)

$$Cost\ efficiency(Bath/m\text{^}2) = \frac{Cost\ of\ material}{Saturation\ \ efficiency} \quad (4)$$

ผลการวิจัยและวิจารณ์

โครงสร้างทางกายภาพของถ่านชีวภาพแต่ละชนิด

จากการศึกษาภาพถ่ายโดย SEM กำลังขยาย 2,000 เท่า พบว่าวัตถุดิบและอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาที่แตกต่างกันมีผลต่อโครงสร้างของถ่านชีวภาพ โดยเฉพาะถ่านไม้ยูคาลิปตัสและถ่านไม้ไผ่มีโครงสร้างคล้ายรังผึ้งซึ่งมีปริมาตรที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษ (Figure 4) อาจเนื่องจากการผลิตถ่านชีวภาพใช้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ (dehydration) การย่อยสลาย (decomposition) และการระเหยของสารประกอบต่าง ๆ (volatilization) ในระหว่างกระบวนการเผาภายในเซลล์พืช (Liang *et al.*, 2016; Fawzy *et al.*, 2021) จากผลการศึกษาจะเห็นว่าถ่านแกลบ (เผาที่อุณหภูมิสูงสุด 189 องศาเซลเซียส) มีโครงสร้างของรูพรุนไม่ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านไม้ยูคาลิปตัส (440 องศาเซลเซียส) และถ่านไม้ไผ่ (463 องศาเซลเซียส) เนื่องจากเผาด้วยอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ดังนั้น อุณหภูมิการเผาเป็นปัจจัยที่มีผลต่อโครงสร้าง ปริมาตร และปริมาณของรูพรุน เช่นเดียวกันกับชนิดของวัตถุดิบ ซึ่งวัตถุดิบที่มีปริมาณของลิกนิน (Lignin) ต่ำ และเซลลูโลส (Cellulose) สูงจะทำให้มีปริมาณรูพรุนของถ่านชีวภาพสูงกว่าวัตถุดิบที่มีปริมาณลิกนินสูง (Tomczyk *et al.*, 2020) เนื่องจากเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบของมวลชีวภาพซึ่งมีอิทธิพลต่อกระบวนการลดการทำลาย (Devolatilization) โครงสร้างของเซลล์พืช ปริมาณผลผลิตและสันฐานวิทยาของถ่านในระหว่างกระบวนการเผา (Sahoo *et al.*, 2021)

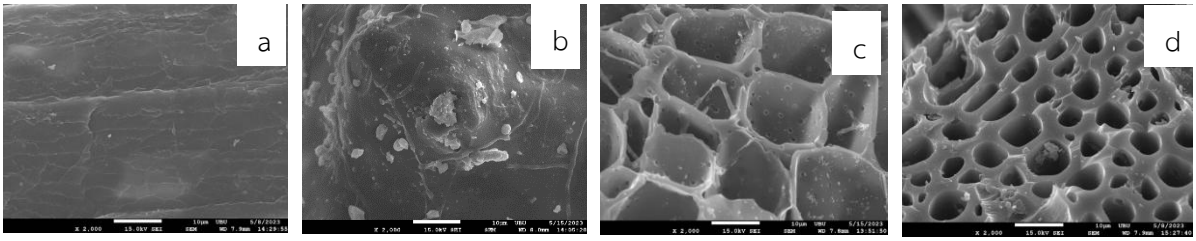


Figure 4 Scanning electron microscope of a) Kraft paper (paper) b) Rice hus k (RHC) (c) Eucalyptus (EC) and d) Bamboo biochar (BC)

ขนาดรูพรุนของถ่านชีวภาพที่ใช้ในการศึกษา พบว่า มี 2 ขนาด คือ ขนาด mesopore ซึ่งอยู่ระหว่าง 3 ถึง 7.49 nm ได้แก่ กระดาษ และถ่านแกลบ ตามลำดับ ในขณะที่ถ่านไม้ไผ่และถ่านไม้ยูคาลิปตัส มีขนาด Micropore (อยู่ระหว่าง 1.40 ถึง 1.82 nm) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของการเผาส่งผลต่อขนาดของรูพรุนและมีผลต่อพื้นที่ผิว โดย Batista *et al.* (2018) พบว่า วัสดุที่เผาด้วยอุณหภูมิต่ำจะทำให้ถ่านชีวภาพมีพื้นที่ผิวสูง ซึ่งตรงกันข้ามกับผลการทดลอง พบว่า พื้นที่ผิวของถ่านแกลบ (22.53 ตารางเมตรต่อกรัม) สูงกว่าถ่านยูคาลิปตัส (6.39 ตารางเมตรต่อกรัม) ซึ่งเผาด้วยอุณหภูมิสูงกว่า เช่นเดียวกันถ่านไม้ไผ่กับและถ่านยูคาลิปตัสเผาด้วยอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่พบว่าถ่านไม้ไผ่มีค่าพื้นที่ผิวสูงกว่ามาก 123.52 เท่า (Table 2) ชี้ให้เห็นว่า วัสดุประเภทเดียวกันแต่มีโครงสร้างและองค์ประกอบของวัสดุที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณรูพรุนและพื้นที่ผิวสัมผัส ซึ่งถ่านไม้ยูคาลิปตัสเป็นไม้เนื้อแข็งมีปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินสูง เป็นส่วนประกอบที่ทนต่อการย่อยสลาย มีความชื้นต่ำทำให้ได้ปริมาณและความหนาแน่นของถ่านที่สูง เถ้าต่ำ รวมทั้งมีค่าความร้อนสูง (Tomczyk *et al.*, 2020) ในขณะที่ถ่านไม้ไผ่เป็นไม้เนื้ออ่อนมีความหนาแน่น และปริมาณของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัส ทำให้มี พื้นที่ผิว และปริมาตรของรูพรุนที่สูงกว่าถ่านชนิดอื่น (Chaturvedi *et al.*, 2023) อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการเผาสูงขึ้นจะเกิดการสะสมของเถ้าซึ่งสามารถอุดตันรูพรุนบนพื้นผิวของถ่านชีวภาพได้ (Chaves Fernandes *et al.*, 2020) นอกจากนี้ขนาดรูพรุนยังมีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับตะกอน การกรองน้ำ การดูดซับสารเคมีที่เกิดจากสารพิษปนเปื้อนในแหล่งน้ำที่นำมาใช้ในโรงเรือนได้อีกด้วย (Hernandez-Mena *et al.*, 2014) ในทางกลับกันถ่านชีวภาพที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูงจะทำให้มีความสามารถในการกักเก็บน้ำในวัสดุเพิ่มมากขึ้น (Batista *et al.*, 2018) ทำให้อากาศผ่านไหลผ่านได้ต่ำและมีความชื้นสูง มีน้ำหนักมาก หากมีประสิทธิภาพการดูดซับน้ำและความสามารถในการระบายน้ำที่ต่ำก็จะทำให้เกิดเชื้อราได้อีกด้วย

Table 2 Porosity characteristics of studied materials

Material	Surface area (m^2/g)	Pore volume (cc/g)	Pore size (nm)
Paper	40.62	0.002	3.00
RHC	22.53	0.012	7.49
EC	6.39	0.002	1.82
BC	789.3	0.312	1.40

ประสิทธิภาพการทำความเย็นของแผ่นลดอุณหภูมิ

จากการศึกษาค่าความอุ้มน้ำของแผ่นลดอุณหภูมิแต่ละชนิดทั้งขนาดที่ 1 และ 2 พบว่า ถ่านแกลบมีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ถ่านไม้ไผ่ ถ่านไม้ยูคาลิปตัส และกระดาษ ตามลำดับ (Table 3) โดยค่าความอุ้มน้ำของวัสดุมีผลต่อประสิทธิภาพการทำความเย็นของวัสดุ เนื่องจากวัสดุที่มีความสามารถอุ้มน้ำต่ำ (กระดาษ และถ่านไม้ยูคาลิปตัส) วัสดุจะมีช่องว่างให้อากาศไหลผ่านได้ง่าย และอากาศที่ไหลผ่านวัสดุจะสามารถสัมผัสกับน้ำเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนได้ดีกว่าวัสดุที่มีค่าความอุ้มน้ำมาก (ถ่านแกลบ และถ่านไม้ไผ่) สอดคล้องกับ Ahmadu *et al.* (2022) ได้ทำการศึกษาเชิงทดลองระบบทำความเย็นแบบระเหยโดยใช้แผ่นลดอุณหภูมิจากใยบวบ ถ่าน และแผ่นลดความชื้นคาร์บอน พบว่า ถ่านมีประสิทธิภาพการทำความเย็นสูงกว่าแผ่นลดอุณหภูมิจากกระดาษ (แผ่นเซลลูโลส) และยังสอดคล้องกับ Salins *et al.* (2021) ได้ทำการศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุทางเลือกสำหรับการทำความเย็นด้วยการระเหย พบว่าถ่านเป็นชีวมวลธรรมชาติสามารถหมุนเวียนได้ ทนทาน มีราคาถูก หาเพิ่มเติมได้ง่าย และมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าแผ่นลดอุณหภูมิที่ทำจากกระดาษ ซึ่งมีต้นทุนสูง และมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่า ดังนั้นวัสดุที่เหมาะสมจะนำมาใช้เป็นแผ่นลดอุณหภูมิจึงควร

จะมีค่าความอุ้มน้ำที่ต่ำ เพื่อส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นมากขึ้นตามไปด้วย นั้นแสดงให้เห็นว่าถ่านไม้ยูคาลิปตัสจากงานทดลองนี้น่าจะมีประสิทธิภาพในความเย็นที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น ๆ

Table 3 Water holding capacity of different cooling pad material in size 1 and size 2

Material	Water holding capacity (%)	
	Size 1 (W 20 cm x L 20 cm)	Size 2 (W 40 cm x H 40 cm)
Paper	34.33 b	8.73 b
RHC	77.92 a	21.50 a
EC	49.44 b	17.43 a
BC	34.88 b	9.42 b
$LSD_{.05}$	24.20*	7.29**

Remarks: Size W= Width and L=Long

*, ** significant differences $p \leq 0.05$ statistical and $p \leq 0.01$ respectively

Numbers, lowercase letters are directed differently in the same column. There are statistical differences at the 95% confidence level by means of LSD (Least Significant Difference Test)

ประสิทธิภาพการทำความเย็นของแผ่นลดอุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 2 ขนาด พบว่า แผ่นลดอุณหภูมิที่ทำจากถ่านไม้ยูคาลิปตัส สามารถลดอุณหภูมิเฉลี่ยได้ 7.06 องศาเซลเซียส ซึ่งได้สูงกว่าแผ่นลดอุณหภูมิกระดาษที่ใช้กันโดยทั่วไป (4.86 องศาเซลเซียส) ในขณะที่ถ่านแกลบ ลดอุณหภูมิเฉลี่ยได้เพียง 3.13 องศาเซลเซียส และถ่านไม้ไผ่ลดอุณหภูมิได้เฉลี่ย 4.59 องศาเซลเซียส (Table 4) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มขนาดของแผ่นลดอุณหภูมิขึ้น 2 เท่า (Size 2) ถ่านไม้ยูคาลิปตัสยังมีความสามารถลดอุณหภูมิได้สูงคงที่ใกล้เคียงกันกับขนาดเล็ก ในขณะที่วัสดุอื่น ๆ มีความสามารถในการลดอุณหภูมิลดลงโดยเฉพาะถ่านแกลบอุณหภูมิแตกต่างกันเพียง 1.66 องศาเซลเซียส

Table 4 The difference of temperature between the inlet and outlet of the cooling pads in size 1 and size 2

Time	Difference temperature (°C)							
	Size 1 (W 20 cm x L 20 cm)				Size 2 (W 40 cm x L 40 cm)			
	Paper	RHC	EC	BC	Paper	RHC	EC	BC
10:00	-1.43	-1.94	-0.77	0.30	-1.80	-2.93	-0.90	-2.27
11:00	5.23	3.17	5.77	5.35	2.87	1.43	6.67	2.57
12:00	6.73	3.77	7.67	4.90	4.47	1.43	7.70	2.77
13:00	6.80	6.40	7.33	5.33	5.70	2.87	8.20	3.37
14:00	6.43	6.67	7.97	6.63	5.07	3.17	8.20	4.13
15:00	6.33	6.67	8.80	6.40	5.17	2.60	8.30	5.00
16:00	6.70	6.57	9.07	7.53	5.83	2.07	9.67	6.43
17:00	6.93	5.53	10.30	7.73	6.73	2.60	8.90	7.27
Avg.	5.47 bc	4.60 c	7.02 a	5.52 b	4.25 b	1.66 c	7.09 a	3.66 b
$LSD_{.05}$	0.88**				0.73**			

Remarks: Size: W= Width and L=Long

The outside temperature throughout the experiment (24 days) averaged 28.9-36.0 °C.

*, ** significant differences $p \leq 0.05$ statistical and $p \leq 0.01$ respectively.

Numbers and lowercase letters are directed differently in the same column. There are statistical differences at the 95% confidence level using LSD (Least Significant Difference Test)

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ซึ่งมีความแตกต่างกัน โดยความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของพืชอยู่ในช่วง 60 - 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ อาจทำให้พืชเกิดความเครียดจากน้ำ และหากความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 95% เป็นเวลานานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางคืนส่งผลให้เชื้อราเกิดการพัฒนาอย่างรวดเร็ว (Ketsa, 2009) ในขณะที่โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีความแตกต่างตามชนิดของสัตว์ที่เลี้ยง จากการศึกษาของ Dongsongkhram *et al.* (2022) กรณีศึกษา ลูกไก่ชนสายพันธุ์พม่า พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 40 - 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลต่อพฤติกรรม ระบบสรีรวิทยา พันธุกรรม รวมทั้งการเจริญเติบโตของสัตว์ด้วย จากการทดลองทำการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์หลังผ่านแผ่นลดอุณหภูมิ พบว่ากระดาษมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ทั้ง 2 ขนาด สูงกว่าถ่านชีวภาพ (82.11 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหากเปรียบเทียบกับถ่านชีวภาพทั้ง 3 ชนิด ถ่านไม้ยูคาลิปตัสมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า (74.27 เปอร์เซ็นต์) ถ่านไม้ไผ่ (71.70 เปอร์เซ็นต์) และถ่านแกลบ (66.59 เปอร์เซ็นต์) (Table 5) สอดคล้องกับ Amer *et al.* (2015) ซึ่งพบว่า ไม้ให้ความชื้นสูงกว่าฟางข้าว มีส่วนสำคัญในการยืดอายุการเก็บรักษาของพืชที่ต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เคมี และชีวภาพขั้นต่ำโดยการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ (Patel *et al.*, 2022) ชี้ให้เห็นว่าแผ่นลดอุณหภูมิจากถ่านแกลบไม่เหมาะกับการเลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องมีการควบคุมการใช้งานให้อยู่ในระดับเหมาะสมกับสัตว์เลี้ยงนั้น ๆ ในขณะที่แผ่นลดอุณหภูมิที่ทำมาจากถ่านแกลบโดยเฉพาะขนาดที่ 2 มีความชื้นต่ำสุด (60.13 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งอยู่ในระดับที่เกือบถึงค่าวิกฤตในการเจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตามโรงเรือนที่มีความชื้นสูงอาจส่งผลทำให้เกิดเชื้อราซึ่งก่อให้เกิดโรคพืช สัตว์ และผู้ปฏิบัติงาน เช่น *Penicillium sp.* และ *Aspergillus spp.* มีความสัมพันธ์กับโรคระบบทางเดินหายใจ โรคภูมิแพ้ โดยเฉพาะในคนที่ตอบสนองต่อเชื้อราได้ไว หรือในผู้ป่วย อาจทำให้หอบหืด ไอ และสมรรถภาพการทำงานของปอดลดลงส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ซึ่งถ่านนอกจากมีรูพรุนสูงยังมีค่า pH สูงด้วย ทำให้อาจมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ (Verma *et al.*, 2023)

Table 5 The relative humidity of the difference cooling pads materials in size 1 and size 2

Time	Relative humidity (%)							
	Size 1 (W 20 cm x L 20 cm)				Size 2 (W 40 cm x L 40 cm)			
	Paper	RHC	EC	BC	Paper	RHC	EC	BC
10:00	63.23	68.42	64.70	61.80	64.07	52.17	63.00	58.73
11:00	72.37	71.43	76.93	80.77	78.83	57.87	72.30	64.23
12:00	83.73	71.57	76.53	83.17	82.13	58.63	72.83	66.00
13:00	84.03	70.73	76.10	85.60	83.77	58.20	71.80	65.83
14:00	87.70	74.07	76.63	86.50	86.57	61.03	72.27	69.80
15:00	85.13	74.13	76.53	86.70	84.57	59.27	71.93	71.27
16:00	87.83	75.83	79.53	89.03	91.27	64.93	75.20	68.17
17:00	87.77	78.21	82.93	87.30	90.77	68.97	79.10	70.33
Avg.	81.48 a	73.05 b	76.24 ab	82.61 a	82.75 a	60.13 bc	72.30 b	66.80 c
$LSD_{.05}$	7.08*				6.48**			

Remarks: Size : W= Width and L=Long

The outside relative humidity throughout the experiment (24 days) was between 48.90-68.10 %.

*, ** significant differences $p \leq 0.05$ statistical and $p \leq 0.01$ respectively.

Numbers, lowercase letters are directed differently in the same column. There are statistical differences at the 95% confidence level by means of LSD (Least Significant Difference Test)

ประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยของแผ่นลดอุณหภูมิขนาดที่ 1 พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง แบบกระดาษ ถ่านไม้ยูคาลิปตัส และถ่านไม้ไผ่ อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มขนาดแผ่นลดอุณหภูมิ ขนาดที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลงโดยเฉพาะแผ่นลดอุณหภูมิที่ทำมาจากถ่านแกลบ และถ่านไม้ไผ่ ในขณะที่กระดาษมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และถ่านไม้ยูคาลิปตัสมีประสิทธิภาพคงที่ (Figure 5) ซึ่งชี้ให้เห็นว่ากระดาษมีประสิทธิภาพการทำความเย็นสูงสุดเฉลี่ยทั้ง 2 ขนาด คือ 76.25 เปอร์เซ็นต์ อาจเกิดจากกระดาษสามารถเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ได้สูงกว่า จึงทำให้สามารถลดอุณหภูมิได้มากกว่าแผ่นลดอุณหภูมิที่ทำมากจากถ่านทั้ง 3 ชนิด นอกจากนี้ความสามารถในการกักเก็บน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพการทำความเย็นซึ่งจะเห็นได้จากถ่านแกลบมีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้สูง สอดคล้องกับ Kapilan *et al.* (2023) ที่ศึกษาแผ่นลดอุณหภูมิถ่านแกลบมีประสิทธิภาพรักษาความเย็นสูงสุดที่ 56 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีค่าความสามารถในการกักเก็บน้ำที่สูงทำให้อากาศไหลผ่านได้ต่ำส่งผลต่อความสามารถในการระเหยของน้ำที่ไปใช้เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำ และเมื่อเทียบประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยของกระดาษกับถ่านทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีประสิทธิภาพของถ่านทั้ง 3 ชนิด ต่ำกว่ากระดาษ โดยถ่านไม้ยูคาลิปตัสมีประสิทธิภาพการทำความเย็นเฉลี่ยต่ำกว่ากระดาษน้อยที่สุด คือ 13.84 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถ่านแกลบและถ่านไม้ไผ่มีประสิทธิภาพการทำความเย็นเฉลี่ยต่ำกว่ากระดาษ 48.61 และ 28.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 6)

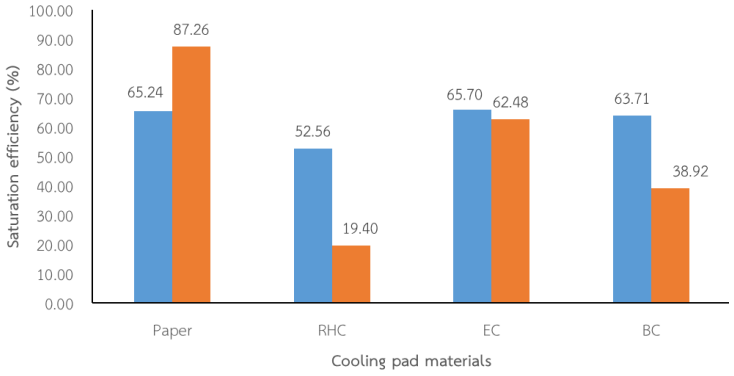


Figure 5 Saturation efficiency of cooling pads in size 1 and size 2

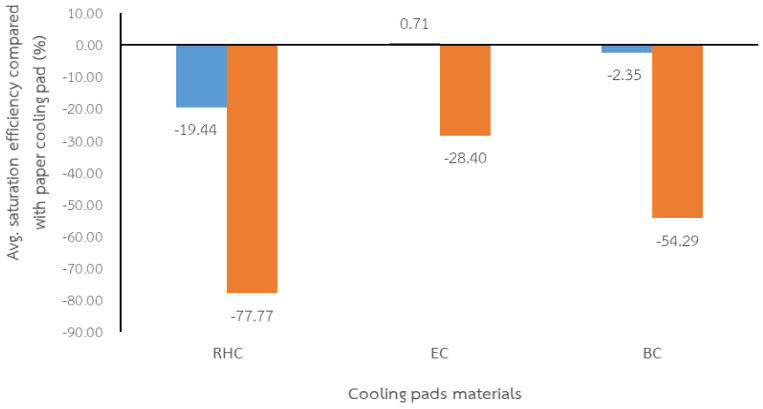


Figure 6 Evaporative cooling efficiency of biochars compared to paper cooling pads in Size 1 and Size 2

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำความเย็นต่อต้นทุน

ต้นทุนต่อประสิทธิภาพเป็นตัวแปรที่แสดงถึงประสิทธิภาพต่อต้นทุนของระบบเพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการใช้งานของแผ่นลดอุณหภูมิ โดยค่าที่น้อยที่สุดจะแสดงถึงความคุ้มค่ามากที่สุด (Muk-on, 2021) ซึ่งส่วนใหญ่ต้นทุนที่เกิดขึ้นเป็นต้นทุนจากวัสดุที่นำมาผลิตเป็นแผ่นลดอุณหภูมิและกระบวนการผลิต จากการศึกษาผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำความเย็นต่อต้นทุน พบว่า ถ่านชีวภาพทั้ง 3 ชนิด มีต้นทุนเฉลี่ยต่อประสิทธิภาพการทำความเย็นที่ต่ำกว่ากระดาษ (21.29 บาทต่อตารางเมตร) (Figure 7) จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการทำความเย็นต่อต้นทุนของถ่านแกลบมีค่าต่ำสุด (1.10 บาทต่อตารางเมตร) อย่างไรก็ตาม แผ่นลดอุณหภูมิจากถ่านแกลบมีประสิทธิภาพการทำความเย็นต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านไม้ยูคาลิปตัส (2.94 บาทต่อตารางเมตร) และถ่านไม้ไผ่ (30.3 บาทต่อตารางเมตร) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบระหว่างชนิดของถ่าน พบว่า ถ่านไม้ยูคาลิปตัสมีความเหมาะสมทั้งด้านประสิทธิภาพการทำความเย็นที่สูงและต้นทุนที่ต่ำ นอกจากนี้ ถ่านแกลบเมื่อนำมาผลิตแผ่นลดอุณหภูมิต้องใช้ปริมาณสูงเนื่องจากมีน้ำหนักเบาจึงต้องทำการผลิตหลายครั้งเพื่อให้ได้ปริมาณเพียงพอต่อความต้องการใช้ ซึ่งอาจเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต (900 - 1,100 บาทต่อตัน) ในขณะที่ไม้ยูคาลิปตัสและไม้ไผ่ปริมาตรสูงกว่าใช้ปริมาณและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า (400 - 800 บาทต่อตัน) (Koson *et al.*, 2023) อย่างไรก็ตาม ถ่านชีวภาพที่นำมาผลิตเป็นแผ่นลดอุณหภูมิมีต้นทุนหลักคือเตาเผาถ่านและตาข่ายเท่านั้น เนื่องจากในการเผามุ่งเน้นการใช้เศษวัสดุใช้แทนการตัดต้นไม้ โดยเตาเผาถ่านสามารถใช้งานได้ยาวนานประมาณ 1 - 2 ปี หรือ ประมาณ 100 - 150 ครั้งของการเผา (Energy Research Center, Maejo University. 2014)

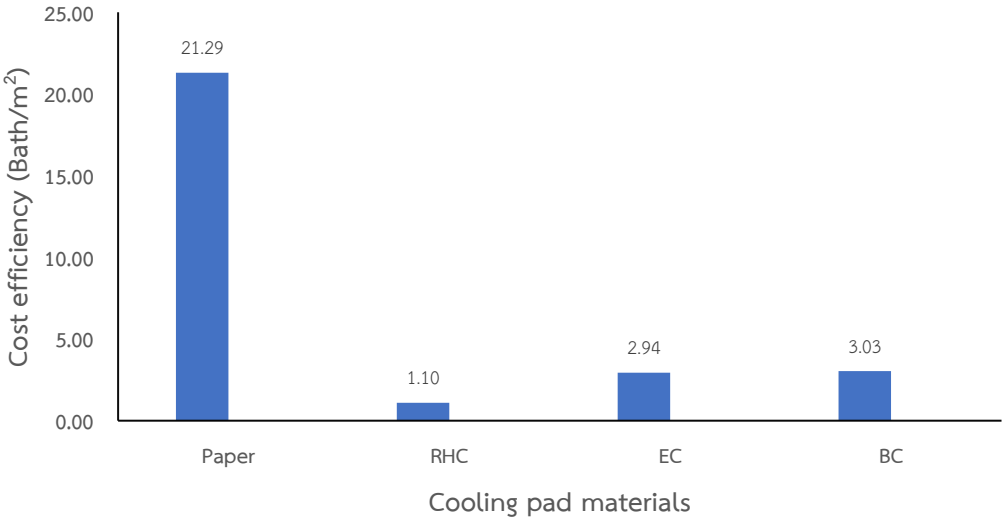


Figure 7 Cost-efficiency analysis of different cooling pads materials in size 20 x 20 cm

สรุปผลการวิจัย

ถ่านไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัสดุทางเลือกที่เหมาะสมในการทำแผ่นลดอุณหภูมิที่ใช้ในระบบทำความเย็นแบบระเหย เนื่องจากมีประสิทธิภาพการทำความเย็นเฉลี่ยสูงกว่า (64.09 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านชีวภาพชนิดอื่นและมีความใกล้เคียงกับแผ่นลดอุณหภูมิที่ทำมาจากกระดาษ แต่มีประสิทธิภาพการทำความเย็นต่อต้นทุนต่ำกว่า (2.94 บาทต่อตารางเมตร) นอกจากนั้นการใช้ถ่านชีวภาพเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ในชุมชนกลับมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และลดต้นทุนการผลิตทางด้านการเกษตร ซึ่งจะเป็นแนวการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมระยะยาวโดยอาศัยความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ และช่วยลดปัญหาขยะเหลือทิ้งทางการเกษตรอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตามการใช้ถ่านชีวภาพเป็นแผ่นลดอุณหภูมิจำเป็นต้องมีการเพิ่มแรงลมที่สูงขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระเหยของน้ำ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเพิ่มประสิทธิภาพของแผ่นลดอุณหภูมิที่ผลิตจากถ่านชีวภาพ เช่น อัตราการไหลของอากาศ อัตราการไหลของน้ำ รวมถึงการนำไปใช้ในสภาพโรงเรือนจริง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา กองทุนวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยนครพนมในการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัย รวมถึงคณะเกษตรและเทคโนโลยี และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยนครพนม ที่สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

Ahmadu, T. O., Y. S. Sanusi and F. Usman. 2022. Experimental evaluation of a modified direct evaporative cooling system combining luffa fiber-charcoal cooling pad and activated carbon dehumidifying pad. Journal of Engineering and Applied Science 69(63): 1-8.

Amer, O., R. Boukhanouf and H. G. Ibrahim. 2015. A review of evaporative cooling technologies. International Journal of Environmental Science and Development 6(2): 111-117.

Armah, E. K., M. Chetty, J. A. Adedeji, D. E. Estrice, B. Mutsvene, N. Singh and Z. Tshemese. 2022. Biochar: Production, application and the future. Biochar: 1-26.

Aziz, A. R., N. F. Zamrud and N. Rosli. 2018. Comparison on cooling efficiency of cooling pad materials for evaporative cooling system. Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology 1: 61-68.

Batista, E. M. C. C., J. Shultz, T. T. S. Matos, M. R. Fornari, T. M. Ferreira, B. Szpoganicz, R. A. de Freitas and A. S. Mangrich. 2018. Effect of surface and porosity of biochar on water holding capacity aiming indirectly at preservation of the Amazon biome. Scientific Reports 8(1): 1-9.

Chaturvedi, K., A. Singhwane, M. Dhangar, M. Mili, N. Gorhae, A. Naik, N. Prashant, A. K. Srivastava and S. Verma. 2023. Bamboo for producing charcoal and biochar for versatile applications. Biomass Conversion and Biorefinery 2023: 1-27.

Chaves Fernandes, B. C., K. F. Mendes, A. F. Dias Júnior, V. P. S. Caldeira, T. M. S. Teófilo, T. Severo Silva, V. Mendonça, M. F. Souza and D. Valadão Silva. 2020. Impact of pyrolysis temperature on the properties of eucalyptus wood-derived biochar. Materials 13(24): 1-13.

Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy. 2021. "Biomass": Green energy friendly to the planet. Available: https://www.thebangkokinsight.com/news/environmental-sustainability/558298 (October 18, 2023). [in Thai]

Dongsongkhram, K., S. Phanphithak, P. Premto and T. Trisakun. 2022. Development of environmental control system using Internet of Things technology in a simulated house: A case study of Burmese gamecock chicks. Journal of Applied Information Technology 8(1): 103-116. [in Thai]

Energy Research Center, Maejo University. 2014. User manual for 200-liter vertical charcoal kiln. Available: https://engineer.mju.ac.th/wtms_webpageDetail.aspx?wID=1260 (December 20, 2023). [in Thai]

Fawzy, S., A. I. Osman, H. Yang, J. Doran and D. W. Rooney. 2021. Industrial biochar systems for atmospheric carbon removal: A review. Environmental Chemistry Letters 19: 3023-3055.

Franco-Salas, A. , A. Peña-Fernández and D. L. Valera-Martínez. 2019. Refrigeration Capacity and Eect of Ageing on the Operation of Cellulose Evaporative Cooling Pads, by Wind Tunnel Analysis. 2019 (16): 1-11.

Haider, F. U., J. A. Coulter, C. Liqun, S. Hussain, S. A. Cheema, J. Wu and R. Zhang. 2021. An overview on biochar production, its implications, and mechanisms of biochar-induced amelioration of soil and plant characteristics. Pedosphere 32(1): 1-51.

Hemwong, S. 2013. Biochar: Carbon sequestration and soil fertility. Kasetsart Agricultural Journal 31(1): 104-113. [in Thai]

Hemwong, S. 2014. Effects of bamboo and rice husk biochars on yield and nitrogen use efficiency of Chainat 1 rice variety. Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University 16(1): 69-75. [in Thai]

Hemwong, S., C. Sangri, P. Phunthupan, S. Butnan and P. Vityakon. 2021. Rice-derived biochars enhance the yield of spring onion (Allium cepa L. var. Aggregatum), while reducing pesticide contamination in soil and plant. Applied Ecology and Environmental Research 19(1): 349-358.

Hernandez-Mena, L. E., A. A. B. Pécora and A. L. Beraldo. 2014. Slow pyrolysis of bamboo biomass: Analysis of biochar properties. Chemical Engineering Transactions 37: 115-120.

Joseph, S. D., M. Camps-Arbestain , Y. Lin, P. Munroe, C. H. Chia, J. Hook, L. van Zwieten, S. Kimber, A. Cowie, B. P. Singh, J. Lehmann, N. Foidl, R. J. Smernik and J. E. Amonette. 2010. An investigation into the reactions of biochar in soil. Australian Journal of Soil Research 48(7): 501-515

Kapilan, N., A. M. Isloor and S. Karinka. 2023. A comprehensive review on evaporative cooling systems. Results in Engineering 18: 1-14.

Ketsa, S. 2009. Global warming: Effect on plants. Journal of Health Systems Research 3(2): 203-211. [in Thai]

Khidhathong, P., W. Wangjiraniran and A. Suriyawong. 2014. A study on spatial potential of biomass for electricity generation in Thailand. Journal of Energy Research 11(1): 63–76. [in Thai]

Koson, K., S. Sriaon, P. Champaphang and S. Saengsuwan. 2023. Biochar (miracle material): Synthesis, characterization and potential applications. Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University 25(1): 89-104. [in Thai]

Kouchakzadeh, A. and A. Brati. 2013. The evaluation of bulk charcoal as greenhouse evaporative cooling pad. Agricultural Engineering International: CIGR Journal 15(2): 188-193.

Liang, H., L. Chen, G. Liu and H. Zheng. 2016. Surface morphology properties of biochars produced from different feedstocks. In: Proceedings of the International Conference on Civil, Transportation and Environment, China. pp. 1205–1208.

Muk-on, K. 2021. The study of substitute materials in evaporative cooling system. Master of Engineering Thesis in Energy Engineering, Department of Mechanical Engineering, Silpakorn University. [in Thai]

Patel, D. P., S. K. Jain, S. S. Lakhawat and N. Wadhawan. 2022. A low-cost storage for horticulture commodities for enhancing farmer's income: An overview on evaporative cooling. Journal of Food Process Engineering 45(10): 1-15.

Sahoo, S. S., V. K. Vijay, R. Chandra and H. Kumar. 2021. Production and characterization of biochar produced from slow pyrolysis of pigeon pea stalk and bamboo. Cleaner Engineering and Technology 3: 1-10.

Salins, S. S., S. Kota Reddy, S. V. Shiva Kumar and C. Stephen. 2021. Experimental investigation of humidification parameters using biomass-based charcoal as an alternative packing material. Journal of King Saud University - Engineering Sciences 35(7): 495–505.

Schreefel, L., R. P. O. Schulte, I. J. M. de Boer, A. Pas Schrijver and H. H. E. van Zanten. 2020. Regenerative agriculture - the soil is the base. Global Food Security 26: 1-8.

Tejero-González, A. and A. Franco-Salas. 2021. Optimal operation of evaporative cooling pads: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 151: 1-14.

Tomczyk, A., Z. Sokołowska and P. Boguta. 2020. Biochar physicochemical properties: pyrolysis temperatureand feedstock kind effects. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology 19: 191-215.

Vala, K.V., M.T. Kumpavat and Dr. A. Nema. 2016. Comparative Performance Evaluation of Evaporative Cooling Local Pad materials with Commercial Pads. International Journal of Engineering Trends and Technology 39(4): 198-203.

Verma, S., M. K.Awasthi, Tao Liu, S. K.Awasthi, Asad Syed, A. Bahkali, M. Verma and Z. Zhang. 2023. Influence of biochar on succession of fungal communities during food waste composting 2023 (358): 129437

Visittiwong, A. 2021. Utilization of fruit orchard waste: Durian and mangosteen for charcoal briquette production. Research Journal of Rajamangala University of Technology Tawan-ok 14(2): 66-71. [in Thai]

Yamanaka, T. 2003. The effect of pH on the growth of saprotrophic and ectomycorrhizal ammonia fungi in vitro. Mycologia 95(4): 584-589.

Yang, Y., M Zhong, X. Bian, Y. You and F. Li. 2023. Preparation of carbon- based material with high water absorption capacity and its effect on the water retention characteristics of sandy soil. Biochar 5(61): 1-18.

Management of Rice Straw Waste from Sang Yod Rice Production by Farmers Adhering to Good Agricultural Practice (GAP) Standards in Phatthalung Province

Kunchaphorn Ratchasong Supaporn Lertsiri and Chalathon Choocharoen*

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

* Corresponding author: fagrchch@ku.ac.th

(Received: 2 February 2024; Revised: 11 April 2024; Accepted: 22 April 2024)

Abstract

This research was to study 1) personal characteristics and socio-economic factors, 2) knowledge on utilization of rice straw waste, 3) needs for rice straw waste management, and 4) problems and suggestions of farmers on rice straw waste management. The sample was 180 farmers growing GAP rice. Data was collected by using questionnaires. The statistical techniques used were frequency, percentage, mean, standard deviation, and Chi-square test. The results revealed that most Sang Yod rice farmers were female, with an average age of 62.78 years. The majority were married and had a primary educational level. The average rice cultivation area was 4.92 rai, with an average cultivation experience of 10.73 years. The average number of workers was 3 people. The average income was 11,711.39 Baht/year and had exposed news through various media and activities. Farmers' knowledge in managing rice straw waste was at a moderate level, with an average of 1.59. The management of rice straw waste involved plowing and using it as animal feed, with the percentage of 37.78 and 37.22. The need for rice straw waste management was found at a moderate level, with an average of 2.26. Hypothesis testing found that marital status and experience had a statistically significant relationship with the management of rice straw waste at the level of 0.05. Additionally, exposure to news by Sang Yod rice farmers was significantly related to the rice straw waste management at the 0.01 level. Problems and suggestions were found to be a lack of support from government agencies in managing rice straw waste.

Keywords: Sang Yod rice, management of rice straw waste, GAP

Introduction

Guidelines for economic development, according to the BCG Model, emphasize economic growth in three dimensions: the bioeconomy, the circular economy, and the green economy (National Science and Technology Development Agency, 2020). This emphasis is particularly relevant for Thailand due to biological diversity and abundant resources. However, continuous economic development has led to the rapid depletion of available resources, causing deterioration, and generating various wastes and pollution. Adaptation is necessary to address the challenges posed by this situation. The BCG economic model emerges as a new economic approach with the potential to foster robust and sustainable

relationships between the economy and resources. This model is achieved by incorporating knowledge and innovation to facilitate development from upstream to downstream. The focus is on using resources efficiently and economically, along with reusing resources for maximum benefit. Moreover, this economic model can contribute to upgrading the agricultural sector from the previous resource-intensive model with low output to a more efficient form of agriculture. This innovative approach minimizes labor while achieving high production levels, leveraging knowledge and scientific technology to enhance production efficiency, reduce production waste, and promote the reuse of waste. Consequently, this leads to the conservation, restoration, and increased value of resources, along with a reduction in environmental pollution (Sreewongchai, 2023)

Phatthalung Province is characterized by lowland terrain, and the majority of its residents are engaged in agriculture. Key economic crops include rice and rubber. Notably, the region is known for cultivating traditional local rice varieties, particularly "Sang Yod Phatthalung Rice," recognized as a Geographical Indication (GI) with special characteristics and high nutritional value (Saeton, 2007). This rice is well-suited for advanced production and processing techniques, adding economic value to agricultural products that define Phatthalung province's identity. Aligned with the Thai rice strategy for the years 2020 to 2024, Sang Yod rice is acknowledged for its distinctive features and is positioned as a raw material for functional food in specific market groups. This expanding and significant market emphasizes the need to enhance production efficiency by concentrating on reducing production costs (The Government Public Relations Department, 2020). In line with this strategic plan, Phatthalung province has the potential to elevate the value of Sang Yod rice production with Good agricultural practices (GAP) by incorporating technology and innovation in both production and processing. This approach includes environmentally friendly resource management, aiming for zero waste agriculture in every production process, ultimately increasing the overall product value. The transformation of agricultural waste materials into high-value products, coupled with the strategic use of knowledge and technology, positions Phatthalung province to leverage these strengths to attract consumers and entrepreneurs in the future.

Therefore, the researcher is interested in studying the management of rice straw waste from Sang Yod rice production in Phatthalung province, renowned for its significant rice production. This study is particularly focused on exploring practices that lead to production efficiency, reduced resource utilization, and the incorporation of renewable resources. Additionally, it aims to minimize waste release from production and make use of leftover materials from each production process. The objective is to align with the country's economic development guidelines, specifically by the BCG economic model. This initiative aims to guide farmers cultivating Sang Yod rice, contributing to the further addition of value to their agricultural practices.

Materials and Methods

Population and Sample

The research focuses on a total of 324 farmers cultivating Sang Yod rice in Phatthalung province who have attained GAP standards (Phatthalung Rice Research Center, 2022) and are

interested in improving the quality of rice. The sample size was determined using the multi-stage random sampling method, resulting in a sample size of 180 individuals by using Yamane (1973). There were 55 in Muang district, 72 in Khuan Khanun district, 32 in Pak Phayun district, 3 in Tamot district, and 18 in Khao Chaison district. (Table 1)

Table 1 Population and sample size classified by district - Farmers growing Sang Yod rice with GAP standard in Phatthalung province

District	Population (cases)	Sample size (persons)
Mueang	99	55
Kuan Khanun	129	72
Pak Phayun	57	32
Tamot	5	3
Khao Chaison	34	18
Total	**324**	**180**

Research Tools

This research employed a questionnaire as a data collection tool. The questionnaire encompassed five content areas: 1) basic personal information, economy and society, 2) knowledge on utilizing rice straw scraps, 3) management of rice straw waste, 4) needs for managing rice straw waste, and 5) problems and suggestions regarding the management of rice straw from Sang Yod rice production. The validity of the questionnaire underwent a validation process involving 3 experts. Furthermore, the questionnaire was pre-tested with 30 Sang Yod rice growers who shared similar characteristics with the sample group. Subsequently, the data were analyzed to determine the confidence value using the KR-20 formula, following the Kuder-Richardson model. The Kuder-Richardson reliability coefficient for knowledge about rice straw waste management was calculated and found to be 0.72. Additionally, the reliability of the questionnaire for assessing the needs of Sang Yod rice farmers in managing rice straw waste, measured using Cronbach's alpha, was determined to be 0.94.

Interpreting knowledge on rice straw management among Sang Yod rice farmers.

Interactive measurements are employed to define the level of knowledge among Sang Yod rice farmers. The interpretation is as follows:

Scores between 0.00 - 6.66 mean that Sang Yod rice farmers demonstrate a low level of knowledge of straw waste management.

Scores between 6.67 - 13.32 mean Sang Yod rice farmers have a moderate-level knowledge of straw waste management.

Scores between 13.33 - 20.00 mean Sang Yod rice farmers have a high level of knowledge of straw waste management.

Interpreting the needs for rice straw management among Sang Yod rice farmers.

The assessment of needs for rice straw management among Sang Yod rice farmers is divided into three levels:

Scores between 1.00 - 1.66 mean Sang Yod rice farmers indicate a low level of rice straw management.

Scores between 1.67 - 2.33 mean Sang Yod rice farmers indicate a moderate rice straw management need.

Scores between 2.34 - 3.00 mean Sang Yod rice farmers indicate a high level of rice straw management.

Data Analysis

The collected data underwent a comprehensive analysis using descriptive statistics to elucidate information within the sample group. This included an exploration of basic personal factors, economic and social indicators, knowledge of rice straw management, and the needs of Sang Yod rice farmers regarding rice straw management, as well as insights into issues, problems, and suggestions from the questionnaires. Descriptive statistics, such as frequency, percentage, mean, and standard deviation, were employed to provide a detailed overview of the data. In addition to descriptive analysis, inferential statistics were applied to test hypotheses and identify relationships among variables. The variables under consideration encompassed basic personal data, economic and social information, knowledge of rice straw management, and the need for rice straw management among Sang Yod rice farmers. Furthermore, Chi-square statistics were utilized to assess the statistical significance of relationships, with a focus on the 0.01 and 0.05 significance levels. This comprehensive approach aimed to derive meaningful insights into the factors influencing rice straw waste management among Sang Yod rice farmers.

Results and Discussion

1. Personal characteristics and socio–economic factors

The majority of Sang Yod rice farmers in this study were women, constituting 60.56 percent of the surveyed population with an average age of 62.78 years. These farmers reflect a seasoned cohort. Marital bonds were strong, as approximately 76.67 percent of them were married. The prevailing educational level was primarily at the primary education stage. Sang yod rice farming households had an average of 3.60 members who contributed to the daily dynamics. An encouraging trend was noted in land ownership, with a substantial 83.33 percent of Sang Yod rice farmers proudly owning the land they cultivate. Sang yod rice cultivated across an average area of 4.92 rai, represents a testament to the farmers' experience, averaging at 10.73 years. The labor force comprised an average of three individuals, embodying the collaborative spirit in rice farming. Active participation in farming groups was a commonality among Sang Yod rice farmers. Their hard work yields an average income of 11,711.39 Baht. The sowing method was applied by 55.56 percent of farmers, and the prevalent use of rice harvesters underscores the adoption of modern agricultural practices. This corresponds to Chanthavong *et al*. (2018), a study on the Factors Affecting Farmers' Adoption of Rice Production Technology under the Good Agricultural Practices System at Champhone district, Savannakhet Province, Lao People's Democratic Republic found that most farmers were married. Moreover, this study similarly found that a significant proportion of farmers were married, as revealed by the study's findings. The importance of family units was supporting the agricultural sector, particularly

considering the labor work in agriculture as their main occupation.

2. Knowledge of the utilization of rice straw waste

Analysis of farmers' knowledge levels in the utilization of rice straw scraps found that farmers had a high level of knowledge in using rice straw scraps, scoring between 13.33 - 20.00, with 41.10 percent, and a moderate knowledge level (score between 6.67 - 13.32) with 58.90 percent. The highest score was 18.00 points. The lowest score was 9.00 points. Overall knowledge of Sang Yod rice farmers was at a moderate level. Most farmers knew about managing rice straw waste, the benefits of rice straw, including knowing the negative effects of managing rice straw by burning. Therefore, promoting knowledge on rice straw management was important to provide farmers with correct and diverse approaches to rice straw management, which leads to a new product and adds value to rice straw for maximum benefit. (Table 2)

Table 2 Knowledge level on the utilization of rice straw by Sang Yod rice farmers

Knowledge on the utilization of rice straw	Percent	Level of knowledge
(6.67 - 13.32 score)	58.90	Moderate
(13.33 - 20.00 score)	41.10	High
Mean = 13.63 S.D. = 0.49 Minimum = 9.00 Maximum = 18.00		

3. Management of rice straw waste for Sang Yod rice farmers

The post-harvest rice straw management practices of Sang Yod rice farmers had several patterns emerge. Most farmers were managed by plowing with 37.78 percent to add nutrients to the soil. However, the majority, 51.67 percent do not use technology in their rice straw management as farmers used more for fodder and plowing, with only 33.22 percent employing agricultural machinery like hay balers, and 15.00 percent using biotechnology such as microorganisms. Moreover, the utility of rice straw was about 67.78 percent of farmers do not use while 32.22 percent compress straw into bales for utilization. Most farmers with 62.80 percent, do not transport for selling rice straw. Most farmers do not use technology to communicate with rice straw buyers, and the majority, 66.10 percent, communicated through traditional methods like telephones with 33.90 percent. This varied approach to rice straw management underscores a blend of traditional and technology-informed practices among Sang Yod rice farmers. The diversity of rice straw management approaches underscores the integration of traditional practices and technology embraced by Sang Yod rice farmers with access to various media and technology, becomes imperative for farmers to adapt and apply these methods in their respective areas for enhanced appropriateness and efficiency (Table 3).

Table 3 Management of rice straw waste for Sang Yod rice farmers

Management of rice straw waste	Percent
Plowing	37.78
Fodder and plowing	51.62
Employing agricultural machinery	33.22
Using biotechnology	15.00
Do not use rice straw	67.78
Utilization of rice straw	32.22
Not transport for selling rice straw	62.80
Do not use technology to communicate	66.10
Communicated through traditional methods	33.90

4. Needs for rice straw waste management

Overall needs for rice straw waste management of Sang Yod rice farmers was found to be at a moderate level with an average score of 2.26 when considering the needs of Sang Yod rice farmers for the rice straw management that farmers need plowing and covering with an average score of 2.70, followed by making mulch with average score of 2.66, promotion, support, and assistance from related agencies with average score of 2.60. Using rice straw for various purposes, with an average score of 2.50, managing waste to become zero with an average score of 2.40, and making compost, with an average score of 2.36. A moderate level of needs was animal feed with an average score of 2.32, followed by planting materials with an average score of 1.86, and making use of rice straw in various aspects with an average score of 1.67. The rice straw management that farmers need least was energy production, with an average score of 1.64, and burning with an average score of 1.43. (Table 3) This is because most farmers were aware of the consequences if rice straw was managed by the burning method, causing air pollution and loss of nutrients in the soil. Farmers, therefore required sustainable and environmentally friendly with rice straw management which correlation with Kongjan *et al.* (2021), who studied stubble and rice straw management by farmers in a project to promote the cessation of burning in agricultural areas of Ayutthaya province found that most farmers were aware of the impact of stubble and rice straw burning at a high level. All farmers acknowledged that burning stubble and rice straw causes danger to themselves and others and including the environment.

Table 4 Needs of rice straw waste management from Sang Yod rice production

Management of rice straw scraps	$\bar{X}$	S.D.	Level of needs
Burning	1.43	0.71	Low
Plowing	2.70	0.47	High
Mulching	2.66	0.53	High
Bio-compost	2.36	0.84	High
Fuel energy production	1.64	0.78	Low
Animal feed	2.31	0.78	Moderate
Material Planting	1.85	0.87	Moderate
Utilizing technology for the effective management of rice straw	2.50	0.65	High
Zero waste management	2.40	0.71	High
Promotion, support, and assistance from various agencies	2.60	0.68	High
Utilization of rice straw	1.67	0.70	Moderate
Total	**2.26**	**0.58**	**Moderate**

Relationship between personal characteristics and socio - socio-economic factors and knowledge about rice straw waste management and rice straw waste management of Sang Yod rice farmers

The results revealed a significant relationship between marital status and experience with rice straw waste management among farmers, reaching a statistical significance level of 0.05 and 0.01 (Table 3). The prevalence of married status in the area suggests a conducive environment for efficient rice straw waste management, fostered by mutual assistance in both labor and decision-making processes. The experience of most farmers in cultivating Sang Yod rice contributes to their expertise in the entire rice production process, from upstream to downstream activities which correlation with Pinya *et al.* (2019), examining the participation of farmers in an agricultural promotion system project in Wiang Pa Pao District, Chiang Rai Province, noted a similar association with marital status. This demonstrates the historical significance of prioritizing family-building to foster stability and mutual support. Natteechao *et al.* (2018), in their investigation of the decision to produce organic Sang Yod rice in Phatthalung Province, found that farmers with 7-10 years of experience were predominant. Moreover, the study establishes a noteworthy connection between exposure to news and rice straw waste management, with a statistical significance level of 0.01. Collectively, corroborates with the findings of Chaiwut *et al.* (2021), who studied the impact of support from a large-scale agricultural extension system project on farmers in Saengcha district, Ang Thong province. The majority of large-scale plot farmers in that study received news through personal media facilitated by government or private officials, highlighting the importance of regular knowledge promotion activities. Recently, the technological advanced era has provided farmers had easy access to information through television, radio, and telephones, allowing them to stay informed and apply acquired knowledge effectively.

Table 5 Relationship between personal characteristics and socio-economic factors, and knowledge about rice straw waste management and rice straw waste management of Sang Yod rice farmers

Factor	Management needs rice straw scraps		
	X^2	p-value	Significance
Status	8.998*	0.011	Sig.
Experience	7.321*	0.026	Sig.
Media exposure	16.384**	0.003	Sig.

Remake: * Significance level at 0.05, ** Significance level at 0.01

5. Problem and suggestions of farmers on rice straw waste management

The problem encountered was that farmers lack agricultural machinery to manage rice straw waste. Knowledge and new methods for managing rice straw waste, because there was still no sector to take care of or help in this area. Most farmers were ready to receive support in both knowledge and methods. However, farmers know that burning rice straw is detrimental to both their health and the environment. Therefore, farmers were very interested in managing rice straw waste effectively. Minimize negative effects on themself and the environment. The suggestion from most farmers was support and assistance from government agencies in managing rice straw waste, such as agricultural machinery. Knowledge and methods for managing rice straw waste in new ways to increase the value of rice straw which includes the use of rice straw to further develop for creating maximum value.

Conclusion

According to research findings, several factors are associated with the management of rice straw waste among Sang Yod rice farmers. Firstly, marital status plays a crucial role as farmers assist each other in both labor and decision-making regarding management. Secondly, experience is another significant factor, with most farmers having cultivated Sang Yod rice for a considerable period, resulting in expertise in the entire rice production process. Lastly, exposure to news was important as farmers mainly rely on media sources like agricultural extension officers, who visit them directly to discuss and share ideas. Farmers' knowledge of managing rice straw waste was at a moderate level because they had some understanding of basic techniques for straw management. However, there was room for improvement in adopting more advanced and sustainable methods of straw management, such as composting or using it for bioenergy production. Therefore, while there was a foundational understanding, there was still potential for further education and support to enhance farmers' ability to effectively manage rice straw waste. Farmers mainly managed rice straw waste by plowing it and using it as animal feed. Their need for rice straw waste management was moderate. This was because most farmers had small livestock operations and aim to minimize the use of chemical fertilizers to nourish the soil. Consequently, farmers rely on traditional methods such as plowing and using rice straw as animal feed. They avoid burning methods because they were aware of the negative effects of burning rice straw.

References

Chaiwut, W., P. Sriboonruang and P. Thongdeelert. 2021. Supporting large-scale agricultural extension system project of large-scale rice farmers in Saweangha district, Angthong province. Agricultural Science Journal 52(1): 57-70. [in Thai]

Chanthavong, I., P. Kruekum, P. Sakkatat and N. Rungkawat. 2018. Factors affecting to farmers adoption of rice production technology under good agricultural practices system at Champhone district Savannakhet province, Lao People's Democratic Republic. Journal of Agricultural Research and Extension 36(2): 106-117. [in Thai]

Kongjan, K., P. Treewannakul and M. Rengkwunkway. 2021. Management of rice stubble and straw of farmers in project of extension for stop burning at agri-area in Phra Nakhon Si Ayutthaya province. Agricultural Science Journal 52(1): 20-31. [in Thai]

National Science and Technology Development Agency. 2020. New economic model BCG. Available: https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/bcg-by-nstda (November 5, 2023). [in Thai]

Natteechao, T., P. Sriboonruang and S. Rangsipaht. 2018. Decision on Sang Yod organic rice production of farmers in Phatthalung province. Agricultural Science Journal 49(2): 168-178. [in Thai]

Phatthalung Rice Research Center. 2022. GAP Standard farmer list in Phatthalung 2022. Available: https://ptl-rrc.ricethailand.go.th/page/7096 (October 20, 2022). [in Thai]

Pinya, T., S. Fongmoon, N. Rangkhawat and K. Kanokhong. 2019. Decision making on the participation in the large agricultural extension system project of rice farmers in Wiang Pa Pao district, Chiang Rai province. Journal of Agricultural Research and Extension 37(1): 73-83. [in Thai]

Saeton, S. 2007. The first rice variety Geographical Indication (GI) Sang yod Muang Phatthalung rice, Bangkok Rice Department Rice Research and Development Office. [in Thai]

Sreewongchai, T. 2023. BCG model for agriculture. pp. 17-113. In: Nakasathien, S. (eds.). 80 Years KU: Towards the future with BCG model. Kasetsart University, Bangkok. [in Thai]

The Government Public Relations Department. 2020. Thai rice strategy 2020-2024. Available: https://www.prd.go.th/th/content/page/index/id/2420 (September 20, 2023). [in Thai]

Yamane, T. 1973. Statistics: An introductory analysis: John Weather Hill, Inc., London.

Value Creation of Urban Agriculture in Bangkok, Thailand

Pornpinit Nualthet Supaporn Lertsiri Tanin Kongsila and Chalathon Choocharoen*

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

* Corresponding author: fagrchch@ku.ac.th

(Received: 7 February 2024; Revised: 9 April 2024; Accepted: 22 April 2024)

Abstract

Urban agriculture (UA) has been used as “an innovation driver” within the agricultural sector to deal with the global crisis in urban areas. This study aims to investigate activities and opinions toward the value creation of UA among Bangkok residents. Data was collected through questionnaires with 385 respondents and analyzed using descriptive statistics, t-test, and F-test. Results showed that more than one-third of the respondents (39.7%) had experience in UA practices, with 3 main activities including 1) food growing, 2) ornamental plants, and 3) livestock and fisheries. Additionally, the respondents expressed high opinions regarding the value creation of UA across various aspects. Emotional value ($\bar{X}$=4.20) received the highest mean score, followed by functional value ($\bar{X}$= 4.08), life-changing value ($\bar{X}$=3.96), and social impact value ($\bar{X}$=3.87). According to hypothesis testing, age and marital status were factors affecting opinion level on the value creation of UA at a significantly different level of 0.01. This revealed that older respondents and those who were married tended to appreciate the health benefits and food security more than younger and unmarried respondents. Moreover, the findings indicated that UA has the potential to create various positive outcomes, from fostering emotional well-being and providing functional benefits like access to fresh produce, facilitating life-changing experiences, and promoting social connection within communities. Eventually, the study provides valuable insights for policymakers and stakeholders to formulate laws, policies, development plans, and activities that promote and support UA initiatives. A focus on raising citizens' awareness and appreciation for the value creation of UA, policymakers can be able to encourage sustainable UA practices that contribute to the well-being of Bangkok residents and the resilience of urban future communities.

Keywords: Urban agriculture, value creation, innovation driver, Bangkok

Introduction

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) report, approximately 55 percent of the world's population lives in urban areas, and this estimate is expected to increase to 68 percent by 2050. This major growth is expected to occur in Africa and Southeast Asia (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019). The rapid urban population growth in developing countries has a significant impact across various dimensions, including heightened demands for essential resources such as food, water, and energy. Managing the expansion of urban areas becomes a global critical challenge, particularly in addressing food security, enhancing waste management, ensuring

environmental sustainability, and providing sufficient social services. Bangkok, the capital of Thailand, is an area with enormous potential for year-round crop cultivation (Land Development Department, 2021). The terrain of Bangkok is mostly lowland, making it suitable for agricultural activities (Department of Environment, BMA, 2023). However, due to urbanization and the development of Bangkok as the economic center of the country, there has been a continuous decline in the amount of agricultural land. At the same time, Bangkok is facing various challenges, including environmental issues, social challenges, and the necessity for effective urban planning (Chancharoen, 2017; Menakanit, 2019). To overcome these challenges, it should be reconsidered how Bangkok's urban development strategy interacts with agriculture, food production, and the environment to address these concerns in a more efficient and sustainable approach.

Urban agriculture (UA) refers to the practices that produce food and other outcomes through agricultural production and related processes such as transformation, distribution, marketing, and recycling. These activities occur within cities and nearby regions, engaging several urban actors, communities, methods, places, policies, institutions, systems, ecologies, and economies to reach the changing needs of local residents while simultaneously achieving various objectives and functions (FAO *et al*., 2022). Additionally, UA holds significant potential in offering solutions to address urban challenges, including food security, climate change, the rise of urbanization, and social inequalities (EFUA, 2021).

In recent times, UA has been increasingly recognized as a leisure and recreational activity, while a few urban farms serve educational purposes by providing training to schoolchildren, young professionals, or individuals participating in re-entry programs. Some urban farms aim either to enhance access to nutritious food within specific communities or sustain the cultivation of traditional culinary practices. Moreover, other urban farming was established to generate economic advantages for low-income communities, contribute to environmental justice, and enhance overall health benefits (Paschapur and Bhat, 2020). This has made UA a crucial option for fostering sustainability and resilience in urban areas. However, the synchronization of urban development and agriculture leads to numerous constraints, mainly associated with the accessibility of land, water availability, legal and policy frameworks, and food safety (Orsini, 2020). UA has been considered an innovative way to address current urban problems, which encourages the development of new practices adapted to the urban context, such as novelties or innovations (Sanyé-Mengual *et al*., 2019). Additionally, UA has the potential to drive innovation in the wider agricultural sector and has already provided the catalyst for new farming methods, such as the trend towards organic production, sustainable farming practices, smart farming systems, edible landscaping, and regenerative agriculture (EFUA, 2021; Van der Schans *et al*., 2014). There are also innovative techniques such as vertical farming, hydroponics, aquaponics, precision farming technologies, robotics, and automation that can offer potential to transform growing methods and distributing food in urban areas (Orsini, 2020). Consequently, UA concepts are integrated into urban development across various dimensions. It is crucial to emphasize that

UA served as an “innovation driver” to deal with future crises that may arise in urban areas (Ngetleh *et al*., 2023). UA is not only the production of food in limited spaces but also a pathway connected to agricultural innovation that gives rise to a variety of value creation of values through four categories of the element of value: functional, emotional, life-changing, and social impact (Almquist *et al*., 2016).

Supporting by numerous studies have focused on the factors affecting perception and awareness of UA among urban residents, which investigated demographics, socio-economic factors, and practices of UA for the development of policies to promote UA in urban areas. According to diverse of people who live in Bangkok, this approach was undertaken to offer insightful understanding of the dynamics and differ perceptions about the value creation of UA among residents which consistent with Ngahdiman *et al.* (2017) noted that positive attitude toward UA and some demographics factors (gender, age, education level, household size) were identified as the factors that influence the adoption of UA in Malaysia. Suwanmaneepong and Mankeb (2017) studied the economic factors of urban vegetable gardening in Bangkok, which suggested that related organizations promote urban vegetable growing with economic values. Therefore, this study has recognized the importance of exploring factors affecting urban agriculture's value creation to create awareness and understanding of the potential and capabilities of UA for Bangkok residents.

In this study, we investigated the demographic characteristics of the respondents and experiences of UA, which employed quantitative methods to analyze the opinions of urban residents regarding the value creation of UA. This is crucial for the overall development of the economy, society, and environment in the Bangkok urban area. The findings will serve as a guideline for formulating laws, policies, development plans, and activities to promote appropriate UA practices. This benefit of the study extends not only to Bangkok but also to other urban areas throughout Thailand in the future.

Materials and methods

Population and Sampling Design

This study was conducted to interview opinions toward value creation of urban agriculture in the Bangkok metropolitan area during July 1 - September 30, 2023, by online and offline interviews (through the city farm project network, personal contact, and the Bangkok agricultural extension office). So, the population of this research was residents in Bangkok, encompassing both registered and unregistered residents accessing public spaces and services in Bangkok. This includes embedded populations, foreigners, and tourists (Department of City Planning and Urban Development, BMA, 2022). Due to the unavailability of the exact population size, the sample size was calculated using Cochran's formula (Cochran, 1977) with a 95% confidence level, resulting in a sample size of 384.16 individuals. For this study, data were collected from a sample of 385 individuals, divided equally into 6 zones of the Bangkok planning district groups. After that, it was selected through an accidental sampling method without relying on probability, ensuring the representation of individuals was commonly found.

Research Tools

A questionnaire was utilized as a data collection tool, comprising both closed-ended and open-ended questions divided into 4 parts with 23 items: 1) demographic characteristics, 2) urban agriculture activities among urban residents in Bangkok, 3) opinions on the value of creation of urban agriculture, and 4) problems and recommendations. To assess the content validity of the research tool, a preliminary questionnaire was presented to 3 specialists on UA for their review. Their feedback with the index of item objective congruence (IOC) was used to revise the questions, ensuring appropriateness, clarity of language, and alignment with the research objectives. Subsequently, the revised questionnaire was tried out with 30 non-participants in the study, randomly selected from the population in Bangkok. The obtained Cronbach's alpha coefficient (Cronbach, 1951), as a measurement of reliability, was 0.92, signifying sufficient reliability for the data collection.

To obtain opinions toward the value creation of UA, the questionnaire covers four dimensions of elements of values: 1) functional value, 2) emotional value, 3) life-changing value, and 4) social impact value (Almquist *et al*., 2016). The opinion level was rated on a 5-point scale, as follows: 1=lowest, 2=low, 3=moderate, 4=high, and 5=highest. The interpretation of opinion levels is a 3-interval scale according to weight mean score range, defined as: Low (1.00 - 2.33) , Moderate (2.34 - 3.66), and High (3.67 - 5.00).

Data Analysis

This research employs quantitative data analysis by collecting data through questionnaire responses, and processing the data using statistical software, which is divided into 1) Descriptive statistics to describe demographic characteristics, experiences in UA, and opinions on the value creation of UA, which include percentage, frequency, mean, and standard deviation 2) Inferential statistics to analyze and compare opinion levels on value creation of UA. The hypothesis testing of this study is based on comparing independent variables (demographic characteristics and UA experiences) with dependent variables (opinion toward value creation of UA) by independent sample t-test and one-way ANOVA. Therefore, the proposed hypothesis is as follows:

H1: The difference in certain demographic factors significantly influences the opinion of value creation of UA.

H2: The difference in having UA experiences significantly influences the opinion of value creation of UA.

Results and Discussion

Demographic characteristics of the respondents

The demographic characteristics of urban residents are important for evaluating the value creation of UA. 385 respondents were recorded as urban Bangkok residents, including both registered and unregistered populations who were able to access UA areas, public spaces, and services in the city. The result revealed that the respondents were female more than male (accounting for 61.0% and 39.0% respectively). Regarding age, 62.6% and 37.4% of respondents were less than 30 years old and more than 30 years old, respectively. Most of the respondents were unmarried (72.7%). In terms of family size, more than half of the respondents had family members between 3 and 4 people (55.3%). More than one-third of them had a monthly income between 15,001 and 25,000 Baht per month. Details of the demographic characteristics of the respondents are shown in Table 1.

Table 1 Demographic characteristics of the respondents

(n=385)

Item	n (%)
Gender	
male	150 (39.0)
female	235 (61.0)
Age	
less than 30 years old	241 (62.6)
more than 30 years old	144 (37.4)
Marital status	
married	105 (27.3)
unmarried	280 (72.7)
Family members	
1 - 2	68 (17.7)
3 - 4	213 (55.3)
more than 5	104 (27.0)
Monthly Income	
less than 15,000 Baht	81 (21.0)
15,001 - 25,000 Baht	142 (36.9)
25,001 - 35,000 Baht	69 (17.9)
more than 35,000 Baht	93 (24.2)

Urban agriculture's activities of the respondents

This study showed that almost two-thirds (60.30%) of the respondents had not performed agricultural activities. This might be because there were many factors that hampered the urban residents from performing urban agriculture, such as living conditions, limited space, high costs, and the environment etc. Likitswat (2021), who studied the opportunities and challenges of developing urban farming businesses in Bangkok, indicated that urban agriculture was challenging in cities, faced with several factors, such as limited resources, pollution, scarcity of water and land, high land pressure, and environmental contamination. Nevertheless, there is a certain number of 39.70% respondents in urban areas that consistently involved in agricultural practices. This is because these people desire to improve the quality of their life in urban areas, such as being able to access food diversity and having a green space. For the respondents who are involved in UA, it was found that food growing (49.02%), ornamental plants (43.14%), and livestock and fisheries (7.84%) were the three main activities of urban agricultural activities (Figure 1). These residents might either have dietary needs or require emotional relaxation. This result indicated that the respondents have different goals for UA.

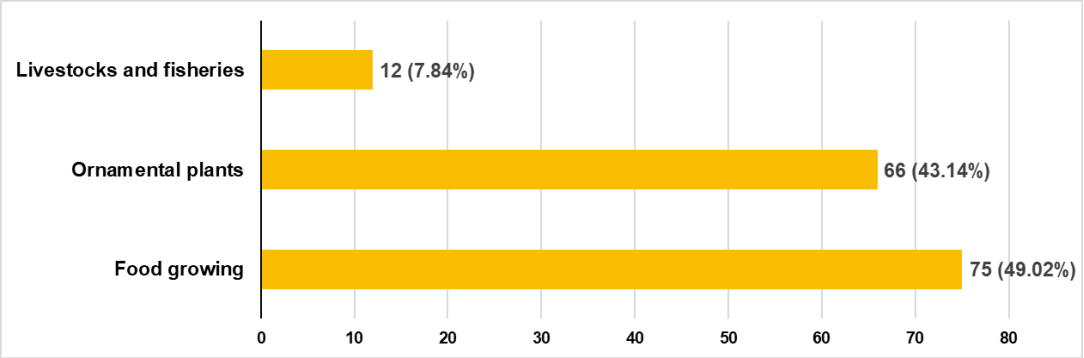


Figure 1 UA activities of urban residents in Bangkok (n=153)

Value creation of urban agriculture

It was shown that the overall opinion on value creation of UA among Bangkok urban residents was at a high level ($\bar{X}$=4.03). It was also found that the mean score of each opinion aspect was emotional value ($\bar{X}$=4.20), followed by functional value ($\bar{X}$=4.08), life-changing value ($\bar{X}$=3.96) and social impact value ($\bar{X}$=3.87), respectively. Considering the opinion of each aspect, most items were at a high level, whereas the opinion on UA solves the urban society problems was at a moderate opinion level ($\bar{X}$= 3.36) (Table 2). This is due to UA's promotion policy in Bangkok still having limitations, which hinder widespread acceptance regarding the potential of UA to address societal issues. This is consistent with Chuvongs (2020), who studied legal measures of promoting UA in Bangkok and found that the Bangkok metropolitan administration lacked specific legal frameworks at the municipal level in promoting UA. Additionally, Menakanit (2019) proposed that implementing policies and action plans to promote UA in Bangkok would help raise awareness about the importance of UA within different segments of society.

Table 2 Mean, standard deviation, and opinion level on value creation of urban agriculture

Value creation of urban agriculture	$\bar{X}$	S.D.	Opinion level
Functional value			
UA generates income	4.10	0.822	High
UA increases the variety of food in urban areas	4.07	0.791	High
UA increases the quality and value of agricultural products	4.06	0.844	High
UA saves time for accessing food	4.10	0.831	High
Mean	**4.08**	**0.704**	**High**
Emotional value			
UA facilitates relaxation and recreation activities	4.26	0.771	High
UA encourages mental calmness	4.15	0.807	High
UA enhances aesthetics and stimulates creativity	4.19	0.815	High
UA contributes to maintaining good health	4.21	0.821	High
Mean	**4.20**	**0.702**	**High**

Table 2 Mean, standard deviation, and opinion level on value creation of urban agriculture (Cont.)

Value creation of urban agriculture	$\bar{X}$	S.D.	Opinion level
Life-changing value			
UA improves the quality of life	3.91	0.831	High
UA can raise social status (wealth, occupation, and education level)	3.69	0.939	High
UA increases employment and provides jobs	4.11	0.792	High
UA increases the skills and competency of life	4.13	0.808	High
Mean	**3.96**	**0.717**	**High**
Social impact value			
UA encourages social innovation	3.91	0.839	High
UA solves urban society problems	3.36	1.186	Moderate
UA makes a livable urban society	4.25	0.722	High
UA drives urban development in various dimensions	3.95	0.860	High
Mean	**3.87**	**0.741**	**High**
Overall mean	**4.03**	**0.632**	**High**

Remark: 5-point scale was used to rate opinion levels of value creation Low =1.00 – 2.33, Moderate = 2.34 – 3.66, High = 3.67 - 5.00

The finding can be explained that UA in Bangkok can be connected to value creation in various ways, especially emotional value that can provide therapeutic benefit by leading positive emotion and sense of accomplishment from UA activities such as gardening and farming, improving the urban environment by adding greenery and natural elements to urban landscapes, and foster creativity and innovation. By enhancing the visual quality of urban space and providing innovative ideas, these will reflect the cultural, social, and aesthetic preferences of the urban community. The finding is consistent with the study carried out by Lee and Matarrita-Cascante (2019), who studied the relationship between emotional motivations and gardeners' participation in UA and found that emotional motivations, such as feelings of enjoyment and psychological healing from stress, have been identified as important factors in garden participation.

In case of functional value, it contributes the value creation by addressing basic needs of urban populations in terms of food security, making more valuable agricultural products, and reducing time for accessing fresh and locally grown products, which will save storage and transportation costs. For life-changing value, it has the potential to make a life change by supporting self-sufficiency, fostering education and skill development, and promoting economic opportunities through local markets, small businesses, and job creation in the agricultural sector. Furthermore, social impact value emphasizes the innovative role of UA in addressing systemic challenges. UA becomes a catalyst for positive social change by supporting community engagement and building social capital within urban communities through UA activities, encouraging the development of innovative solutions or social innovation to address urban issues, and integrating aspects of community, nature, and cultural elements to make

a livable urban society. This result is related to the study of Thanh Vu and Minh (2023) and Mensah (2023), who argued that UA has significant value in socio-economic and environmental dimensions. It improves the quality of life, creates employment, boosts income, reduces poverty, relaxes, creates fun, provides clean food, and stimulates local economic activities that contribute to climate change mitigation by reducing emissions, improving air quality, and creating a resilient urban environment.

Factors affecting opinion on the value creation of urban agriculture

Factors affecting opinion on the value creation of UA were classified by demographic characteristics and experiences in UA by comparing the mean score in each aspect of the value creation (Table 3). It was found that overall, factors affecting opinion on the value creation of UA by age and marital status were significantly different ($p \leq 0.01$). But the other factors (gender, monthly income, and experiences in UA) do not affect the overall opinion.

Table 3 Comparing the opinion on value creation of urban agriculture by demographic factors and UA experiences

Factors	Functional		Emotional		Life changing		Social impact		Overall		Interpretation
	t/F	p	t/F	p	t/F	p	t/F	p	t/F	p	
Gender	-1.057^{ns}	.291	-1.346^{ns}	.179	-1.568^{ns}	.118	-2.015*	.045	-1.717^{ns}	.087	Non-sig.
Age	-2.428*	.016	-2.922**	.003	-3.079**	.002	-4.171**	.000	-3.621**	.000	Sig.
Marital status	1.726^{ns}	.085	1.872^{ns}	.063	2.919**	.004	3.542**	.000	2.908**	.004	Sig.
Monthly income	1.487^{ns}	.218	0.884^{ns}	.449	1.480^{ns}	.220	2.873*	.036	1.805^{ns}	.146	Non-sig.
UA experiences	1.278^{ns}	.202	3.163**	.002	0.887^{ns}	.376	.024^{ns}	.981	1.487^{ns}	.138	Non-sig.

Remark: ns = Non – significant, * Significance level of 0.05, ** Significance level of 0.01

The analysis on the difference in opinion by age showed that respondents aged more than 30 years old had a higher opinion than those aged less than 30 years old. That may be based on their life experiences, awareness of environmental issues, interest in health and well-being, and long-term vision for the future, which made them more interested in UA. They recognized the potential of UA to provide innovative solutions to other crucial issues, such as food insecurity, environmental sustainability, and community development. This is consistent with Jeong *et al*. (2019), who suggested that older age groups showed higher expectations and a higher necessity for community gardens than other age groups. Moreover, this study stated that they have lived in the community for a long time, which contributed to their increasing expectations and necessity for community gardens. They perceived these spaces as important for community revitalization, health promotion, and environmental purification.

For marital status, respondents with married status had a higher opinion than those with non-married status. This is because married respondents appreciate the health benefits and food security concerning UA activities for themselves and their families. Moreover, they perceived UA as a way to enhance family relationships by engaging in activities such as gardening and meal preparation.

This is consistent with Yusuf *et al*. (2015), who studied effect of urban household farming on food security status in Ibadan metropolis, Oyo state, Nigeria showed that marital status were significant determinants of food security among the households in the study areas as married household's heads showed more food secure than those who were separated, single, divorced, or widowed which are engaged in income generating activities, contributed to household income, and increased their household food security status.

Conclusion

It is concluded that Bangkok residents perceive UA as a valuable solution to enhance their society and quality of life. The opinion toward value creation of UA in every aspect was at a high level, with the highest mean score being emotional value ($\bar{X}$=4.20), followed by functional value ($\bar{X}$= 4.08), life-changing value ($\bar{X}$=3.96) and social impact value ($\bar{X}$=3.87). This recognition highlights that UA had the potential to create a range of positive outcomes, from fostering emotional well-being and providing functional benefits like access to fresh produce, to facilitating life-changing experiences and promoting social cohesion within communities. In determining the factors affecting opinion on the value creation of UA, the results showed that age and marital status were significantly different. This revealed that older respondents and those who were married tended to have different perceptions compared to younger and unmarried respondents. Additionally, more than one-third of the respondents (39.70%) had experience in UA practice on food growing activities, ornamental plants, livestock, and fisheries. This reflects the diversity of UA practices and interests among residents in Bangkok.

The findings from this study can be applied as valuable information for developing UA management plans, by focusing on raising citizens' awareness and appreciation for the value creation of UA, establishing demonstration sites or urban farms throughout the city area, and providing incentive activities for residents to participate in community gardening and farming initiatives. Especially, emotional value from UA activities that can heal and lead to positive emotions and a sense of accomplishment. In order to promote public acceptance of UA as an innovative solution to address urban issues and improve quality of life, it is essential to integrate these benefits into policy-making processes. Eventually, this approach will foster a deeper connection between residents and UA that could empower communities, enhance food security, promote environmental sustainability, and transition Bangkok towards a better, sustainable, and resilient urban future. The limitation of this study was that on-site data collection with respondents in the Bangkok area was difficult due to the large number of people who live in Bangkok and a wide variety of careers with a hectic lifestyle, which makes some problem for face-to-face interviews.

References

Almquist, E., J. Senior and N. Bloch. 2016. The elements of value. Harvard Business Review 94(9): 47-53.

Chancharoen, K. 2017. The long and winding road to a healthy space development in an urban area. Research Center for Community Development, Siam University. Bangkok. [in Thai]

Chuvongs, P. 2020. Legal measures of promoting urban agriculture in Bangkok. Romphruek Journal 38(2): 49-61. [in Thai]

Cochran, W. G. 1977. Sampling techniques. 3rd Edition. John Wiley & Sons, New York.

Cronbach, L. J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika 16(3): 297-334.

Department of City Planning and Urban Development, BMA. 2022. Bangkok population study report 2021. Available: https://webportal.bangkok.go.th/public/cpud/page/sub/25197 (November 11, 2023). [in Thai]

Department of Environment, BMA. 2023. Bangkok state of environment 2021-2022. Available: https://online.anyflip.com/berzm/gels/mobile/index.html (March 28, 2024). [in Thai]

EFUA. 2021. Official EFUA Flyer. Available: https://www.efua.eu/public-resources/official-efua-flyer (November 22, 2023).

FAO, Rikolto and RUAF. 2022. Urban and peri-urban agriculture sourcebook: From production to food systems. FAO and Rikolto, Rome.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. City region food system programme-reinforcing rural-urban linkages for climate resilient food systems. Available: https://www.fao.org/3/ca6337en/CA6337EN.pdf (November 22, 2023).

Jeong, N. R., K. J. Kim, H. G. Yun, S. W. Han and S. You. 2019. The perception of urban residents on creation and management of community gardens. Journal of People, Plants, and Environment 22(5): 411-424.

Land Development Department. 2021. Promotion guidelines for Bangkok's appropriate agriculture according to the Agri-map database. Available: https://www.ldd.go.th/Agri-Map/Data/C/bkk.pdf (March 28, 2024). [in Thai]

Lee, J. H. and D. Matarrita-Cascante. 2019. The influence of emotional and conditional motivations on gardeners' participation in community (allotment) gardens. Urban Forestry & Urban Greening 42: 21-30.

Likitswat, F. 2021. Urban farming: Opportunities and challenges of developing greenhouse businesses in Bangkok metropolitan region. Future Cities and Environment 7(1): 1-10.

Menakanit, A. 2019. Urban agriculture: A Void in Bangkok metropolitan management. Veridian E-Journal, Silpakorn University 12(1): 1136-1154. [in Thai]

Mensah, J. K. 2023. Urban agriculture, local economic development and climate change: conceptual linkages. International Journal of Urban Sustainable Development 15(1): 141-151.

Ngahdiman, I., R. Terano, Z. Mohamed and J. Sharifuddin. 2017. Factors affecting urban dwellers to practice urban agriculture. International Journal of Advanced Research 5(7): 1580-1587.

Ngetleh, N.N., M.J. Bime-Egwu and M.D. Tambi. 2023. Drivers of innovative urban and peri-urban agriculture in Bamenda city, Cameroon. Agricultural Sciences 14(9): 1133-1152.

Orsini, F. 2020. Innovation and sustainability in urban agriculture: the path forward. Journal of Consumer Protection and Food Safety 15: 203-204.

Paschapur, A. and C. Bhat. 2020. Urban agriculture: The savior of rapid urbanization. Indian Farmer 7(1): 1-9.

Sanyé-Mengual, E., K. Specht, E. Grapsa, F. Orsini and G. Gianquinto. 2019. How can innovation in urban agriculture contribute to sustainability? A characterization and evaluation study from five Western European cities. Sustainability 11(15): 4221.

Suwanmaneepong, S. and P. Mankeb. 2017. Economic aspects of urban vegetable gardening in Bangkok metropolitan, Thailand. International Journal of Agricultural Technology 13(7.2): 2161-2173.

Thanh Vu, P. and V.Q. Minh. 2023. Suitability assessment and recommendations for urban agricultural development: A case study in Cai Rang district, Can Tho City, Vietnam. Plant Science Today 10(3): 321-327.

Van der Schans, J. W., H. Renting and R. V. Veenhuizen. 2014. Innovations in urban agriculture. Urban Agriculture Magazine 28: 3-12.

Yusuf, A.S., L.O. Balogun and E.O. Falegbe. 2015. Effect of urban household farming on food security status in Ibadan metropolis, Oyo State, Nigeria. Journal of Agricultural Sciences 60(1): 61-75.

ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี

Factors Affecting Farmers' Perception on Good Agricultural Practices (GAP) for Aromatic Coconut Production in Ratchaburi Province

วันวิสาข์ ทิพย์บุญทอง* กาญจนา ศรีพฤทธิ์เกียรติ และธนาภรณ์ อธิปัญญากุล

Wanvisa Thipboonthong* Kanchana Sripruetkiat and Thanaporn Athipanyakul

สาขาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์สำหรับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Applied Economics for Agriculture and Environment Department of Agricultural and Resource Economics Faculty of Economics Kasetsart University, Chatuchak Bangkok 10900

* Corresponding author: wanvisa.thi@ku.th

(Received: 7 February 2024; Revised: 30 April 2024; Accepted: 14 May 2024)

Abstract

The objectives of this research were to 1) study the economic and social conditions of aromatic coconut farmers in Ratchaburi province and 2) analyze factors affecting farmers' perceptions on Good Agricultural Practices for Aromatic Coconut Production in Ratchaburi Province. The sample group consisted of 250 aromatic coconut farmers, divided into two groups equally with and without GAP certification. Data used for this study were aromatic coconut production data for year 2022 (production from January - December 2022). Data was collected by using questionnaires and analyzed by using descriptive statistics and quantitative analysis with the logit regression model (Logit Model).

The results of the study found that most farmers were male, with an average age of 59.31 years, duration of study of 7.34 years, number of household members of 4.27 people, number of household workers of 2.15 people, experience in growing aromatic coconuts for 12.76 years with planting area for less than 10 rai. The sample had an average income for 878,956.44 baht per household per year. The factors affecting farmers' perception of GAP for aromatic coconut production in Ratchaburi Province were being a member of a large aromatic coconut plot group, score related to GAP, and income from aromatic coconuts with positive relationship and statistical significance at 0.01, 0.01, and 0.05 respectively. The suggestions are as follows: 1) Create incentives for farmers to participate in production according to good agricultural practices by setting a different purchasing price between aromatic coconuts that have a certificate of good agricultural practices. and those without a certificate of good agricultural practices. 2) Promoting farmers to form large plots of aromatic coconuts. The government sector has integrated to provide knowledge about the production process to enter good agricultural practices for farmers who produce aromatic coconuts.

Keywords: Factors, perception, Good Agricultural Practices, aromatic coconut

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม จังหวัดราชบุรี และ 2) วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม จำนวน 250 คน แบ่งออกเป็นเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมที่มีและไม่มีใบรับรองมาตรฐาน GAP อย่างละ 125 คน โดยข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูลการผลิตมะพร้าวน้ำหอม ปีการผลิต 2565 (ทำการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2565) เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามและทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ในรูปของการหาค่าผลรวม ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ และการวิเคราะห์เชิงอนุมาน โดยใช้แบบจำลองโลจิต (Logit model)

ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 59.31 ปี ระยะเวลาในการศึกษาเฉลี่ย 7.34 ปี มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.27 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.15 คน มีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ย 12.76 ปี มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอมน้อยกว่า 10 ไร่ มีรายได้รวมเฉลี่ย 878,956.44 บาทต่อครัวเรือนต่อปี โดยปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี ได้แก่ การเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม และคะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และรายได้ในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับข้อเสนอแนะดังนี้ 1) สร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรเข้าร่วมการผลิตตามแนวทางการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี โดยกำหนดราคารับซื้อที่แตกต่างระหว่างมะพร้าวน้ำหอมที่มีใบรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และที่ไม่มีใบรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 2) การส่งเสริมเกษตรกรรวมกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม โดยภาครัฐมีการบูรณาการร่วมกันเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตในการเข้าสู่การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีให้แก่เกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม

คำสำคัญ: ปัจจัย ความรู้ความเข้าใจ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี มะพร้าวน้ำหอม

คำนำ

“มะพร้าวน้ำหอม หรือ มะพร้าวอ่อน” เป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตและมีแนวโน้ม การส่งออกเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นที่ต้องการของตลาดโลก แม้ว่าประเทศไทยและทั่วโลกต้องเผชิญกับสถานการณ์ระบาดของไวรัสโควิด 19 สินค้าเกษตรหลายชนิดได้รับผลกระทบไม่สามารถส่งออกได้ แต่มะพร้าวน้ำหอมของไทยกลับมีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่า ในปี พ.ศ. 2565 ปริมาณการส่งออกผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมมีอัตราเติบโตอยู่ที่ร้อยละ 43.48 และมูลค่าการส่งออกมะพร้าวน้ำหอมมีอัตราเติบโตอยู่ที่ร้อยละ 43.34 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2564 สำหรับประเทศคู่ค้าอันดับหนึ่งของไทย คือ สาธารณรัฐประชาชนจีน โดยมีสัดส่วนการส่งออกมากถึงร้อยละ 87.05 (Office of Agricultural Economics, 2023) และด้วยเอกลักษณ์ด้านรสชาติที่ประเทศคู่แข่งไม่สามารถลอกเลียนแบบได้ มะพร้าวน้ำหอมของไทยจึงยืนหนึ่งในตลาดจีนจนถึงปัจจุบัน

ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศผู้นำเข้ามะพร้าวน้ำหอม ได้กำหนดระเบียบข้อบังคับในการนำเข้าโดยเฉพาะข้อกำหนด ด้านสุขอนามัยที่ต้องมีมาตรฐานตั้งแต่ในระดับฟาร์ม และผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agriculture Practice; GAP) โดยเฉพาะสาธารณรัฐประชาชนจีนที่เป็นตลาดหลักในการส่งออกมะพร้าวน้ำหอมของไทย ซึ่งจำเป็นต้องมีการรับรองมาตรฐาน GAP เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการส่งออก และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 เป็นต้นมา สาธารณรัฐประชาชนจีนมีการตรวจสอบข้อมูลการรับรองมาตรฐาน GAP มะพร้าวน้ำหอมอย่างเข้มงวด จึงทำให้ประเทศไทยเริ่มประสบปัญหาพื้นที่

การรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับมะพร้าวน้ำหอมไม่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการในการส่งออก (Horticultural Association News, 2022)

จากข้อมูลการผลิตมะพร้าวน้ำหอม ปี พ.ศ. 2565 พบว่า ประเทศไทย มีเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอม จำนวน 55,027 ราย และมีพื้นที่ปลูก 268,554 ไร่ (Department of Agricultural Extension, 2023) โดยมีเกษตรกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับมะพร้าวน้ำหอม จำนวน 1,776 ราย คิดเป็นร้อยละ 3.23 ของจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอมทั้งหมด (Department of Agriculture, 2023) โดยมีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ในจังหวัดต่าง ๆ เช่น ราชบุรี สมุทรสาคร ฉะเชิงเทรา สมุทรสงคราม และนครปฐม เป็นต้น

จังหวัดราชบุรี ถือเป็นแหล่งผลิตมะพร้าวน้ำหอมอันดับ 1 ของประเทศ โดยข้อมูลการผลิตมะพร้าวน้ำหอม ปี พ.ศ. 2565 พบว่า มีเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอม จำนวน 4,343 ราย มีพื้นที่ปลูก 89,050 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 33.16 ของพื้นที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอมทั้งประเทศ และมีเกษตรกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับมะพร้าวน้ำหอม จำนวน 1,006 ราย พื้นที่ปลูก 19,299 ไร่ หรือคิดเป็น ร้อยละ 23.16 ของจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอมทั้งหมดในจังหวัดราชบุรี (Ratchaburi Provincial Agriculture Office, 2023) อย่างไรก็ตาม แม้รัฐบาลจะมีนโยบายในการส่งเสริมและยกระดับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมเพื่อเข้าสู่การรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี แต่พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอมยังมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในระดับค่อนข้างต่ำ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี เพื่อให้ทราบสภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรผู้ผลิตมะพร้าว และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์เชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการผลิตสินค้าเกษตรให้ได้มาตรฐาน เป็นการยกระดับคุณภาพและมูลค่าสินค้าเกษตรของไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) ของการผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี ปีการผลิต พ.ศ. 2565 (ทำการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2565) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ เกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมจังหวัดราชบุรี จำนวน 4,343 คน ซึ่งมีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั้งหมด 10 อำเภอ โดยอำเภอดำเนินสะดวก มีผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมมากที่สุด ซึ่งมีเกษตรกรจำนวน 2,473 คน จึงเลือกเก็บตัวอย่างที่อำเภอดำเนินสะดวก สำหรับการคำนวณขนาดตัวอย่างใช้วิธีเทียบอัตราส่วนของขนาดประชากร (Neuman, 1991) โดยประชากรอยู่ระหว่าง 1,001 - 10,000 คน ใช้อัตราส่วนกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 10 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 250 คน และทำการเลือกเก็บตัวอย่างแบบกำหนดโควตา (quota sampling) ซึ่งเป็นการกำหนดกลุ่มย่อยตามความต้องการ และเนื่องจากข้อจำกัดที่ไม่สามารถหาข้อมูลที่ระบุรายชื่อส่วนบุคคลได้ จึงไม่สามารถใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) ได้ในงานวิจัย จึงเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) ร่วมกับการเลือกตัวอย่างแบบบอกต่อ (snowball sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มตัวอย่างที่มีใบรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี จำนวน 125 คน และ 2) กลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีใบรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี จำนวน 125 คน ทั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสอบถาม โดยมีลักษณะคำถามทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ประกอบด้วยลักษณะคำถามปลายเปิด และคำถามปลายปิด โดยแบ่งเนื้อหาแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการผลิตตามแนวทางการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าผลรวม ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ และในส่วนการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ใช้การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน ด้วยแบบจำลองโลจิต (Logit model) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ซึ่งใช้ตัวแปรอิสระ จำนวน 10 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ จำนวนปีการศึกษา จำนวนแรงงานในครัวเรือน ประสบการณ์ในการทำสวนมะพร้าว รายได้จากการผลิตมะพร้าวน้ำหอม การเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม การเข้ารับการฝึกอบรม การติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และความรู้ความเข้าใจในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละคู่ โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า ไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.80 ที่ก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเอง (Multicollinearity) โดยสามารถแสดงแบบจำลอง ได้ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 GENDER_i + \beta_2 AGE_i + \beta_3 EDUCATION_i + \beta_4 LABOR_i + \beta_5 EXPERIENCE_i + \beta_6 INCOME_i + \beta_7 BIG\ GROUP_i + \beta_8 TRAIN_i + \beta_9 CONTACT_i + \beta_{10} GAP_SCORE_i$$

โดยที่ Y คือ ความรู้ความเข้าใจของเกษตรกร
โดย 1 = มีความรู้ความเข้าใจ
0 = ไม่มีความรู้ความเข้าใจ

GENDERi คือ เพศของเกษตรกร โดย 1 = เพศชาย 0 = เพศหญิง

AGEi คือ อายุของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม (ปี)

EDUCATIONi คือ จำนวนปีการศึกษาของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม (ปี)

LABORi คือ จำนวนแรงงานในครัวเรือนในการทำสวนมะพร้าวน้ำหอม (คน)

EXPERIENCEi คือ ประสบการณ์ในการทำสวนมะพร้าวน้ำหอม (ปี)

INCOMEi คือ รายได้จากการผลิตมะพร้าวน้ำหอมในรอบ 1 ปี (หมื่นบาทต่อครัวเรือน)

BIG GROUPi คือ การเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม โดย 1 = ได้เข้าร่วมเป็นสมาชิก 0 = ไม่ได้เข้าร่วมเป็นสมาชิก

TRAINi คือ จำนวนครั้งการเข้ารับการฝึกอบรมของเกษตรกร (ครั้ง)

CONTACTi คือ จำนวนครั้งที่เกษตรกรติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร (ครั้ง)

GAP_SCOREi คือ คะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการผลิตมะพร้าวน้ำหอม (คะแนน)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มเกษตรกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ยเท่ากับ 57.90 ปี ระยะเวลาในการศึกษาเฉลี่ย 8.42 ปี มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.26 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.02 คน มีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ย 14.55 ปี มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอมน้อยกว่า 10 ไร่ มีรายได้รวมเฉลี่ย

1,093,809.17 บาทต่อครัวเรือนต่อปี มีการจำหน่ายผลผลิตให้กับล้งรับซื้อภายในจังหวัด ร้อยละ 68.80 จำหน่ายผลผลิตให้โรงงานแปรรูป ร้อยละ 31.20 มีการเข้าร่วมเป็นสมาชิกสถาบันเกษตรกรเฉลี่ยร้อยละ 71.20 มีจำนวนครั้งในการเข้าร่วมอบรม/ดูงานเฉลี่ย 2.79 ครั้ง มีจำนวนครั้งในการติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 3.01 ครั้ง และมีคะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ย 13.57 คะแนน ในขณะที่กลุ่มเกษตรกรที่ไม่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชายเช่นกัน อายุเฉลี่ยเท่ากับ 58.91 ปี ระยะเวลาในการศึกษาเฉลี่ย 6.26 ปี มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.28 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.27 คน มีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ย 10.96 ปี มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอมน้อยกว่า 10 ไร่ มีรายได้รวมเฉลี่ย 664,103.71 บาทต่อครัวเรือนต่อปี มีการจำหน่ายผลผลิตให้กับล้งรับซื้อภายในจังหวัด ร้อยละ 99.20 จำหน่ายผลผลิตให้โรงงานแปรรูป ร้อยละ 0.80 มีการเข้าร่วมเป็นสมาชิกสถาบันเกษตรกรเฉลี่ยร้อยละ 15.20 มีจำนวนครั้งในการเข้าร่วมอบรม/ดูงานเฉลี่ย 2.14 ครั้ง มีจำนวนครั้งในการติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 2.08 ครั้ง และมีคะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ย 12.08 คะแนน (Table 1)

Table 1 General economic and social conditions of aromatic coconut farmers in Ratchaburi province

List	GAP certification (N=125)	None GAP certification (N = 125)	Total (N = 250)
Gender	Male	Male	Male
Age (years)	57.90	58.91	59.31
Education (years)	8.42	6.26	7.34
Member (numbers)	4.26	4.28	4.27
Labor (numbers)	2.02	2.27	2.15
Experience (years)	14.55	10.96	12.76
Area (rai)	<10	<10	<10
Income (baht/household/year)	1,093,809.17	664,103.71	878,956.44
Distribution (percentage)			
- Purchasing within the province (percentage)	68.80	99.20	84.00
- Processing plant (percentage)	31.20	0.80	16.00
Group member (percentage)	71.20	15.20	43.20
Number of times attending training (times)	2.79	2.14	2.72
Number of times to contact government officers (times)	3.01	2.08	2.86
GAP score (points) (Full score 17 points)	13.57	12.08	12.82

ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรี พบว่า มีตัวแปรอิสระที่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรรายได้ในการผลิตมะพร้าวน้ำหอม มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวแปรการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม และตัวแปรคะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1. ตัวแปรรายได้จากการผลิตมะพร้าวน้ำหอม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อคำนวณหาผลกระทบส่วนเพิ่ม ซึ่งได้ค่า marginal effect เท่ากับ 0.001 สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมมีรายได้เพิ่มขึ้น 10,000 บาทต่อปีต่อครัวเรือน จะทำให้มีความน่าจะเป็น (probability) ที่เกษตรกรจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเพิ่มขึ้น 0.001 โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่น ๆ มีค่าคงที่ ณ ค่าเฉลี่ย เนื่องจากรายได้จากการผลิตมะพร้าวน้ำหอมเป็นรายได้หลักของเกษตรกร เมื่อเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีจะส่งผลให้เกษตรกรตระหนักและใส่ใจในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมที่มีคุณภาพและปลอดภัยตามมาตรฐาน และเป็นที่ต้องการของโรงงานแปรรูปเพื่อการส่งออก ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้จากการจำหน่ายมะพร้าวน้ำหอมมากขึ้น โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Praphaisri *et al*. (2015) พบว่า เมื่อเกษตรกรมีรายได้ที่มาจากการผลิตข้าวนาปีเพิ่มขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีการยอมรับวิธีการผลิตข้าวนาปีมากกว่าเกษตรกรที่มีรายได้น้อย ในขณะที่การศึกษาของ Aswathy and Joseph (2020) พบว่า การมีรายได้นอกภาคเกษตรของเกษตรกรเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีในการเลี้ยงปลากระชังในเขตชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของอินเดีย

2. ตัวแปรการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อคำนวณหาผลกระทบส่วนเพิ่ม ซึ่งได้ค่า Marginal Effect เท่ากับ 0.623 สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม จะทำให้มีความน่าจะเป็น (probability) ที่เกษตรกรจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเพิ่มขึ้น 0.623 โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่น ๆ มีค่าคงที่ ณ ค่าเฉลี่ย เนื่องจากเมื่อเกษตรกรเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม เกษตรกรจะได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมให้มีคุณภาพ และมีมาตรฐานให้เป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศ และต่างประเทศ โดยเป็นการบูรณาการจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ซึ่งการเข้าร่วมกลุ่มดังกล่าว ส่งผลให้เกษตรกรเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jaroenpong *et al*. (2022) พบว่า การเป็นสมาชิกแปลงใหญ่โกโก้จะทำให้เกษตรกรมีตลาดรองรับผลผลิตที่แน่นอน และมีการประกันราคา ทำให้เกษตรกรที่เข้าร่วมกลุ่มเกิดความมั่นใจในการผลิตโกโก้

3. ตัวแปรคะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อคำนวณหาผลกระทบส่วนเพิ่ม ซึ่งได้ค่า marginal effect เท่ากับ 0.086 สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าเกษตรกรมีคะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะทำให้มีความน่าจะเป็น (probability)

ที่เกษตรกรจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเพิ่มขึ้น 0.086 โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่น ๆ มีค่าคงที่ ณ ค่าเฉลี่ย เนื่องจากเมื่อเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิตตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีมากขึ้น จะส่งผลให้เกษตรกรเล็งเห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากการผลิตตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเพิ่มขึ้นด้วย โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chanwit (2001) พบว่า การรับรู้ของเกษตรกรมีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเนื่องจากเกษตรกรที่มีระดับความรู้ความเข้าใจในระดับที่สูง เกษตรกรจะนำไปปฏิบัติตามได้ดีกว่าเกษตรกรที่มีการรับรู้อยู่ในระดับที่น้อยกว่า แต่ต่างจากการศึกษาของ Thitichattinan *et al.* (2022) ที่พบว่า เกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติในการผลิตข้าวตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรลดลง เนื่องจากเมื่อเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการผลิตข้าวตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ทำให้เกษตรกรรับรู้ว่าเมื่อนำไปปฏิบัติจริงแล้วเกิดความยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งต่างจากการผลิตข้าวแบบปกติที่เกษตรกรมีความคุ้นเคย

Table 2 Results of analysis of the logit model

Variables	Odds Ratio	P>|z|	Marginal Effect (dy/dx)
GENDER	1.528	0.308	0.104
AGE	1.000	0.990	0.000
EDUCATION	1.029	0.502	0.007
LABOR	0.864	0.418	-0.035
EXPERIENCE	1.038	0.090	0.009
INCOME	1.007*	0.016	0.001
BIG GROUP	26.307**	0.000	0.623
TRAIN	0.787	0.351	-0.058
CONTACT	1.246	0.270	0.053
GAP SCORE	1.444**	0.007	0.086
Constant = 0.0010328	Pseudo R^2 = 0.434		
Number of observations = 250	Prediction success		
Log likelihood = -97.977	% Corrected = 84.40		
LR test = 150.62 Prob = 0.0000	% Incorrected = 15.60		

Remark: * at significance level 0.05 and ** at significance level 0.01

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า กลุ่มเกษตรกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี มีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ย 14.55 ปี มีการจำหน่ายผลผลิตให้กับล้งรับซื้อภายในจังหวัด ร้อยละ 68.80 จำหน่ายผลผลิตให้โรงงานแปรรูป ร้อยละ 31.20 มีการเข้าร่วมเป็นสมาชิกสถาบันเกษตรกรเฉลี่ยร้อยละ 71.20 และมีคะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ย 13.57 คะแนน ในขณะที่กลุ่มเกษตรกรที่ไม่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี มีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ย 10.96 ปี มีการจำหน่ายผลผลิต

ให้กับล้งรับซื้อภายในจังหวัดร้อยละ 99.20 จำหน่ายผลผลิตให้โรงงานแปรรูปร้อยละ 0.80 มีการเข้าร่วมเป็นสมาชิกสถาบันเกษตรกรเฉลี่ยร้อยละ 15.20 และมีคะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ย 12.08 คะแนน สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมในจังหวัดราชบุรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ การเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม คะแนนทดสอบเกี่ยวกับแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และรายได้จากการผลิตมะพร้าวน้ำหอม สำหรับข้อเสนอแนะ คือ การสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรเข้าร่วมการผลิตตามแนวทางการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี โดย 1) กำหนดราคารับซื้อที่แตกต่างระหว่างมะพร้าวน้ำหอมที่มีใบรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และที่ไม่มีใบรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 2) การส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าร่วมกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม โดยภาครัฐมีการบูรณาการระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกระทรวงพาณิชย์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงอุตสาหกรรม เป็นตัวกลางในการเจรจากับภาคเอกชนในการกำหนดราคารับซื้อมะพร้าวน้ำหอมของเกษตรกร พร้อมทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกันบูรณาการให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตในการเข้าสู่การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีให้แก่เกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม

เอกสารอ้างอิง

Aswathy, N. and I. Joseph. 2020. A logit analysis of the factors affecting cage fish farming adoption decisions in the Southwest Coast of India. Current Journal of Applied Science and Technology 39(40): 29-34.

Chanwit, S. 2001. Economic factors affecting participation in agricultural school. Master of Science Thesis in Department of Agricultural Economics, Kasetsart University. [in Thai]

Department of Agricultural Extension. 2023. Agricultural production information system. Available: https://production.doae.go.th/site/login (March 5, 2023). [in Thai]

Department of Agriculture. 2023. GAP DOA Online. Available: https://gap.doa.go.th/searchgap (February 13, 2023). [in Thai]

Horticultural Association News. 2022. GAP aromatic coconut can't have it anymore. Horticultural Association of Thailand: 11-15. [in Thai]

Jaroenpong, C., C. Choocharoen and S. Lertsiri. 2022. Decision factors to participate the large-scale farming of farmer's cocoa (Theobroma cacao), Wang Nuea district, Lampang province. Khon Kaen Agriculture Journal 50(3): 710-718. [in Thai]

Neuman, W. L. 1991. Social research methods: Qualitative and quantitative approaches. Allyn and Bacon, Boston.

Office of Agricultural Economics. 2023. Imports and exports. Available: https://oae.go.th/home/article/412 (February 13, 2023). [in Thai]

Praphaisri, N., K. Kanokhong, N. Rangkawat and P. Sakkatat. 2015. Acceptance of rice production methods by farmers in Mae Ai district, Chiang Mai province. Journal of Agricultural Research and Promotion 32(1): 39-46. [in Thai]

Ratchaburi Provincial Agriculture Office. 2023. Basic information on important agriculture in Ratchaburi province. Available: https://ratchaburi.doae.go.th (25 January, 2023). [in Thai]

Thitichattinan, C., P. Parapanya, N. Rangkawat and P. Kruekum. 2022. Factors effecting rice cultivation under organic farming standards of farmers in Mueang district, Phayao province. Journal of Agricultural Production 5(3): 50-57. [in Thai]

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่นกกระทาที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด

Effect of Storage Time on Quality Assessment of Quail Eggs Raised in Opened House

ปฐมา แทนนาค[1*] ภาวิณี จำปาคำ[2] นริศรา ยิ่งกำแหง[2] ใยไหม ช่วยหนู[1] ธรรมธวัช แสงงาม[1] และวันวิสาข์ วัฒนะพันธ์ศักดิ์[1]

Pathama Thannark[1*] Phawinee Jampakam[2] Naritsara Yingkamhaeng[2] Yaimai Chuaynoo[1] Thamthawat Seangngam[1] and Wanwisa Wattanapunsak[1]

[1]ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[1]Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140

[2]โครงการจัดตั้งภาควิชานวัตกรรมอาหารปลอดภัย คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[2]Department of Agricultural Bio-resources and Food, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140

* Corresponding author: fagrpat@ku.ac.th

(Received: 29 December 2023; Revised: 19 April 2024; Accepted: 30 May 2024)

Abstract

To study the shelf life of quail egg quality of opened houses during the storage periods of 0, 7, 14, and 21 days at room temperature (29°C, 63% relative humidity), 160 experimental quail eggs were used (20 replicates, 2 eggs each). Results of egg quality analysis found that yolk index, albumin index, albumin height, albumin weight, albumin ratio, shell thickness, and Haugh unit decreased significantly ($p \leq 0.05$). However, the yolk ratio significantly increased ($p \leq 0.05$). but did not affect shape index, yolk weight, shell weight, and shell ratio ($p \geq 0.05$). It was concluded that increasing the shelf life resulted in a decrease in the quality of quail eggs raised in open barns.

Keywords: Shelf life, egg quality, quail

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่นกกระทาที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 7 14 และ 21 วัน ที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 63 ใช้ไข่นกกระทาในการทดลอง จำนวน 160 ฟอง (20 ซ้ำ ๆ ละ 2 ฟอง) ผลการวิเคราะห์คุณภาพไข่ พบว่า ดัชนีไข่แดง ดัชนีไข่ขาว ความสูงของไข่ขาว น้ำหนักไข่ขาว เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว ความหนาเปลือกไข่ และความสดของไข่ มีค่าลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ขณะที่เปอร์เซ็นต์ไข่แดงมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ระยะเวลาการเก็บรักษาไม่ส่งผลกับ ดัชนีรูปร่างไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ และเปอร์เซ็นต์เปลือก ($p \geq 0.05$) จากการทดลองสรุปได้ว่า ระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้คุณภาพไข่นกกระทาที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิดมีคุณภาพไข่ลดลง

คำสำคัญ: อายุการเก็บรักษา คุณภาพไข่ นกกระทา

คำนำ

นกกระทาจัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจขนาดเล็กที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ให้ผลผลิตสูง ใช้อาหารน้อย และต้านทานโรคได้ดี (Silva *et al*., 2020) ไข่นกกระทา 1 ฟอง อุดมไปด้วยวิตามินเอและโฟเลต (คิดเป็นร้อยละ 20-25 ของปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน) จาก Panda and Singh (1990) ไข่นกกระทามีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 74.6 โปรตีนร้อยละ 13.1 แร่ธาตุร้อยละ 1.1 และไขมันร้อยละ 11.2 ระดับแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ และพลังงานในไข่นกกระทา 100 กรัม คือ 59 มิลลิกรัม 220 มิลลิกรัม 3.8 มิลลิกรัม 300 หน่วยสากล (IU) และ 158 กิโลแคลอรีตามลำดับ การบริโภคไข่นกกระทา 6 ฟอง (10 กรัม/ฟอง/วัน) เท่ากับการบริโภคไข่ไก่ 1 ฟอง (60 กรัม) Fernandez *et al*. (2011); Lukanov (2019) รายงานว่า ส่วนแบ่งทางการตลาดของไข่นกกระทาประมาณร้อยละ 10 ของตลาดทั่วโลก โดยมีผลผลิตประมาณ 1.2 ถึง 1.3 ล้านตัน องค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration; FDA) แนะนำการเก็บรักษาไข่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 7.2 องศาเซลเซียส หรือ 45 องศาฟาเรนไฮต์ ภายใน 36 ชั่วโมงหลังจากเกิดการวางไข่ (United States Food and Drug Administration, 2009) ในขณะที่ประเทศไทยมีการจำหน่ายไข่นกกระทาเชิงพาณิชย์ 2 รูปแบบ คือ ไข่นกกระทาสด และไข่นกกระทาปรุงสุกด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์ และสเตอริไลส์ เพื่อการส่งออก โดยไข่นกกระทาสดจะถูกเก็บและจำหน่ายวันต่อวัน ส่วนที่เหลือจะถูกเก็บแช่ตู้เย็น การทดลองของ Itoh *et al*. (1981) พบว่า การเก็บรักษาไข่นกระทาที่อุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพเคมีของไข่นกกระทา โดยไข่ขาวข้นลดลงอย่างต่อเนื่องจากร้อยละ 51 เหลือร้อยละ 14 ภายใน 40 วัน Nepomuceno *et al*. (2014) เปรียบเทียบไข่นกกระทาหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 หรือ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 27.8 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างของค่า pH ในไข่แดง ไข่ขาว และค่า Haugh unit โดยค่า pH ในไข่แดง และไข่ขาวมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-6.8 และ 10.2 - 10.3 ตามลำดับ ส่วนค่า Haugh unit อยู่ในช่วง 77.8 - 75.5 Dudusola (2009) พบว่า ไข่นกกระทาที่เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน มีคุณภาพ (ดัชนีไข่แดงและหน่วย Haugh) สูงกว่าไข่นกกระทาที่เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากการศึกษาของ Dada *et al*. (2018) พบว่า คุณภาพของไข่นกกระทาเสื่อมลงอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภคหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลาสามสัปดาห์ การเก็บไข่ภายใต้การทำความเย็นช่วยลดความเร็วของการเสื่อมสภาพนี้ ซึ่งในประเทศไทย การจำหน่ายไข่นกกระทาเชิงพาณิชย์จะกำหนดวันหมดอายุอยู่ที่ประมาณ 21 - 25 วัน โดยผู้บริโภคจะรับรู้การเก็บรักษาเพื่อยืดอายุด้วยการนำเข้าตู้เย็น แต่ไม่ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของคุณภาพไข่ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่นกกระทาที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิดต่ออายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ยที่ 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 63 ซึ่งเป็นอุณหภูมิห้องเฉลี่ยของห้องปฏิบัติการสำหรับการคัดไข่

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เลี้ยงนกกระทาบนกรงตับ ขนาด 45×45 ตารางเซนติเมตร ภายในโรงเรือนแบบเปิดขนาด 4x4 เมตร ของศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ให้อาหารนกกระทาแบบจำกัดปริมาณ (27 กรัม/ตัว/วัน) และน้ำแบบเต็มที่ (ad libitum) ตลอดระยะเวลาทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างไข่นกกระทาเพื่อทำการศึกษาคุณภาพไข่ตามระยะเวลาการเก็บรักษา

2. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยใช้ไข่นกกระทาจากนกกระทาที่มีอายุ 34 สัปดาห์ จำนวน 160 ฟอง (20 ซ้ำ ๆ ละ 2 ฟอง) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิเฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 63 โดยบันทึกอุณหภูมิ

และความชื้นสัมพัทธ์ทุกครั้งที่นำไข่นกกระทามาวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 7 14 และ 21 วัน แบ่งกลุ่มการทดลอง ดังนี้

กลุ่มการทดลองที่ 1 ไข่นกกระทาสดวันที่ 0 (Control)

กลุ่มการทดลองที่ 2 ไข่นกกระทาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องวันที่ 7

กลุ่มการทดลองที่ 3 ไข่นกกระทาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องวันที่ 14

กลุ่มการทดลองที่ 4 ไข่นกกระทาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องวันที่ 21

3. การวิเคราะห์คุณภาพไข่

ศึกษาข้อมูลคุณภาพไข่และคำนวณตามวิธีการของ Lokaewmanee and Phubuengdam (2015) ดังนี้

$$\text{ดัชนีรูปทรงไข่ (Shape index)} = \frac{\text{ความกว้างของฟองไข่ (มิลลิเมตร)}}{\text{ความยาวของฟองไข่ (มิลลิเมตร)}} \times 100$$

$$\text{ดัชนีไข่แดง (Yolk index)} = \frac{\text{ความสูงไข่แดง (มิลลิเมตร)}}{\text{ความกว้างของไข่แดง (มิลลิเมตร)}} \times 100$$

$$\text{ดัชนีไข่ขาว (Albumin index)} = \frac{\text{ความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร)} \times 100}{\text{ความยาวไข่ขาว (มิลลิเมตร)} + \text{ความกว้างไข่ขาว (มิลลิเมตร)}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว (Albumin ratio)} = 100 \times \left(\frac{\text{น้ำหนักไข่ขาว}}{\text{น้ำหนักไข่รวม}}\right)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไข่แดง (Yolk ratio)} = 100 \times \left(\frac{\text{น้ำหนักไข่แดง}}{\text{น้ำหนักไข่รวม}}\right)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ (Eggshell ratio)} = 100 \times \left(\frac{\text{น้ำหนักเปลือกไข่}}{\text{น้ำหนักไข่รวม}}\right)$$

$$\text{ความสด (Haugh unit)} = 100 \times \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.6)$$

เก็บข้อมูลน้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลแบบทศนิยม 3 ตำแหน่ง (KA 29, China) ความกว้างฟองไข่ ความยาวฟองไข่ ความสูงไข่ขาว ความยาวไข่ขาว ความกว้างไข่แดง ความสูงไข่แดง ความกว้างไข่ขาว และความหนาของเปลือกไข่ด้วยคาลิปเปอร์ดิจิตอล แบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง โดยความหนาเปลือกไข่เก็บข้อมูลจากเปลือกไข่ที่ 3 จุด ได้แก่ เปลือกไข่ด้านป้าน ด้านแหลม และส่วนกลาง ค่าเฉลี่ยสามจุดถือเป็นความหนาสุดท้ายของเปลือกไข่ (530 Mitutoyo, Japan) เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล 1. ดัชนีรูปทรงไข่ (shape index, %) 2. ดัชนีไข่แดง (yolk index, %) 3. ดัชนีไข่ขาว (Albumin index, %) 4. ความสูงไข่ขาว (Albumin height, mm) 5. น้ำหนักไข่ขาว (Albumin weight, g) 6. น้ำหนักเปลือกไข่ (shell weight, g) 7. น้ำหนักไข่แดง (yolk weight, g) 8. เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว (Albumin ratio, %) 9. เปอร์เซ็นไข่แดง (yolk ratio, %) 10. เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ (eggshell ratio, %) 11. ความหนาเปลือก (egg shell thickness, mm) และ 12. ความสด (Haugh unit)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลคุณภาพไข่ที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการทดลองด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าที่ระดับ 0.05 ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป R version 4.3.0 (R Core Team, 2023; Jompuk, 2012)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการศึกษาคุณภาพไข่นกกระทาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 63 จำนวน 0 7 14 และ 21 วัน เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า พบว่า เวลาการเก็บรักษาในวันที่ 0 และ 7 ไข่ขาวส่วนข้นยังเกาะไข่แดงเป็นรูปทรง สังเกตเห็นความสูงไข่ขาวและไข่แดงได้อย่างชัดเจน ไข่แดงมีความนูนในวันที่ 14 และ 21 ความนูนของไข่ขาวลดลง ไข่ขาวข้น

ลดน้อยลงเปลี่ยนเป็นไข่ขาวเหลวรอบ ๆ ความนูนของทั้งไข่ขาวและไข่แดงลดลง และในวันที่ 28 ไม่สามารถเก็บข้อมูลคุณภาพไข่ได้ เนื่องจากไม่สามารถวัดความสูง ความกว้าง ความยาวของไข่ขาวและไข่แดงได้ และไม่สามารถแยกไข่ขาวกับไข่แดงเพื่อชั่งน้ำหนักได้ ไข่มีลักษณะเหลวรวมกัน (Figure 1)

1. ดัชนีรูปร่างไข่ (shape index)

ดัชนีรูปร่างไข่ (shape index) พบว่า อายุการเก็บรักษาที่ 0 7 14 และ 21 วัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (Table 1) โดยระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อดัชนีรูปร่างไข่ สอดคล้องกับการทดลองของ Tilki and Saatci (2004) ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อผลการฟักไข่และคุณภาพไข่ของนกกระทาหิน (rock partridge) สายพันธุ์ *Alectroris graeca* พบว่า ดัชนีรูปร่างไข่ไม่แตกต่างกันตลอดอายุการเก็บรักษาที่ 42 วัน Akyurek and Okur (2009) รายงานว่า อุณหภูมิการเก็บไข่ที่ 4 และ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 ถึง 14 วันไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่และเปลือกไข่ Kammongkun *et. al.*, (2014) พบว่า อุณหภูมิของการเก็บรักษาไข่ไม่มีผลต่อลักษณะทางคุณภาพภายนอกของไข่ไก่ในหลายลักษณะที่ศึกษา แตกต่างจากการทดลองของ Lokaewmanee and Muangmoon (2019) ที่ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่ของการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย และพบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่วันที่ 3 มีค่าดัชนีรูปทรงไข่สูงกว่าวันที่ 7 10 14 18 21 24 28 และ 31 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

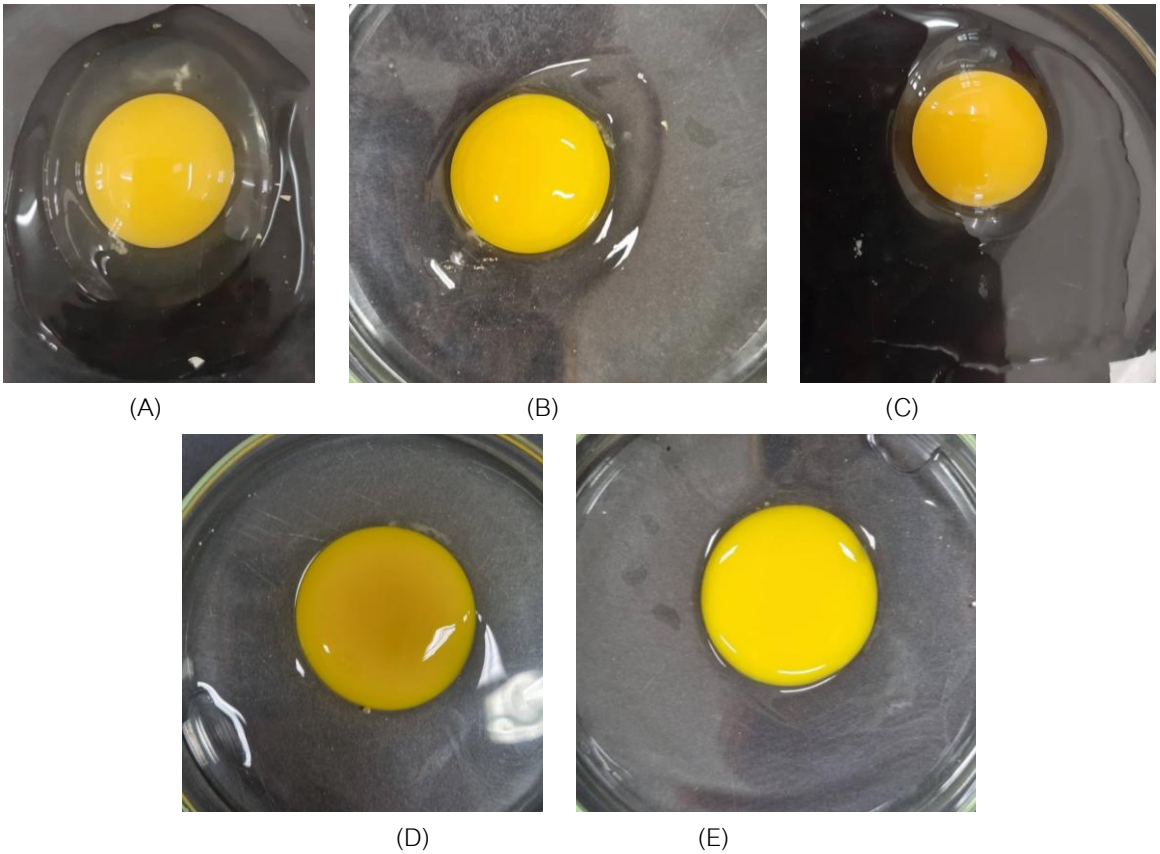


Figure 1 Effect of storage time on quality assessment of quail eggs raised in an open house. (A) 0 days, (B) 7 days, (C) 14 days, (D) 21 days, and (E) 28 days

2. ดัชนีไข่แดง (Yolk index)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า ดัชนีไข่แดง (yolk index) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยค่าดัชนีไข่แดงที่อายุการเก็บรักษาวันที่ 0 สูงกว่าวันที่ 7 14 และ 21 ค่าดัชนีไข่แดงลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น (Table 1) สอดคล้องกับ Lokaewmanee and Muangmoon (2019) ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่ของการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อย พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่วันที่ 7 มีค่าดัชนีไข่แดงสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่วันที่ 18 24 28 และ 31 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) Silva *et al.* (2020) พบว่า ค่าดัชนีไข่แดงลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยศึกษาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า อายุการเก็บรักษาวันที่ 0 ให้ค่าดัชนีไข่แดงสูงกว่า วันที่ 7 14 21 28 และ 35 วัน เนื่องจากความสูงของไข่แดงมีค่าลดลง เส้นผ่านศูนย์กลางไข่แดงมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงสร้างไฟเบอร์ของเนื้อเยื่อ Vitelline membrane หย่อนลง ความแข็งแรงของเนื้อเยื่อก็จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (Suresh *et al.*, 2015) ส่งผลทำให้ค่าดัชนีไข่แดงลดลง ซึ่งหากเปรียบเทียบค่าดัชนีไข่แดงวันที่ 0 และวันที่ 7 จะเห็นค่าความแตกต่างอย่างมาก เยื่อหุ้มไข่แดง (Vitelline membrane) มีความสำคัญอย่างมากในการรักษารูปทรง โครงสร้างของไข่แดง และสร้างความสมดุลระหว่างไข่ขาวกับไข่แดง แต่หากระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นน้ำในไข่ขาวจะแพร่กระจายผ่านเยื่อหุ้มไข่แดงไปยังไข่แดงเพิ่มขึ้นส่งผลต่อโครงสร้าง รูปทรง และปริมาณของไข่แดง (Adamski *et al.*, 2017)

Table 1 Effect of storage time on characteristics of quail eggs

Length of storage [days]	0	7	14	21
Shape index, [%]	77.99±3.38	77.21±3.17	78.20±5.50	78.20±5.49
Yolk index, [%]	42.79±4.26^{a}	23.68±3.18^{b}	18.92±3.87^{c}	14.56±2.23^{d}
Albumen index, [%]	5.85±1.24^{a}	4.25±0.81^{b}	3.50±1.03^{c}	2.68±0.58^{d}
Albumin height [mm]	4.56±0.86^{a}	3.55±0.62^{b}	3.09±0.74^{c}	2.23±0.59^{d}
Albumen weight, [g]	5.46±0.70^{a}	5.00±0.53^{b}	4.51±0.51^{c}	4.25±0.67^{c}
Shell weight, [g]	1.45±0.17^{a}	1.40±0.13^{ab}	1.30±0.15b^{c}	1.33±0.15^{c}
Yolk weight, [g]	3.10±0.29	3.96±1.30	3.74±0.54	3.72±0.51
Albumen ratio, [%]	50.72±5.15^{a}	47.95±4.13^{ab}	45.85±3.96^{bc}	44.19±5.72^{c}
Yolk ratio, [%]	31.63±2.14^{b}	37.80±1.02^{a}	38.12±4.29^{a}	38.65±4.54^{a}
Shell ratio, [%]	13.50±1.29	13.43±1.15	13.18±1.01	13.84±1.13
Egg shell thickness, [mm]	0.26±0.03^{b}	0.32±0.04^{a}	0.28±0.08^{b}	0.22±0.02^{c}
Haugh unit	90.47±4.59^{a}	85.01±4.04^{b}	82.53±4.86^{b}	76.92±4.16^{c}

Remarks: different letters in the same row mean a significant difference ($p\leq0.05$)

3. ดัชนีไข่ขาว (Albumin index)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า ดัชนีไข่ขาว (Albumin index) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยค่าดัชนีไข่ขาวที่อายุการเก็บรักษาวันที่ 0 สูงกว่าวันที่ 7 14 และ 21 ค่าดัชนีไข่ขาวลดลงตามอายุการเก็บรักษา (Table 1) สอดคล้องกับ Lokaewmanee and Muangmoon (2019) พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่วันที่ 3 มีค่าดัชนีไข่ขาวสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่วันที่ 7 18 21 24 28 และ 31 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยค่าดัชนีไข่ขาวเกี่ยวข้องกับความสูง ความยาว และความกว้างของไข่ขาว ค่าความสูงของไข่

ขาวมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของไข่ขาวส่วนเหลวข้น (firm) เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นโปรตีนโอโวมิซิน (Ovomucin) จะลดลง 2-4 เปอร์เซ็นต์ (Hammershøj and Qvist, 2001) และ Itoh *et al*. (1981) รายงานว่าจากการเก็บไข่นกกระทาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน พบว่า ไข่ขาวส่วนโอแวลบูมิน (Ovalbumin) เปลี่ยนเป็น S-ovalbumin ที่เสถียรต่อความร้อนมากขึ้น โดย S-ovalbumin มีโครงสร้างแบบเกลียวอัลฟา (alpha-helix) น้อยกว่าโอแวลบูมิน (Huntincjton *et al*.,1995) จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของไข่ขาว

4. ความสูงของไข่ขาว (Albumin height)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า ค่าความสูงไข่ขาวลดลง (Albumin height) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยค่าความสูงของไข่ขาวที่อายุการเก็บรักษาวันที่ 0 สูงกว่าวันที่ 7 14 และ 21 โดยค่าความสูงของไข่ขาวลดลงตามอายุการเก็บรักษา (Table 1) สอดคล้องกับการทดลองของ Silva *et al*. (2020) ศึกษาผลของเวลาและอุณหภูมิในการจัดเก็บที่มีต่อคุณภาพของไข่นกกระทาญี่ปุ่น พบว่า ค่าความสูงของไข่ขาวลดลงตามอายุการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 (3.96 มิลลิเมตร) ถึงวันที่ 35 (2.79 มิลลิเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq0.05$) Northcutt *et al*. (2022) ศึกษาคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น (*Coturnix coturnix japonica*) หลังจากเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 120 วัน พบว่า ความสูงของไข่ขาวลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยความสูงลดลงประมาณ 36% ความสูงของไข่ขาวลดลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบจากวันที่ 0 (3.9 มิลลิเมตร) ถึง 30 วัน (3.4 มิลลิเมตร) ของอายุการเก็บรักษา ซึ่งไข่นกกระทาที่ถูกเก็บรักษาในเวลาที่เพิ่มขึ้นเกิดการเสื่อมสลายของโปรตีนไข่ขาว โครงสร้างโปรตีนถูกทำลาย และ เยื่อหุ้มไข่แดง (Vitelline membrane) เสื่อมสภาพส่งผลให้ความหนืดและความสูงของไข่ขาวลดลง

5. น้ำหนักไข่ขาว (Albumin weight)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า น้ำหนักไข่ขาวลดลง (Albumin weight) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยน้ำหนักไข่ขาวที่อายุการเก็บรักษาวันที่ 0 สูงกว่าวันที่ 7 14 และ 21 โดยน้ำหนักไข่ขาววันที่ 14 และวันที่ 21 ไม่แตกต่างกัน (Table 1) สอดคล้องกับการทดลองของ Sokołowicz *et al*. (2022) ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อลักษณะคุณภาพและองค์ประกอบของไข่จากโรงเรือนต่าง ๆ ระบบ พบว่า ไข่ไก่ในระบบการเลี้ยงแบบยืนกรง ขังคอก และปล่อยอิสระ ที่ 1 14 และ 28 วัน น้ำหนักไข่ขาวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) จากน้ำหนักวันที่ 1 น้ำหนัก 37.60 เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 28 วันน้ำหนักไข่ขาวลดลงเหลือ 34.60 กรัม ความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวควบคุมการระเหยของน้ำในไข่ ความชื้นสัมพัทธ์มีส่วนเกี่ยวข้องร้อยละ 70 ในการควบคุมการระเหยของน้ำในไข่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุณหภูมิที่สูงทำให้น้ำภายในไข่ลดลงส่งผลให้น้ำหนักลดลง และเพิ่มขนาดช่องอากาศ ส่งผลให้ไข่ขาวบางลง (Lokaewmanee 2018)

6. น้ำหนักเปลือกไข่ (Shell weight)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า น้ำหนักเปลือกไข่ (shell weight) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) (Table 1) สอดคล้องกับการทดลองของ Günhan and Kirikçi (2017) ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อผลการฟักไข่และคุณภาพไข่ของนกกระทาหิน (rock partridge) สายพันธุ์ *A. graeca* พบว่าอายุการเก็บรักษาไม่มีผลต่อน้ำหนักของเปลือกไข่ เช่นเดียวกันกับ Caglayan *et al*. (2009) ที่รายงานว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างน้ำหนักเปลือกของไข่นกกระทาที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 1 ถึง 14 วัน และ Sokołowicz *et al*. (2022) พบว่า น้ำหนักเปลือกไข่ไก่ที่เลี้ยงในรูปแบบยืนกรง ขังคอก และปล่อยอิสระ ที่ 1 14 และ 28 วัน แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

7. น้ำหนักไข่แดง (yolk weight)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า น้ำหนักไข่แดง (yolk weight) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) (Table 1)

สอดคล้องกับการทดลองของ Nowaczewski *et al*. (2010) ศึกษาน้ำหนักไข่ของนกกระทาญี่ปุ่นเทียบกับคุณภาพไข่หลังจากระยะเวลาการเก็บรักษาในตู้ฟักไข่ พบว่า ไม่สังเกตเห็นผลกระทบจากระยะเวลาการเก็บรักษาต่อน้ำหนักไข่แดงของไข่นกกระทา สอดคล้องกับ Silva *et al*. (2020) พบว่า น้ำหนักไข่แดงไม่แตกต่างกันตามอายุการเก็บรักษาจากวันที่ 0 ถึง วันที่ 35 เมื่อนำมาทำกราฟ Quadratic น้ำหนักไข่แดงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยอายุการเก็บรักษาส่งผลต่อน้ำหนักไข่แดงจุดตัดของกราฟที่ 33.96 วัน หรือ 34 วัน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักไข่แดงระหว่างการเก็บรักษาเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีเกิดปฏิกิริยาการเสื่อมสลายของโครงสร้างโปรตีนไข่ขาว ส่งผลให้น้ำกับโมเลกุลโปรตีนขนาดใหญ่ส่งผ่านไปยังไข่แดงด้วยการออสโมซิสทำให้ไข่แดงมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา

8. เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว (Albumin ratio)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว (Albumin ratio) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวลดลงตามอายุการเก็บรักษา จากวันที่ 0 ถึงวันที่ 21 (Table 1) สอดคล้องกับการทดลองของ Günhan and Kirikçi (2017) ได้ศึกษาเปอร์เซ็นต์ไข่ขาว พบว่า ช่วงอายุการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 42 เปอร์เซ็นต์ไข่ขาวลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) การลดลงของเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวเกิดจากเก็บรักษาไข่เป็นเวลานานคาร์บอนไดออกไซด์จะค่อย ๆ ลดลงทำให้ เกิดไฮโดรเจนไอออนที่เข้มข้น ค่าพีเอชสูงขึ้นเป็น 9.5 หรือมากกว่านั้น แสดงว่าไข่เสื่อมคุณภาพ ความหนาและความบางของไข่ขาวนั้นแตกต่างกันของโอโวมิวซิน (Ovomucin) ถ้าไข่ขาวหนาจะมีลักษณะเป็นเจลเพราะปริมาณโอโวมิวซิน (Ovomucin) มีสูง ไข่ขาวที่บางเป็นการเพิ่มความเข้มข้น ระหว่างความดันของไข่แดงและไข่ขาว ผลทำให้น้ำที่อยู่ในไข่ขาวถูกดูดซึมเข้าสู่ไข่แดง ส่งผลให้ไข่ขาวลดลงและไข่แดงมีปริมาณมากขึ้น (Lokaewmanee, 2018)

9. เปอร์เซ็นต์ไข่แดง (Yolk ratio)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ไข่แดง (yolk ratio) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์ไข่แดงเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์ไข่แดงในวันที่ 0 มีเปอร์เซ็นต์ไข่แดงน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวันที่ 7 14 และ 21 วัน (Table 1) สอดคล้องกับการทดลองของ Nowaczewski *et al*. (2010) พบว่า อัตราส่วนของไข่แดง (yolk content) เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 ถึงวันที่ 10 ของอายุการเก็บรักษา แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) มีอัตราส่วนของไข่แดงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4 หลังจากเก็บรักษาไข่เป็นเวลา 3 วัน และหลังจากเก็บรักษาไว้ 5 วัน พบว่า ไข่ที่มีน้ำหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 12.50 กรัม ($p\leq0.05$) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนไข่แดงมาจากการการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนไข่ขาว เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นส่งผลต่อ ค่า pH ของไข่ขาวที่เพิ่มขึ้น (Lokaewmanee and Seedarak, 2018) ทำให้โอโวมิวซิน (Ovomucin) และไลโซไซม์ (Lysozyme) เกิดสารเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำ โดยแรงกระทำไฟฟ้าสถิต (electrostatic interaction) ที่มีต่อกัน แรงกระทำระหว่างโปรตีนทั้ง 2 ชนิดนี้จะลดลงในขณะที่ pH เพิ่มขึ้นในไข่ขาว ส่งผลทำให้ไข่ขาวข้นใสขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาไข่ (Tantapanichkul, 1994) ส่งผลทำให้เกิดการออสโมซิสไข่ขาวไปยังไข่แดง ทำให้สัดส่วนของไข่แดงมีปริมาณเพิ่มขึ้น

10. เปอร์เซ็นต์เปลือก (eggshell ratio)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ (eggshell ratio) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) (Table 1) สอดคล้องกับ Caglayan *et al*. (2009) พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนเปลือกไข่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นแต่กลับมีการลดลงของอัตราส่วนไข่ขาวและการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนไข่แดง แตกต่างกับ Lokaewmanee and Seedarak (2018) ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่ของการเลี้ยงไก่ไข่

แบบปล่อย พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่วันที่ 21 และ 31 มีค่า เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่สูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่วันที่ 3, 7, 14 และ 18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เช่นเดียวกับการทดลองของ Günhan and Kirikçi (2017) พบว่า อัตราส่วนเปลือกไข่เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา จาก 10.56 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 0 เป็น 11.45 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 42 เนื่องจากการเสียสภาพของโปรตีนไข่ขาวตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเกิดกระบวนการย่อยของเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน (proteolytic enzyme) ทำให้โปรตีนเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุล ความข้นของไข่ขาวจึงลดลง (Tantapanichkul, 1994) ส่งผลให้ไข่ขาวเหลวบางส่วนติดไปกับเยื่อเปลือกไข่ ทำให้เปอร์เซ็นต์เปลือกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

11. ความหนาเปลือกไข่ (egg shell thickness)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า ความหนาเปลือกไข่ (shell thickness) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) พบว่า วันที่ 0 ความหนาเปลือกไข่สูงกว่าวันที่ 7 14 และ 21 โดยวันที่ 7 และ วันที่ 14 ความหนาเปลือกไข่ไม่แตกต่างกัน แต่วันที่ 21 ความหนาเปลือกไข่น้อยที่สุด (Table 1) สอดคล้องกับการทดลองของ Lokaewmanee and Muangmoon (2019) พบว่า การเก็บไข่ไก่วันที่ 7 10 และ 14 มีค่าความ หนาเปลือกไข่รวมเยื่อเปลือกไข่สูงกว่าระยะเวลาการเก็บ ไข่ไก่วันที่ 3 18 21 24 28 และ 31 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิที่สูงภายในโรงเรือนจะทำให้เปลือกไข่คุณภาพลดลง เนื่องจากความหนาของชั้นเปลือกไข่ประกอบไปด้วย 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นนวลไข่ (cuticle) มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน ซึ่งเป็นจำพวกมิวโคโปรตีน โดยเกิดจากการรวมกันของคาร์โบไฮเดรตกับโปรตีน ถัดมาเป็นชั้นของแคลเซียมคาร์บอเนต มีความหนาประมาณ 315 ไมครอน และชั้นเยื่อเปลือกไข่ ซึ่งมี 2 ชั้น ได้แก่ เยื่อเปลือกไข่ชั้นนอกและเยื่อเปลือกไข่ชั้นในมีความหนาประมาณ 65 ไมครอน (Daengprok *et al*., 2003) เยื่อเปลือกไข่ประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต (Pikul *et al*., 2014) ซึ่งองค์ประกอบของเปลือกไข่มีโปรตีน เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ถึงเก็บไว้ในสภาวะที่เหมาะสมก็เกิดการสลายและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีน จึงส่งผลให้ความหนาเปลือกลดลงตามอายุการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามปริมาณแคลเซียมที่สัตว์ได้รับเป็นสิ่งจำเป็นต่อความแข็งของเปลือกไข่ (Lokaewmanee, 2018)

12. ความสดของไข่ (Haugh unit)

ผลการเก็บรักษาไข่นกกระทาที่อายุ 0 7 14 และ 21 วัน พบว่า ความสดของไข่ (Haugh unit) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยวันที่ 0 มีความสดสูงที่สุด และวันที่ 21 มีความสดน้อยที่สุด และวันที่ 7 และ 14 ความสดของไข่ไม่แตกต่างกัน แต่น้อยกว่าวันที่ 0 (Table 1) สอดคล้องกับ Northcutt *et al*. (2022) คุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น (*Coturnix coturnix japonica*) หลังจากเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 120 วัน พบว่า ค่าความสดของไข่ลดลงจาก 85.3 เป็น 82.0 ในวันที่ 30 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับ Silva *et al*. (2020) พบว่า ไข่นกระทาที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง วันที่ 0 ถึง วันที่ 35 ค่าความสดของไข่นกกระทาลดลง จาก 87.62 เป็น 81.29 ในวันที่ 35 โดยการลดลงของความสดของไข่เกิดจากการเพิ่มอายุการเก็บรักษาของไข่นกกระทาเกิดจากการระเหยของน้ำภายในไข่และการสูญเสียในรูปก๊าซทำให้น้ำหนักไข่ลดลงและช่องอากาศขยายขนาดใหญ่ขึ้นน้ำที่ระเหยส่วนใหญ่มาจากไข่ขาวเพราะไข่ขาวมีความชื้นร้อยละ 87.6 ในขณะที่ไข่แดงมีความชื้นอยู่ร้อยละ 51.1 ก๊าซที่ระเหย คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), แอมโมเนีย (NH_3), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวทางเคมีของสารอินทรีย์ในไข่ ซึ่งอัตราการระเหยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อม ระยะเวลาในการเก็บรักษา ความหนาของเปลือกไข่และขนาดไข่ น้ำจากไข่ขาวส่วนหนึ่งจะเข้าไปในไข่แดงทำให้ไข่แดงขยายตัว นอกจากนี้โครงสร้างโมเลกุลของโปรตีนในไข่ขาวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์ภายในไข่ ทำให้ไข่ขาวข้นเปลี่ยนเป็นไข่ขาวใสและสามารถมองเห็นเงาไข่แดงได้ชัดเจน (Lokaewmanee, 2018)

สรุปผลการวิจัย

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 - 21 วัน ต่อคุณภาพไข่นกกระทาที่อุณหภูมิเก็บรักษาเฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 63 ส่งผลต่อดัชนีไข่แดง ดัชนีไข่ขาว ความสูงของไข่ขาว น้ำหนักไข่ขาว เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว ความสดของไข่ และความหนาเปลือกไข่ลดลง โดยเปอร์เซ็นต์ไข่แดงมีสัดส่วนเพิ่มขึ้น แต่ไม่ส่งผลกับ ดัชนีรูปร่างไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ และเปอร์เซ็นต์เปลือก โดยคุณภาพไข่นกกระทาลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งคุณภาพไข่นกกระทาที่ 21 วัน มีการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพไข่อย่างชัดเจน ดังนั้นไม่ควรเก็บไข่นกกระทาสดที่อุณหภูมิเฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 63 ไว้มากกว่า 21 วัน แต่หากไข่นกกระทามีอายุมากกว่า 21 วันควรนำมาผ่านกระบวนการถนอมอาหาร เช่น ไข่นกกระทาเค็ม หรือ ไข่นกกระทาต้มสมุนไพร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เพิ่มมูลค่า และลดขยะอาหาร

เอกสารอ้างอิง

Adamski, M., J. Kuzniacka, E. Kowalska, J. Kucharsska-gaca, M. Banazak and M. Biegniewska. 2017. Effect of storage time on the quality of Japanese quail eggs (*coturnix coturnix japonica*). Polish Journal of Natural Sciences 32: 27-37.

Akyurek, H. and A. A. Okur. 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. Journal of Animal and Veterinary Advances 8(10): 1953-1958.

Caglayan, T., S. Alasahan, K. Kirikçi and A. Gunlu. 2009. Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). Poultry Science 88(6): 1330-1333. Available: https://doi.org/10.3382/ps.2009-00091.

Dada, T., A. Raji, R. Akinoso and T. Aruna. 2018. Comparative evaluation of some properties of chicken and Japanese quail eggs subjected to different storage methods. Poultry Science Journal 6: 155-164.

Daengprok, W., W. Garnjanagoonchorn, O. Naivikul, P. Pornsinlpatip, K. Issigonis and Y. Mine. 2003. Chicken eggshell matrix proteins enhance calcium transport in the human intestinal epithelial cells, Caco-2. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(20): 6056-6061.

Dudusola, I. O. 2009. Effects of storage methods and length of storage on some quality parameters of Japanese quail eggs. Tropicultura 27: 45-48.

Fernandez, I. B., V. C. Cruz and G. V. Polycarpo. 2011. Effect of dietary organic selenium and zinc on the internal egg quality of quail eggs for different periods and under different temperatures. Brazilian Journal of Poultry Science 13: 35-41.

Günhan, Ş. and K. Kirikçi. 2017. Effects of different storage time on hatching results and some egg quality characteristics of rock partridge (*A. graeca*) (management and production). Poultry Science 96(6): 1628-1634.

Hammershøj, M. and K. B. Qvist. 2001. Research note: importance of hen age and egg storage time for egg albumen foaming. LWT Food Science and Technology 34: 118-120.

Huntincjton, J. A., P. A. Patston and P. G. W. Gettins. 1995. S-ovalbumin, an ovalbumin conformer with properties analogous to those of loop-inserted serpins. Protein Science 4: 613-621.

Itoh, T., S. Kobayashi, H. Sugawara and A. Adachi. 1981. Some physicochemical changes in quail egg white during storage. Poultry Science 60: 1245-1249.

Jompuk, C. 2012. Statistics: Experimental design and data analysis in plant research with "R". 2nd. Kasetsart University Press, Bangkok. [in Thai]

Kammongkun, J., C. Boonjue, C. Prapasawat and A. Leotaragu. 2014. Effect of layer breed, storage temperature and time on egg quality. Khon Kaen Agriculture Journal 42(1): 1-7.

Lokaewmanee, K. 2018. Factors influencing egg quality. Kasetsart Extension Journal 60(2): 1-8. [in Thai]

Lokaewmanee, K. and A. Phubuengdam. 2015. Study on increasing the level of desiccated coconut meal in laying hen diet on production performance and egg quality. Kasetsart News 60(3): 70-80.

Lokaewmanee, K. and J. Muangmoon. 2019. Effect of storage time on egg quality of free range laying hens. Prawarun Agricultural Journal 16(2): 281-292. [in Thai]

Lokaewmanee, K. and K. Seedarak. 2018. Effect of storage time on egg quality of organic eggs kept in refrigerator temperature. King Mongkut's Agricultural Journal 36(3): 125-135. [in Thai]

Lukanov, H. 2019. Domestic quail (*Coturnix japonica domestica*), is there such a farm animal. Worlds Poultry Science 75: 547-558.

Nepomuceno, R. C., P. H. Watanabe, E. R. Freitas, C. E. B. Cruz, M. S. M. Peixoto and M. L. De Sousa. 2014. Quality of quail eggs at different times of storage. Ciência Animal Brasileira 15: 409-413.

Northcutt, J. K., A. Buyukyavuz and P. L. Dawson. 2022. Quality of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs after extended refrigerated storage. Journal of Applied Poultry Research 31: 100280

Nowaczewski, S., K. Witkiewicz, H. Kontecka, S. Krystianiak and A. Rossinski. 2010. Eggs weight of Japanese quail vs eggs quality after storage time and hatchability results. Archives Animal Breeding 53(6): 720-730.

Panda, B. and R. P. Singh. 1990. Developments in processing quail meat and eggs. World's Poultry Science Journal 46: 220-234.

Pikul, D., W. Garnjanagoonchorn and S. Thanachasai. 2014. The development of eggshell membrane hydrolysate. In Proceedings of the 52nd Kasetsart University Annual Conference, February 4-7, 2014, Kasetsart University, Bangkok, Thailand pp. 82-89. [in Thai]

R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria. Available: https://www.R-project.org (October 10, 2023)

Silva, Y. L., T. Fernandes, E. B. Muniz, G. N. Marengoni, P. L. de O. Carvalho and N. L. S. Silva. 2020. Effect of storage time and temperature on the quality of Japanese quail eggs. Boletim de Indústria Animal, 77: 1-16. Available: https://doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1489.

Sokołowicz, Z., M. Dykiel, A. Augustyńska-Prejsnar and J. Krawczyk. 2022. The effect of storage duration on some quality traits and composition of eggs from different housing systems. Annals of Animal Science 22(1): 459-475. Available https://doi.org/10.2478/aoas-2021-0035.

Suresh, P. V., K. R. Raj, T. Nidheesh, K. P. Gaurav and P. Z. Sakhare. 2015. Application of chitosan for improvement of quality and shelf life of table eggs under tropical room conditions. Journal of Food Science and Technology 52(10): 6345-6354.

Tantapanichkul, R. 1994. Food Chemistry. Ramkhamhaeng University, Bangkok. [in Thai]

Tilki, M. and M. Saatci. 2004. Effects of storage time on external and internal characteristics in Partridge (*Alectoris graeca*) eggs. Revue de Medecine Veterinaire 115(11): 561-564.

United States Food and Drug Administration. 2009. Prevention of Salmonella Enteritidis in shell eggs during production, storage and transportation; Final rule. Federal Register 74(130): 33029-33101.

Advanced *in vitro* Embryo Rescue Techniques for Improving Plantlet Development of Sternospermocapic (Black Opal) Grapes

Ya-Chieh Chiang[1, 2] Chung-Ruey Yen[2] Jutamat Philadee[1] and Chinnapan Thanarut[1*]

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

[2]Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung 912, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author: greenlanna2512@gmail.com

(Received: 5 April 2024; Revised: 11 July 2024; Accepted: 14 August 2024)

Abstract

The Black Opal grape cultivar (*Vitis vinifera* L.), a stenospermocarpic seedless variety, has been extensively cultivated in Thailand. However, a recent surge in disease has critically threatened yield production in these seedless cultivars. This study explores the efficacy of advanced in vitro embryo rescue techniques and plantlet development to produce resistant progeny. Three primary factors were examined: berry sampling age (1 - 4 months after flowering, MAF), BA supplementation (0 0.5 1 and 1.5 mg/L) in MS media, and temperature conditions (4°C and room temperature). Results demonstrated that a cold treatment at 4°C for 7 days notably stimulated embryo development compared to room temperature and extended berry shelf life. The highest germination rates were observed in embryos from berries at 3 MAF cultured in 1.0 - 1.5 mg/L BA media, with embryo formation, germination, and plantlet development rates ranging from 13.3 - 33.3%, 6.7 - 20.0%, and 6.7 - 20.0%, respectively. While temperature did not significantly impact embryo development, it effectively prolonged berry shelf life. Optimal embryo formation rates were achieved at 3 MAF with 1.0 and 0.5 mg/L BA, at 40% and 33.3%, respectively. For plantlet development, 0.2 mg/L BA in WPM media was most effective in supporting the progression of embryos into plantlets.

Keywords: Somatic embryogenesis, in vitro culture, seedless grape, embryo rescue

Introduction

Parthenocarpy of seedless berries is the most common species of seedless grapes seen in vineyards; they develop without seeds through anthesis without fertilization. The second variety of berries is stenospermocarpy, meaning they fertilize but abort the embryo while the berry develops via a seed trace (Stout, 1936; Liu *et al*., 2003). The genotype is determined by the efficiency of embryo recovery, the size of the seed trace that remains in the berry, and the presence of endosperm inside the ovules or some dryness. Many seedless cultivars of this type are widely grown and used due to their adaptability to a wide range of climates, vigorous growth, high yield, small to medium berry size, good quality, and good flavor. Consumers around the world prefer these cultivars for table grapes (fresh fruit) and raisins, leading to increasing demand every year. Despite this, genotypes always support embryo rescue, but factors such as berry age sampling, plant growth regulators (PGR), and storage temperature play an important role. The age of grape berries after the flowering date determines whether they are immature or mature and indicates the need for embryo rescue before abortion. Embryo culture requires

specific plant hormones in the inoculation media, which also affects the ratio of cytokinin to auxin (Li *et al*., 2015). The Black Opal cultivar (*Vitis vinifera* L.) is a stenospermocarpic grape. It is famous for its high nutritional value and is one of the most important cash crops worldwide, as well as being a main production crop in Thailand for a long time. Seedless grapes are particularly susceptible to fungal diseases, especially in tropical regions with high moisture and temperature. Currently, Thailand is facing a serious problem with disease, greatly decreasing productivity. This is considered a serious crisis for this cultivar. For plantlet development, somatic embryogenesis, or embryo rescue from immature embryos from the berry age of stenospermocarpic grapes, is a highly efficient technique, and improving the protocol is important for breeding programs.

In recent years, *in vitro* somatic embryogenesis and embryo rescue techniques from stenospermocarpy have been reported to improve the efficiency of hybrid breeding technology. Hence, embryo rescue is useful for hybridizing seedless grapes (Tian and Wang, 2008; Li *et al*., 2018; Li *et al*., 2020). The proportion of seedless progeny obtained from the embryo rescue technique is 85% (Agüero *et al*., 1995), making it a frequently used method to obtain new hybrid progeny. However, researchers invest a lot of time in improving the embryo rescue technique by using immature embryos from the berry age of seedless grape cultivars via *in vitro* culture on MS media. There are still some challenging factors to develop, including genotype, sampling dates, composition of embryo needs, plant growth regulators (PGR), and culture conditions (Chatbanyong and Torregrosa, 2015; Jiao *et al*., 2018). Nowadays, embryo rescue is one of the important techniques in tissue culture and is also a very popular breeding method. In this field, genotype and MS media have been found to play crucial roles in the success of this technique to enhance germination to a useful level (Ramming *et al*., 1990; Tian and Wang, 2008). Research details the development of techniques to facilitate the high production of progeny from the early and immature stages of grapes, performed in many countries such as Israel (Ramming *et al*., 1990) and China (Tian and Wang, 2008; Li *et al*., 2014; Li *et al*., 2018; Li *et al*., 2020).

This study aimed to establish the optimum zygotic embryo stage from varying ages of berries, BA concentration in media, and treated zygotic embryo storage in cold storage to improve embryo rescue techniques and plantlet development of stenospermocarpic grapes. It was expected that appropriate embryo rescue techniques and plantlet development protocols will be obtained. However, there were still problems in embryo rescue techniques, such as low survival rates and complicated operations. Other research has indicated that during the embryo formation stage, cytokinin such as BA is often added to the media to stimulate embryo germination (Gray *et al*., 1990; Bharathy *et al*., 2005). Moreover, embryos require additional stimuli from cold temperatures and PGR to improve germination. Chilling appropriately provides the external force necessary for embryo development (Aguero *et al*., 1995). This study investigates suitable PGRs, particularly cytokinin, and its concentration, although most previous experiments used auxins or a mixture of other PGRs and cold temperatures before dissecting embryos.

Materials and Methods

The plant materials were 7-year-old Black Opal grapevines grown under a plastic roof at the Pomology Division Farm, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, located in Chiang Mai province, and at a contract farming orchard in Chiang Rai province, Thailand. The stages of the embryos were investigated, with berries sampled and harvested at intervals of 1, 2, 3, and 4 months after flowering (MAF). Seedless berries from each month were separated and kept at room temperature (26°C) and cold temperature (4°C) for 7 days. The experimental design was a factorial in Completely Randomized Design (Factorial in CRD), with 16 treatments and 3 replications, each consisting of 40 seed traces, focusing on three factors: berries storage (room temperature and cold temperature), the sampling time of embryos from varying ages of berries (1 - 4 MAF), and BA concentrations in MS media (0, 0.5, 1.0, and 1.5 mg/L).

Embryo cultivation on the media involved the following steps: the berries were disinfected with bleach for 30 seconds, then soaked in 10% and 5% (w/v) NaClO containing 0.1% Tween 20 for 10 minutes, and washed with sterilized distilled water two times under aseptic conditions until all bubbles disappeared. For embryo cultivation, ovules were transferred to initiation culture media variants, including MS media (Murashige and Skoog, 1962) with 0, 0.5, 1, and 1.5 mg/L BA, 0.3 g/L activated carbon (AC), 30 g/L sucrose, and 6.2 g/L agar. After 2 months, the embryos were dissected from the ovules and cultured in WPM media with 0.2 mg/L BA, 30 g/L sucrose, 0.15 g/L AC, and 6.0 g/L AC in a glass container. Finally, the embryos germinated and were transferred to suitable media containing half-strength MS salts plus 2 mg/L NAA for root elongation.

All media were adjusted to pH 5.6 with 0.1 M NaOH or 0.1 M HCl, then autoclaved at 121°C for 25 minutes and cooled to room temperature. The embryos were grown in a culture room at 25±2°C, 100% relative humidity, and 40 µmol/m-2/s of white light. The steps of embryogenesis are displayed in Figure 1, where the embryo is divided into 4 phases: globular-shaped, heart-shaped, torpedo-shaped, and cotyledon-shaped. Regarding ovule appearance after culture, there was no embryo formation inside the ovule if the embryo was milky white or ivory, and developed inside the ovule. In the final stage, half-strength MS was applied with NAA to stimulate rooting and transplantation for plantlet development. Embryo formation was divided and calculated into three stages: 1) embryo formation rate (%), 2) embryo germination rate (%), and 3) plantlet development (%) (Figure 2). In the first phase, full-strength MS media were applied for embryo formation to supply ovules with the necessary nutrients for growth, with the addition of different BA concentrations to stimulate embryo development. In the second phase, WPM was applied for embryo germination and BA to provide the necessary nutrients for embryo culture. During embryo formation, as in the torpedo-shaped stage, the embryo develops through 4 stages. The third phase, plantlet development, was the most important step before transplanting, requiring careful attention to proper operation and cultivation.

Data analysis: All experiments were repeated three times, and the data were expressed as the means ± standard deviation (SD) and analyzed by ANOVA. The treatment means were tested for differences from the controls by LSD, at $p \leq 0.01$ and 0.05.

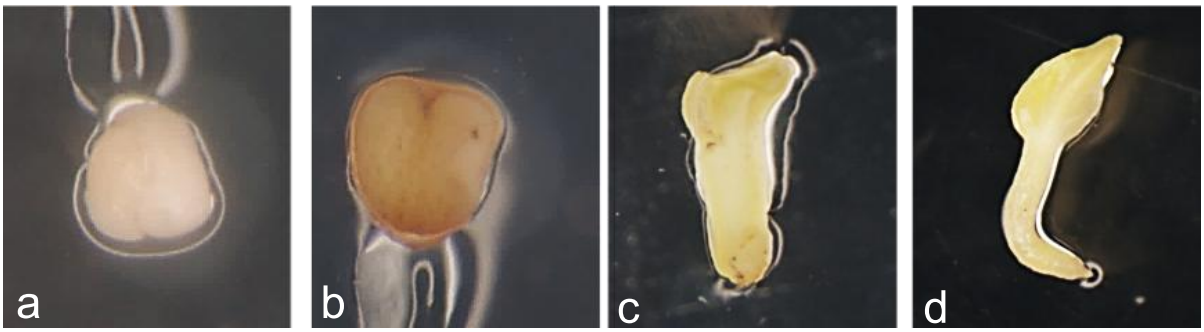


Figure 1 The four stages of embryo development include (a) globular, (b) heart, (c) torpedo, and (d) cotyledon-shaped

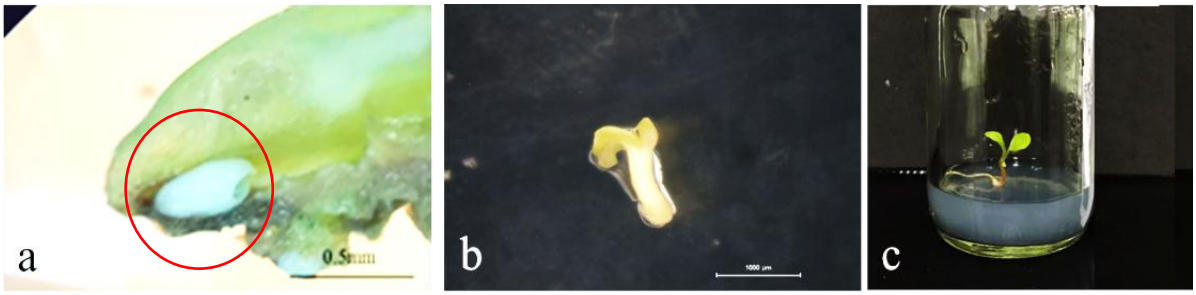


Figure 2 Calculation index of each stage: (a) embryo formation (red circle); Bar = 0.5 mm, (b) embryo germination; Bar=1.0 mm, and (c) plantlet development

Results and Discussion

The embryo rescue technique for embryo and plantlet development depends on many factors that influence embryo germination. These factors include PGR, sampling time of embryo stages (berry age or harvesting time; MAF), and storage conditions (room and cold temperature), although genotype is also important in embryo development. It was found that all concentrations of BA did not significantly affect embryo and plantlet development. The sampling time had a significant effect, with the highest embryo development rate from berries aged at 3 MAFs, yielding 13.3 - 33.3% embryo formation, 6.7 - 20.0% embryo germination, and 6.7 - 20.0% plantlet development. This was followed by 2 MAFs, with 16.4 - 28.9% embryo formation, 10.9 - 20.0% embryo germination, and 3.6 - 8.9% plantlet development. At 1 MAF, embryos did not form in the early stage of berries, with only 10.8 - 15.31% embryo formation, 4.6 - 5.3% embryo germination, and 1.3 - 3.5% plantlet development. At 4 MAFs, all samples were aborted due to late sampling and ripening. There was no interaction or effect of BA concentration and sampling time on embryo development (Table 1). Optimal embryo rescue is limited by immaturity before and over-maturity after this time, leading to natural abortion.

The Black Opal in this research presented the optimum sampling time at 3 MAFs, followed by 2 MAFs, and had a suitable time for embryo rescue. The 4 MAF was the important one to know the limit of embryo survival. Climate and planting methods, which differ from temperate areas, contribute to this unpredictability. Therefore, further research testing is needed to determine the best culture dates for Black Opal and other cultivars, as the optimum

culture dates and season influence embryo maturity (Pommer *et al*., 1995). Although no direct evidence proved that the small trace caused difficult embryo growth, seed trace size did not affect embryo development (Stout, 1936). The small size and difficult operations could warrant further investigation. Most studies have revealed that the sampling time of ovules within 40 to 70 days after the flowering period is crucial, with too early or too late sampling seriously influencing results. Liu *et al*. (2003) indicated that the best berry collection time is 43 to 70 days for stenospermocarpic seedless grapes and suggested that weak embryo growth may be linked to integument browning. Early cultivation was immature and unstable, making it difficult to establish on the growth media and even to dissect ovules. Late-stage embryos were also tough to culture, often aborted before cultivation, leading to low formation rates (Xu *et al*., 2008).

The sampling time of embryos from the berry age of the Black Opal seedless grape at 1 MAF resulted in a hard seed coat and presented no embryo growth due to the difficulty of operating with very small seeds or seed traces. At 4 MAFs, contamination was caused by the gradual maturation of berries, which become juicy and have increased sugar content. The size of the seed trace may cause different survival rates in embryo rescue (Bouquet and Davis, 1989; Li *et al*., 2020). Another factor is that the seed coat produces secondary metabolites (integument browning), which retard embryo formation (Liu *et al*., 2003). These substances, such as tannins, phenols, or other toxic compounds, accumulate in the media through the ovule envelopment, potentially leading to embryo abortion or underdevelopment *in vitro* (Valdez, 2005).

When comparing temperature stimulation and sampling time, the embryo rescue from berry age (MAF) and BA concentration on embryo and plantlet development of the 'Black Opal' grape showed that storage conditions (room and cold temperatures) had no significant difference in effect on embryo development; however, they could extend the shelf life of berries. Embryo development was significantly affected by berry age at the time of sampling in both 0.5 and 1.0 mg/L BA cultures. The highest rates of embryo formation and development were observed at 3 MAFs with 1.0 and 0.5 mg/L BA, resulting in 40.0% embryo formation, 33.3% embryo development in cold temperature, 33.3% embryo formation, and 20.0% in room temperature, indicating the optimum conditions. There were no significant differences at 2 MAFs, with 33.3% embryo formation and 18.0% embryo development in cold temperatures, respectively.

Table 1 Effect of BA and sampling time (embryo from berry age) on embryo germination of Black Opal grape at room temperature

BA concentration (mg/L) (A)	Sampling time (MAF) (B)	Embryo formation (%)	Embryo germination (%)	Plantlet development (%)
0	1	10.8bc	4.6bc	0.0c
	2	23.6ab	16.4a	3.6c
	3	20.0ab	20.0a	20.0a
	4	0.0c	0.0c	0.0c
0.5	1	12.5b	6.3bc	1.3c
	2	28.9a	17.8a	8.9bc
	3	33.3a	20.0a	6.7bc
	4	0.0c	0.0c	0.0c
1.0	1	15.3b	9.4b	3.5c
	2	26.0a	10.0b	4.0c
	3	13.3b	6.7bc	6.7bc
	4	0.0c	0.0c	0.0c
1.5	1	13.3b	5.3bc	2.7c
	2	16.4b	10.9b	3.6c
	3	33.3a	16.7a	13.3ab
	4	0.0c	0.0c	0.0c
BA concentration (A)		ns	ns	ns
Sampling time, embryo of berry age (B)		**	*	*
A x B		ns	ns	ns
CV. (%)		75.2	81.3	119.8

Remarks: * / **/ ns represent statistical significance at 0.05, 0.01 and not significant, respectively

Means within columns followed by different letters are significant at alpha 0.05

However, there were highly significant differences in the effects of other treatments, with rare occurrences of embryo formation and significant differences in embryo development. At 4 MAFs, embryos did not form at all. Embryos are very small and difficult to dissect if the sampling time is too early, leading to abortion. There were no interactions or effects on embryo formation. Plantlet development showed no significant differences across all treatments, and there were no interaction effects between BA concentration and sampling times on embryo and plantlet development (Table 2). The temperature conditions for the seedless grape berries, kept at both room (26°C) and cold (4°C) temperatures during the sampling time, significantly influenced embryo formation. As berries aged to 4 MAFs, the embryos were cultured in 0.5 and 1.0 ml/L BA media. The embryos of the Black Opal grape were stored at 4°C for 7 days and compared with those stored at room temperature (26°C). Both embryo and plantlet development rates at 1 and 4 MAFs gradually decreased, with some embryos showing malformations leading to physiological termination or abnormality. Although the two factors-storage condition and the sampling time of embryos from berry age-showed no interaction effect on embryo formation, other research has suggested that embryo development might require sufficient cold temperature duration. Some scholars attempted to keep embryos at cold temperatures for several months, but there was still no effect on embryo rescue (Emershad and Ramming, 1984; Gray *et al*., 1990). Sundouri *et al*. (2014) reported that the seeds of stone fruit could still germinate within 60 to 75 days after crossing if they were rescued, regardless of low temperature. However, the sampling harvest time of the embryo may determine the efficiency of embryo rescue, and cold treatment or the addition of plant hormones can indirectly improve embryo survival. Other scholars also reported that chilling ovules for 45 days before germination could facilitate embryo formation (Ramming, 1990).

This experiment does not show that adding BA to media at different temperatures can improve the berry's shelf life or affect embryo development, but there are still some relevant suggestions from other studies. Previous research has demonstrated that embryos preserved at low temperatures during the cultured phase and the addition of BA in the cultured media had the best effect on embryo rescue (Aili *et al*., 2002). Ramming (1990) indicated that embryos stratified at 0.5°C for 3 months, with various sucrose levels added, showed an improved survival rate.

However, the three factors of berry age, cold temperature, and BA concentrations are scarcely effective in promoting embryo development in this study. Plantlet development of the Black Opal at cold temperatures showed that some of the plantlets developed from embryos survived until transplanting. It is assumed that cold temperature and BA may have affected the subsequent growth of embryos. The growth conditions of the 'Black Opal' plantlets cultured from 2 and 3 MAFs embryos at room and cold temperatures with 0.5 mg/L BA media for 4 months (Figure 3), and the plantlet development at 1 - 3 months after transplantation in the media for 3 months (Figure 4). Previous studies proposed that chilling stimulates embryo germination and can also extend the shelf life of seedless berries and embryos. The most common cause of a low embryo germination rate is embryo dormancy or abnormal growth.

Table 2 Comparison of temperature conditions, sampling time, and BA on embryo and plantlet development of 'Black Opal' seedless grape (3 months after transplanting)

Storage condition (A)	Sampling time (MAF); (B)	BA Concentration (mg/L); (C)	Embryo formation (%)	Embryo germination (%)	Plantlet development (%)
Room temperature	1	0.5	12.5b	6.3bc	1.25
		1.0	15.3b	9.4bc	3.5
	2	0.5	28.9a	17.8a	8.9
		1.0	29.0a	18.0a	8.9
	3	0.5	33.3a	20.0a	6.7
		1.0	13.3b	6.7bc	6.7
	4	0.5	0.0c	0.0c	0.0
		1.0	0.0c	0.0c	0.0
Cold temperature	1	0.5	4.6bc	1.5c	0.0
		1.0	11.4bc	10.0b	1.4
	2	0.5	30.0a	10.0b	3.3
		1.0	16.0b	12.0b	4.0
	3	0.5	20.0ab	6.7bc	6.7
		1.0	40.0a	33.3a	0.0
	4	0.5	0.0c	0.0c	0.0
		1.0	0.0c	0.0c	0.0
Storage condition (A)			ns	ns	ns
Sampling time (MAF) (B)			**	*	ns
Concentration of BA (C)			ns	ns	ns
A x B			ns	ns	ns
A x C			ns	ns	ns
B x C			ns	ns	ns
A x B x C			ns	ns	ns
CV. (%)			72.5	143.8	118.5

Remarks: * / **/ ns represent statistical significance at 0.05, 0.01, and not significant, respectively.
Means within columns followed by different letters are significant at alpha 0.05

Emershad and Ramming (1984) reported that embryos cultivated at 1.5ºC for 30 days before ovule excision did not grow and became necrotic. Scholars later repeated a similar study, placing embryos in cold stratification at 4ºC for 6 weeks, but found no significant differences (Gray *et al*., 1990). Papers have proposed that chilling, which is intended to stimulate embryo germination, can also extend the shelf life of seedless berries by storing them in a refrigerator after harvest from the grapevine. The most common causes of low embryo germination rates are embryo dormancy or abnormal growth. However, room and cold temperatures had no significant effect on the embryo germination rate, but they can postpone the experiment dates. During this study, small traces were found in 'Black Opal,' which could be a significant reason for our research results. Unfortunately, this aspect was not the focus of this experiment.

This technique will accelerate the development of the immature zygotic embryo from seedless grape cultivars, allowing for the rapid production of resistant grape plantlets. In commercial grape cultivars, many factors are known to influence embryo growth, including genotypes, sampling dates, plant growth regulators (PGR), and transplantation.

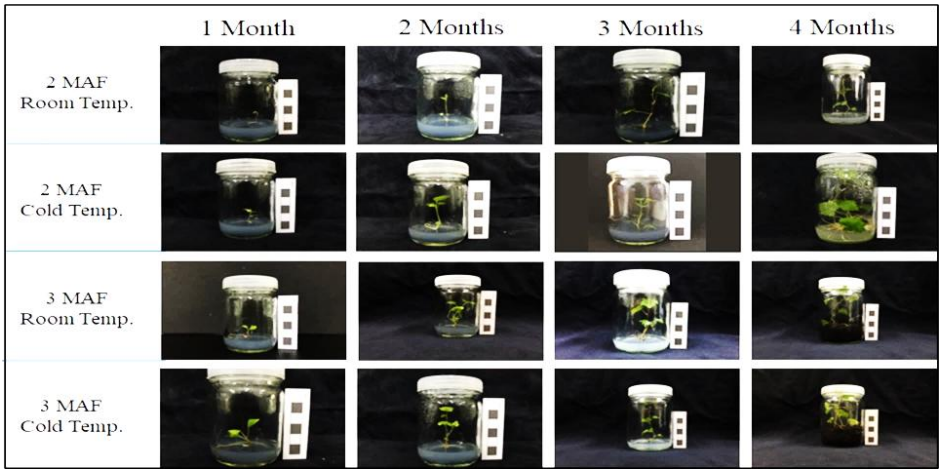


Figure 3 The 'Black Opal' grape plantlets from 2 and 3 MAF embryos were cultured on BA media for 1 - 4 months

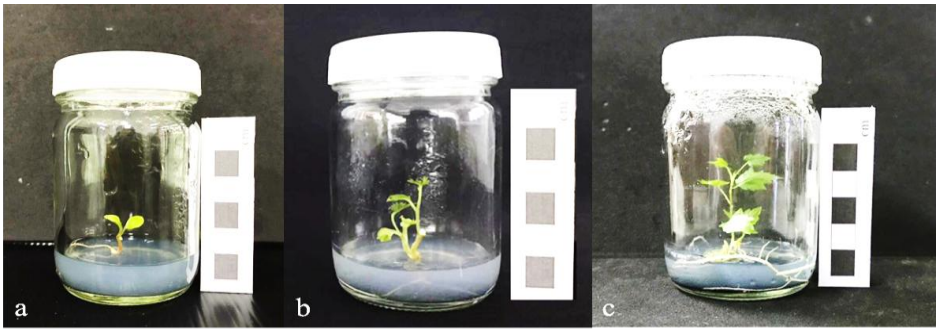


Figure 4 The plantlet development at a) 1 month, b) 2 months, and c) 3 months after transplantation

Conclusion

The optimum sampling time for embryo rescue of the Black Opal seedless grape is 3 months after flowering. At this age, the largest number of embryos was formed, with 40.0% embryo formation and 33.3% embryo development in cold temperatures. There was no significant effect at room temperature, with 33.3% embryo formation and 20.0% embryo development. There were no significant differences at 2 MAFs, with 33.3% embryo formation and 18.0% embryo development in cold temperatures.

Acknowledgment

This research was supported by the Pomology Division and Horticulture Division, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Thailand, and the Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan, for gentle providing grape materials and tissue culture laboratory of the research.

References

Agüero, C., C. Riquelme and R. Tizio. 2015. Embryo rescue from seedless grapevines (Vitis vinifera L.) treated with growth retardants. VITIS-Journal of Grapevine Research 34(2): 73-76.

Aili, J., L. Shicheng, J. Peifang and L. Jun. 2002. A study on technique of plantlet formation for large vestigial ovules culture of seedless grape. Journal of Shanghai Agricultural College 20(1): 45-48.

Bharathy, P.V., G.S. Karibasappa, S.G. Patil and D. C. Agrawal. 2005. In ovule rescue of hybrid embryos in Flame Seedless grapes Influence of pre-bloom sprays of benzyladenine. Scientia Horticulturae 106(3): 353-359.

Bouquet, A. and H.P. Davis. 1989. In ovulo and *in vitro* embryo culture for breeding seedless table grapes (Vitis vinifera L.). Agronomie 9(6): 565-574. Available: https://doi.org/10.1051/agro:19890604.

Chatbanyong, R. and L. Torregrosa. 2015. A highly efficient embryo rescue protocol to recover a progeny from the micro vine. VITIS-Journal of Grapevine Research 54(1): 41-46.

Emershad, R.L. and D.W. Ramming. 1984. In-ovule embryo culture of *Vitis vinifera* L. C.V. 'Thompson seedless'. American Journal of Botany 71(6): 873-877.

Gray, D.J., J.A. Mortensen, C.M. Benton, R.E. Durham and G.A. Moore. 1990. Ovule culture to obtain progeny from hybrid seedless bunch grapes. Journal of the American Society for Horticultural Science 115(6): 1019-1024.

Jiao, Y., Z. Li, K. Xu, Y. Guo, C. Zhang, T. Li and Y. Xu. 2018. Study on improving plantlet development and embryo germination rates in *in vitro* embryo rescue of seedless grapevine. New Zealand. Journal of Crop and Horticultural Science 46: 39-53.

Li, J., X. Wang, X. Wang and Y. Wang. 2015. Embryo rescue technique and its applications for seedless breeding in grapes. Plant Cell Tissue and Organ Culture Journal of Plant Biotechnology 120: 861-880. Available: https://doi.org/10.1007/s11240-014-0656-4.

Li, S., Z. Li, Y. Zhao, J. Zhao, Q. Luo and Y. Wang. 2020. New disease-resistant, seedless grapes are developed using embryo rescue and molecular markers. 3 Biotech 10(4): 1-12.

Li, T., Z. Li, X. Yin, Y. Wang and Y. Xu. 2018. Improved *in vitro Vitis vinifera* L. embryo development of F1 progeny of Delight x Ruby seedless using putrescine and marker-assisted selection. *In Vitro* Cellular & Developmental Biology- Plant 54: 291-301.

Liu, S.M., S.R. Sykes and P.R. Clingeleffer. 2003. Improved in ovule embryo culture for stenospermocarpic grapes (*Vitis vinifera* L.). Australian Journal of Agricultural Research 54(9): 869-876.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia plantarum 15(3).

Pommer, C.V., D.W. Ramming and R.L. Emershad. 1995. Influence of grape genotype, ripening season, seed trace size, and culture date on in ovule embryo development and plant formation. Bragantia 54: 237-249.

Ramming, D. W. 1990. The use of embryo culture in fruit breeding. HortScience 25(4): 393-398.

Ramming, D.W., R.L. Emershad, P. Spiegel-Roy, N. Sahar and I. Baron. 1990. Embryo culture of early ripening seeded grape (*Vitis vinifera*) genotypes. HortScience 25(3): 339-342.

Stout, A.B. 1936. Seedlessness in grapes. 1st Ed., Cornell University, New York.

Sundouri, A.S., H. Singh, M.I.S. Gill, A. Thakur and A.K. Sangwan. 2014. *In-vitro* germination of hybrid embryo rescued from low chill peaches as affected by stratification period and embryo age. Indian Journal of Horticulture 71(2): 151-155.

Tian, L. and Y. Wang. 2008. Seedless grape breeding for disease resistance by using embryo rescue. Vitis 47(1):15-19.

Valdez, J. G. 2005. Immature embryo rescue of grapevine (*Vitis vinifera* L.) after an extended period of seed trace culture. Vitis 44(1): 17-23.

Xu, X., J. Lu, D. Dalling, H. Hong, C. Louime, Z. Ren, F. Bradley and R. Reed. 2008. Application of embryo rescue in grape (Vitis) cultivar development. Proceeding of Florida State Horticulture Society 12: 38-40.

ผลของพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์เชื้อรา *Monascus purpureus* ในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวยีสต์แดง

Effect of Rice Varieties and *Monascus purpureus* Fungal Strains in Bioactive Compound Production in Red Yeast Rice

ธีระยุทธ เตียนธนา* และพันธ์ระวี หมวดศรี

Teerayut Theantana* and Panrawee Muadsri

สาขาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000

Division of Biology and Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Mueang, Nakhon Sawan 60000

* Corresponding author: tee_yai18@hotmail.com

(Received: 2 October 2024; Revised: 24 October 2024; Accepted: 19 November 2024)

Abstract

This research aimed to study the influence of three rice varieties and two *Monascus purpureus* strains on the production of bioactive compounds in red yeast rice, such as GABA, monacolin K, and citrinin toxin. The fungal *M. purpureus* TISTR 3180 and TISTR 3629 were used in the solid-state fermentation process by using Khao Akat, Chor Ratri, and Hawm Bai Tuey rice as the substrates. The results showed that Chor Ratri and Khao Akat rice fermented by *M. purpureus* TISTR 3629 had the significantly highest levels of GABA and monacolin K at 794.75 mg per 100 g red yeast rice and 24,800 mg per kg red yeast rice, respectively. Citrinin production was not detected in the sample of red yeast rice obtained from the fermentation of Hawm Bai Tuey rice by *M. purpureus* TISTR 3180. However, red yeast rice samples derived from Khao Akat and Chor Ratri rice fermented by *M. purpureus* TISTR 3180 and red yeast rice from all three rice varieties fermented by *M. purpureus* TISTR 3629 showed citrinin content ranging from 0.62 to 7.24 mg per kg. All red yeast rice samples contained citrinin at a safe level for consumption as a dietary supplement according to the announcement of the Food and Drug Administration (FDA), Thailand. It can be concluded that the interaction of the 2 main factors, both rice varieties and fungal strains, had a mutual influence on the production of GABA, monacolin K, and citrinin.

Keywords: Red yeast rice, *Monascus purpureus*, rice variety, bioactive compound

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอิทธิพลของข้าวจำนวน 3 พันธุ์ และเชื้อรา *Monascus purpureus* จำนวน 2 สายพันธุ์ ต่อการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวยีสต์แดง ได้แก่ กาบา โมนาโคลิน เค และสารพิษซิตรินิน โดยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3180 และ TISTR 3629 ถูกนำมาใช้ในกระบวนการหมักแบบอาหารแข็งโดยการใช้ข้าวขาวอากาศ ช่อราตรี และหอมใบเตย เป็นสารตั้งต้น ผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่า ข้าวช่อราตรี และข้าวขาวอากาศที่ถูกหมักโดย *M. purpureus* TISTR 3629 สามารถแสดงค่าปริมาณสารกาบา และโมนาโคลิน เค ได้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 794.75 มิลลิกรัมต่อ ข้าวยีสต์แดง 100 กรัม และ 24,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

และไม่สามารถตรวจพบการสร้างซิตรินินจากตัวอย่างข้าวยีสต์แดงที่ได้จากการหมักข้าวหอมใบเตยโดยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3180 เพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามตัวอย่างข้าวยีสต์แดงจากข้าวขาวอากาศและข่อราตรีโดยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3180 และข้าวยีสต์แดงจากข้าวทั้ง 3 พันธุ์ โดยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3629 แสดงค่าปริมาณสารซิตรินินในช่วง 0.62 ถึง 7.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตัวอย่างข้าวยีสต์แดงทั้งหมดมีปริมาณสารซิตรินินในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภคเป็นอาหารเสริมตามประกาศสำนักคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ประเทศไทย สามารถสรุปได้ว่าปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ทั้งพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์เชื้อราต่างมีอิทธิพลร่วมกันในการผลิตกาบา โมนาโคลิน เค และซิตรินิน

คำสำคัญ: ข้าวยีสต์แดง เชื้อรา *Monascus purpureus* พันธุ์ข้าว สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

คำนำ

ข้าวยีสต์แดง เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่พบได้ว่ามีองค์ประกอบทางเคมีที่หลากหลาย และมีบทบาททางการแพทย์ เกิดจากการใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบในการหมักด้วยเชื้อรา *Monascus* ข้าวยีสต์แดงเป็นอาหารเสริมที่ได้รับความนิยมในการนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลายในแถบเอเชีย ยกตัวอย่างเช่น ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย ไต้หวัน และฟิลิปปินส์ โดยกลุ่มสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวยีสต์แดง ได้แก่ เมไวโนลิน (Mevinolin) โลวาสตาติน (Lovastatin) และ โมนาโคลิน (Monacolin) สารดังกล่าวนี้สามารถลดการสร้างโคเลสเตอรอลในร่างกายของผู้บริโภคผ่านทางการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ HMG-CoA reductase ซึ่งมีหน้าที่กระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์โคเลสเตอรอล (Chen and Hu, 2005) โมนาโคลิน เค (Monacolin K) จัดเป็นสารอีกชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการลดระดับภาวะไขมันในเลือดสูง (Hyperlipidaemia) และป้องกันภาวะหลอดเลือดแดงแข็งตัว (Anti-atherogenic effect) เพื่อลดภาวะอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ (Wei *et al*., 2003) นอกจากนี้ ข้าวยีสต์แดงยังอุดมไปด้วยสารที่มีประโยชน์อื่น ๆ อีกมากมาย เช่น กาบา (Gamma amino butyric acid; GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Wang *et al*., 2003) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารประกอบกาบา (GABA) ซึ่งเป็นสารอาหารที่ได้รับการกล่าวถึงมากมายถึงสรรพคุณที่สามารถช่วยลดระดับความดันในเลือดที่สูง (antihypertension) บำบัดอาการซึมเศร้า (antidepression) (Chuang *et al*., 2011) และทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ประเภทกรดอะมิโน ซึ่งทำหน้าที่ในการรักษาสมดุลของสมองที่ได้รับการกระตุ้น ช่วยทำให้ผ่อนคลายหลับสบาย และกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต ช่วยสร้างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ และป้องกันการสะสมไขมัน (Khan *et al*., 2015) กลุ่มโรคชนิดอื่นที่มักเกิดขึ้นจากโรคทางพันธุกรรมร่วมกับการใช้ชีวิตในแบบของคนสมัยใหม่ เช่น โรคเบาหวาน (Diabetes) และโรคกระดูกพรุน (Osteoporosis) อาการของโรคดังกล่าวสามารถบำบัดให้ดีขึ้นได้จากการบริโภคข้าวยีสต์แดง (Rajasekaran *et al*., 2009; Wong and Rabie, 2008)

ข้าว คือ พืชเศรษฐกิจที่มีการปลูกเป็นอันดับต้น ๆ ในแถบภาคเหนือตอนล่าง ในการทำวิจัยเชิงท้องถิ่นในครั้งนี้ได้ทำการเลือกพื้นที่จังหวัดพิจิตรเป็นพื้นที่ในการทำวิจัย (area based) โดยการใช้ข้าวเจ้าจำนวน 3 พันธุ์ ประกอบด้วย ข้าวขาวอากาศ ข้าวข่อราตรี และข้าวหอมใบเตย โดยลักษณะสีเมล็ดของข้าวขาวอากาศ และหอมใบเตยจะปรากฏสีขาวแตกต่างจากข้าวข่อราตรีที่เมล็ดข้าวมีสีเหลืองน้ำตาล ข้าวทั้ง 3 ชนิด เป็นพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรในจังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดพิจิตรนิยมนำมาเพาะปลูกอย่างแพร่หลาย นำข้าวทั้ง 3 พันธุ์ มาผ่านการแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ข้าวยีสต์แดงอาหารเสริมโภชนาการสูง ดังเช่นงานวิจัยของ Suharna *et al*. (2020) ที่ได้รายงานปริมาณกาบาในข้าวที่ผ่านการแช่น้ำ พบว่า มีค่าเพียง 98.9 ไมโครกรัมต่อกรัม และเพิ่มสูงขึ้นถึง 17.6 เท่า เมื่อหมักข้าวด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ Serasi พบปริมาณกาบาเท่ากับ 174.4 มิลลิกรัมต่อข้าวยีสต์แดง

100 กรัม ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากเชื้อรา *Monascus* ได้รับการยอมรับในคุณสมบัติของการเป็นอาหารฟังก์ชัน ด้วยสรรพคุณของการช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ รวมถึงความนิยมในการนำมาใช้ในการหมักอาหารในกลุ่มประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้กันอย่างแพร่หลาย และเมื่อนำอาหารหมักมาทำการแยกเชื้อแล้วนั้น เชื้อราส่วนใหญ่ที่พบมักเป็นกลุ่มสปีชีส์ *M. pilosus*, *M. purpureus* และ *M. ruber* (Vendruscolo *et al*., 2016; Lin *et al*., 2023) โดยเฉพาะเชื้อรา *M. purpureus* เป็นหนึ่งในสปีชีส์ที่ได้รับการยอมรับในด้านความปลอดภัยของการนำรงควัตถุสีแดง สีเหลือง สีส้ม มาใช้เป็นสีปรุงแต่งในอาหารหลากหลายชนิด โดยรงควัตถุจากเชื้อรากลุ่มนี้ถือว่ามีความปลอดภัยต่อการบริโภค (Sanoppa *et al*., 2021) นอกจากนี้ได้มีการรายงานผลการเปรียบเทียบปริมาณของกาบาที่ได้จากการหมักโดยเชื้อราทั้ง 3 สปีชีส์ มักพบว่า *M. purpureus* มีความสามารถในการผลิตกาบาที่สูงกว่าทั้ง 2 สปีชีส์ (Eadmusik, 2014; Khan *et al*., 2020) แต่ทั้งนี้สิ่งที่ยังคงเป็นปัญหาในการบริโภคข้าวยีสต์แดงในปัจจุบันก็คือ ความเสี่ยงจากการได้รับสารทุติยภูมิซิตรินิน (Citrinin) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักด้วยเชื้อรา *Monascus* โดยสารชนิดนี้จัดเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการทำลายไต (Hepato-nephotoxin) ซึ่งเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ (Blanc *et al*., 1995) ดังนั้นปัญหาดังกล่าวนี้จึงถูกนำมาวิจัยเพื่อหาแหล่งข้าวยีสต์แดงที่มีการผลิตสารพิษซิตรินินที่มีปริมาณที่ต่ำหรือน้อยที่สุด รวมถึงในการทำวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาผลของพันธุ์ข้าวร่วมกับสายพันธุ์เชื้อรา *Monascus purpureus* ในกระบวนการหมัก เพื่อให้ได้ข้าวยีสต์แดงที่เป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ทางด้านการแพทย์ เช่น กาบา (GABA) และโมนาโคลิน เค (Monacolin K) ในปริมาณสูง โดยมีการผลิตสารพิษซิตรินินในปริมาณน้อย ทั้งนี้เพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพของข้าวยีสต์แดงให้เป็นผลิตภัณฑ์ตัวเลือกหนึ่งในด้านอาหารเสริมเพื่อสุขภาพของผู้บริโภคที่มีความปลอดภัย และยังส่งผลต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวพันธุ์ท้องถิ่นอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย โดย ปัจจัยที่ 1 คือ พันธุ์ข้าวเจ้าประกอบด้วย ขาวอากาศ ช่อราตรี และหอมใบเตย ปัจจัยที่ 2 คือ สายพันธุ์ของเชื้อรา *Monascus purpureus* ประกอบด้วยสายพันธุ์ TISTR 3180 และ TISTR 3629 ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

การเตรียมข้าว

ศึกษาในข้าวสารทั้ง 3 พันธุ์ ได้แก่ ขาวอากาศ ช่อราตรี และหอมใบเตย น้ำหนัก 50 กรัม นำมาลวกต้มในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 4 นาที จากนั้นบรรจุลงในถุงโพลีเอทิลีน ใส่คอขวดปิดด้วยจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

การเตรียมเชื้อรา

เชื้อราที่ใช้ในกระบวนการหมักประกอบด้วย *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3180 และ TISTR 3629 ซึ่งได้รับจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) นำเชื้อรามาถ่ายลงในอาหาร potato dextrose broth (PDB) และนำไปเพาะเลี้ยงบนเครื่องบ่มพร้อมเขย่าที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลานาน 7 - 10 วัน จากนั้นนำมาเพาะเลี้ยงบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 - 10 วัน ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราทั้ง 2 สายพันธุ์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หลังจากนั้นเก็บเชื้อลงในหลอดแช่แข็ง ขนาด 2 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำกลั่นไว้ และนำหลอดบรรจุเชื้อดังกล่าวนี้ไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นเชื้อตั้งต้น (inoculum) ในการหมักข้าวยีสต์แดงต่อไป

การหมักข้าวยีสต์แดง

ทำการเจาะตรงบริเวณปลายเส้นใยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3180 และ TISTR 3629 ที่เจริญอยู่บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ด้วย cork borer ขนาด 6 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น ใส่ลงไปในถุงข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ เขย่าเล็กน้อยเพื่อให้ข้าวกับเชื้อราเข้ากัน นำไปหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 12 วัน เมื่อครบกำหนดเวลาในการหมักแล้ว นำข้าวยีสต์แดงที่ได้อบในตู้บ่ม ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำไปปั่นและบดให้ละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช และนำผงข้าวยีสต์แดงที่ได้ไปตรวจสอบหาปริมาณสารกาบา โมนาโคลิน เค และซิตรินิน

การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวยีสต์แดง

การเตรียมสารละลายตัวอย่างและการวิเคราะห์กาบา

1. เตรียมผงข้าวยีสต์แดง 250 มิลลิกรัม ในตัวทำละลาย 70% เอทานอล ปริมาตร 800 ไมโครลิตร นำไปเขย่าโดยใช้เครื่องกวนสารระบบแม่เหล็ก (magnetic stirrer) ด้วยเครื่อง Hot plate stirrer ที่ 180 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ดูดเก็บสารละลายและนำตะกอนข้าวยีสต์แดงมาสกัดต่ออีก 2 ครั้ง ด้วยตัวทำละลาย 70% เอทานอล ปริมาตร 800 ไมโครลิตร และปั่นเหวี่ยงก่อนนำสารละลายที่ได้ทั้งหมดมากรองด้วยตัวกรองที่มีขนาดรูพรุน 0.2 ไมโครเมตร (Jannoey *et al*., 2010)

2. นำสารสกัดหยาบที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารกาบาด้วยเครื่อง Triple Quadruple LC/MS/MS (Shimadzu LCMS-8030, Japan) โดยใช้หลักการทำให้สารเกิดการแตกตัวเป็นไอออนและวัดค่ามวลต่อประจุ (m/z) โดยแหล่งของไอออไนซ์คือ Electrospray ionization (ESI) ใช้อัตราการไหล 0.2 มิลลิลิตรต่อนาที ที่ 28 องศาเซลเซียส ใช้คอลัมน์ชนิด C18 ใช้โปรแกรมการไล่ระดับด้วยเฟสเคลื่อนที่ A (สารละลายกรดฟอร์มิก 1 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และใช้เฟสเคลื่อนที่ B (เมทานอล) ปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการวิเคราะห์ 10 นาที ปริมาณตัวอย่างที่ฉีดเท่ากับ 2 ไมโครลิตร วิเคราะห์กาบาในโหมดไอออนบวก การตั้งค่าสภาวะการใช้งาน MS มีดังนี้ แรงดันไฟฟ้าอินเตอร์เฟส 4.5 กิโลโวลต์ Q1 แรงดันก่อนแรงดันไฟฟ้า แรงชน -18 โวลต์ และ -13 โวลต์ อัตราการไหลของก๊าซ Nebulizer 3 ลิตรต่อนาที อัตราการไหลของก๊าซแห้ง 15 ลิตรต่อนาที อุณหภูมิของบล็อกความร้อน 400 องศาเซลเซียส และก๊าซสำหรับใช้ชนไอออน 230 กิโลปาสกาล การเปลี่ยน SRM (สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ไอออน) เป็น 104.1 มวลของไอออนต่อประจุ (m/z), 87.1 มวลของไอออนต่อประจุ (m/z) ใช้ซอฟต์แวร์ LabSolutions สำหรับการควบคุมระบบและประมวลผลข้อมูล

การเตรียมสารละลายตัวอย่างและการวิเคราะห์โมนาโคลิน เค และซิตรินิน

เตรียมผงข้าวยีสต์แดง 250 มิลลิกรัม ในตัวทำละลาย 75 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล ปริมาตร 800 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปเขย่าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และนำไปปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ดูดเก็บสารละลายมากรองด้วยตัวกรองที่มีขนาดรูพรุน 0.2 ไมโครเมตร (Ajdari *et al*., 2011) นำสารสกัดหยาบที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารโมนาโคลิน เค ด้วยเครื่อง HPLC (Shimadzu SIL-10AD, Japan) ใช้คอลัมน์ชนิด C18 ตรวจวัดสัญญาณด้วย Photodiode array (PDA) detector วิเคราะห์โมนาโคลิน เค โดยใช้เฟสเคลื่อนที่ แบบ Isocratic elution ระหว่างอะซิโตรไนไทรต์ ต่อน้ำปราศจากไอออนที่ปรับค่าพีเอชด้วยกรดฟอสฟอริก (พีเอช 2.5) ในอัตราส่วน 80:20 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรต่อปริมาตร ควบคุมอัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 30 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวอย่างที่ฉีด 20 ไมโครลิตร ระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ 40 นาทีต่อตัวอย่าง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับกราฟ

มาตรฐานโมนาโคลิน เค ที่ความยาวคลื่น 334 นาโนเมตร นำสารสกัดหยาบที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารซิตรินินด้วยเครื่อง HPLC (Shimadzu SIL-10AD, Japan) ใช้คอลัมน์ชนิด C18 ตรวจวัดสัญญาณด้วย Photodiode array (PDA) detector วิเคราะห์ซิตรินิน โดยใช้เฟสเคลื่อนที่แบบ Isocratic elution ระหว่างอะซิโตรไนไทรต์ต่อน้ำปราศจากไอออนที่ปรับค่าพีเอชด้วยกรดฟอสฟอริก (พีเอช 2.5) ในอัตราส่วน 65:35 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรต่อปริมาตร ควบคุมอัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 30 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวอย่างที่ฉีด 20 ไมโครลิตร ระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ 40 นาที ต่อตัวอย่าง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานซิตรินินที่ความยาวคลื่น 238 นาโนเมตร

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (15.0) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Scheffe' test ที่ระดับนัยสำคัญ $p \leq 0.05$

ผลการวิจัย

เมื่อนำข้าวเจ้าทั้ง 3 พันธุ์ ได้แก่ ขาวอากาศ ช่อราตรี และหอมใบเตย มาหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3180 และ TISTR 3629 และตรวจสอบลักษณะการผลิตสารสีบนข้าวยีสต์แดง พบว่า ข้าวที่ได้จากการหมักมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีการสร้างสีแดงผสมสีส้มบนเมล็ดข้าวแยกออกเป็นเมล็ดเดี่ยว ๆ ไม่จับตัวติดกัน (Figure 1) และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว

Figure 1 Characteristics of red yeast rice derived from three rice varieties, including A) Khao Akat B) Chor Ratri C) Hawm Bai Tuey

ปริมาณสารกาบาในข้าวยีสต์แดง

หมักเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3180 และ TISTR 3629 ร่วมกับข้าวเจ้าพันธุ์ขาวอากาศ ช่อราตรี และหอมใบเตย และเปรียบเทียบค่ากาบาของข้าวยีสต์แดงระหว่างข้าวพันธุ์เดียวกันที่หมักด้วยเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของเชื้อราในการผลิตกาบา พบว่า ข้าวยีสต์แดงจากการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3629 มีปริมาณกาบาสูงกว่าข้าวยีสต์แดงจากการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3180 ในทุก ๆ รายคู่ของข้าวชนิดเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) และการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ข้าวต่อการผลิตข้าวยีสต์แดง โดยการพิจารณาปริมาณกาบาภายในกลุ่มข้าว 3 พันธุ์ที่หมักด้วยเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งจากกลุ่มข้าวยีสต์แดงที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3180 หรือ *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3629 (Table 1) พบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์เชื้อรา และพันธุ์ข้าว โดยพบว่าการหมักข้าวช่อราตรีด้วยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3629 สามารถผลิตข้าวยีสต์แดงที่มีปริมาณกาบาสูงสุดเท่ากับ 794.75 มิลลิกรัมต่อข้าวยีสต์แดง 100 กรัม รองลงมา ได้แก่ ข้าวขาวอากาศเท่ากับ 345.94 มิลลิกรัมต่อข้าวยีสต์แดง 100 กรัม ส่วนข้าวหอมใบเตยที่หมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* 3180 มีปริมาณกาบาต่ำสุดเท่ากับ 72.05 มิลลิกรัมต่อข้าวยีสต์แดง 100 กรัม (Table 1)

Table 1 Effect of fungal strains and rice varieties on GABA production

Fungal strains	GABA contents (mg per 100 g red yeast rice) Rice varieties		
	Khao Akat	Chor Ratri	Hawm Bai Tuey
Monascus purpureus TISTR 3180	233.47±19.28^{c}	140.04±6.62^{e}	72.05±2.27^{f}
Monascus purpureus TISTR 3629	345.94±10.47^{b}	794.75±23.78^{a}	186.51±1.11^{d}
C.V.(%)	5.64	3.82	1.88
F-test fungal strain		*	
F-test rice variety		*	
F-test fungal strain x rice variety		*	

Remarks: Means with different lowercase letters showed significantly different treatments by Scheffe' test * = significant at $p \leq 0.05$

ปริมาณสารโมนาโคลิน เค ในข้าวยีสต์แดง

จากการวิเคราะห์พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ข้าวเจ้า และสายพันธุ์เชื้อราต่อการผลิตโมนาโคลิน เค (Table 2) โดยพบว่า การหมักข้าวขาวอากาศร่วมกับเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3629 ทำให้มีปริมาณสารโมนาโคลิน เค สูงสุดเท่ากับ 24,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างข้าวยีสต์แดงในกรรมวิธีอื่น ส่วนปริมาณโมนาโคลิน เค จากตัวอย่างข้าวยีสต์แดงทั้งหมดเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างข้าวพันธุ์เดียวกันที่ผ่านการหมักจากเชื้อรา *M. purpureus* แต่ละสายพันธุ์ พบว่า มีเพียงข้าวขาวอากาศที่หมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3629 เท่านั้นที่สามารถแสดงปริมาณโมนาโคลิน เค ในข้าวยีสต์แดงที่สูงกว่าการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3180 ส่วนตัวอย่างข้าวยีสต์แดงจากข้าวช่อราตรี และข้าวหอมใบเตย ที่ผ่านการหมักโดยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3629 แสดงค่าปริมาณโมนาโคลิน เค ที่ต่ำกว่าการใช้เชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3180 (Table 2) โดยข้าวยีสต์แดงจากการหมักข้าวขาวอากาศ ช่อราตรี และหอมใบเตยร่วมกับเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ พบว่าปริมาณโมนาโคลิน เค ระหว่างข้าวสายพันธุ์เดียวกันมีความแตกต่างกันเพียง 2.23, 1.62 และ14.08 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณากลุ่มตัวอย่างข้าวยีสต์แดงของข้าว 3 พันธุ์ ที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3629 (Table 2) พบว่าโมนาโคลิน เค มีปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตัวอย่างข้าวยีสต์แดงจากข้าวขาวอากาศให้ปริมาณโมนาโคลิน เค สูงสุด และสูงกว่าข้าวยีสต์แดงจากข้าวหอมใบเตย ถึง 95.38 เท่า

Table 2 Effect of fungal strains and rice varieties on monacolin K production

Fungal strains	Monacolin K contents (mg per kg red yeast rice) Rice varieties		
	Khao Akat	Chor Ratri	Hawm Bai Tuey
Monascus purpureus TISTR 3180	11,100±1,248.99[b]	8,750±568.09[c]	3,660±242.02[e]
Monascus purpureus TISTR 3629	24,800±1,081.67[a]	5,410±481.80[d]	260±7.93[f]
C.V.(%)	7.81	7.70	4.83
F-test fungal strain		*	
F-test rice variety		*	
F-test fungal strain x rice variety		*	

Remarks: Means with different lowercase letters showed significantly different treatments by Scheffe' test * = significant at $p \leq 0.05$

ปริมาณสารซิตรินินในข้าวยีสต์แดง

จากการวิเคราะห์พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ข้าวเจ้า และสายพันธุ์เชื้อราต่อการผลิตปริมาณสารซิตรินิน (Table 3) โดยพบว่ากระบวนการหมักระหว่างข้าวหอมใบเตยร่วมกับเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3180 เป็นเพียงสภาวะเดียวที่ไม่ตรวจพบสารพิษซิตรินินในตัวอย่างข้าวยีสต์แดง ส่วนข้าวยีสต์แดงจากการหมักข้าวขาวอากาศ และช่อราตรี ด้วยเชื้อราสายพันธุ์ดังกล่าวแสดงปริมาณซิตรินินเท่ากับ 7.24 และ 2.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ปริมาณซิตรินินจากตัวอย่างข้าวยีสต์แดง จากการหมักข้าว 3 พันธุ์ ด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3629 พบว่า ตัวอย่างข้าวยีสต์แดงแสดงค่าปริมาณซิตรินินที่แตกต่างกันดังนี้ ข้าวยีสต์แดงจากการหมักข้าวช่อราตรีแสดงค่าปริมาณซิตรินินต่ำสุดเท่ากับ 0.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนข้าวยีสต์แดงจากการหมักข้าวขาวอากาศ และหอมใบเตย แสดงค่าปริมาณซิตรินินในระดับที่ใกล้เคียงกันเท่ากับ 3.09 และ 3.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Effect of fungal strains and rice varieties on citrinin production

Fungal strains	Citrinin contents (mg per kg red yeast rice) Rice varieties		
	Khao Akat	Chor Ratri	Hawm Bai Tuey
Monascus purpureus TISTR 3180	7.24±0.75[a]	2.84±0.18[c]	ND
Monascus purpureus TISTR 3629	3.09±0.43[bc]	0.62±0.03[d]	3.93±0.31[b]
C.V.(%)	12.14	5.59	7.89
F-test fungal strain		*	
F-test rice variety		*	
F-test fungal strain x rice variety		*	

Remarks: Means with different lowercase letters showed significantly different treatments by Scheffe' test * = significant at $p \leq 0.05$

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพกาบาในข้าวยีสต์แดง

ผลปริมาณกาบาที่แตกต่างกันในข้าวยีสต์แดงจากการหมักข้าวพันธุ์เดียวกันด้วยเชื้อรา *M. purpureus* แต่ละสายพันธุ์ในการทดลองนี้ มีความสอดคล้องกับการรายงานของ Khan *et al*. (2020) ที่ใช้ *M. purpureus* จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ MTCC369 MTCC410 และ MTCC1090 มาทดลองหมักข้าวเพียง 1 พันธุ์ พบว่า ปริมาณกาบาของข้าวยีสต์แดงจากเชื้อราสายพันธุ์ MTCC369 และ MTCC1090 ต่อ MTCC410 มีความแตกต่างกันที่ระดับ 8.75 และ 8.13 เท่า ตามลำดับ และการทดลองของ Jannoey *et al*. (2010) ที่นำข้าวเจ้าจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 สุพรรณ 1 ชัยนาท 1 พิษณุโลก 2 ปทุม 1 และข้าวเหนียวจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ สันป่าตอง 1 และกข6 หมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* CMU001 พบว่า ตลอดช่วงระยะเวลา 4 สัปดาห์ ในการหมักข้าวยีสต์แดง ปริมาณกาบาจากการหมักข้าวแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับผลปริมาณกาบาในข้าวยีสต์แดงจากข้าวขาวอากาศ ช่อราตรี และหอมใบเตย ที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3180 หรือ TISTR 3629 ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดลองของ Khan *et al*. (2020) และ Jannoey *et al*. (2010) ให้ปริมาณกาบาสูงกว่า 1.76 และ 3.57 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกาบาสูงสุดที่ได้รับจากสภาวะการหมักข้าวช่อราตรีด้วยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3629

กาบา คือ สารประกอบที่ถูกสร้างขึ้นจากปฏิกิริยาดีคาร์บอกซีเลชันของกรดกลูตามิกหรือเกลือของกรดกลูตามิกผ่านการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์กลูตามิกแอซิดดีคาร์บอกซีเลส (Jannoey *et al*., 2010) ดังเช่นรายงานของ Zhao *et al*. (2016) ที่ได้ทำการทดลองเพิ่มระดับการแสดงออกของยีนกลูตามิกแอซิดดีคาร์บอกซีเลส (Glutamic acid decarboxylase; GAD) ในแบคทีเรีย *Escherichia coli* ในอาหารที่มีการเติมโมโนโซเดียมกลูตาเมต พบว่า ระดับของกาบามีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันในข้าวแต่ละสายพันธุ์โดยเฉพาะปริมาณกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นชนิดกรด กลูตามิกอาจส่งผลต่อการผลิตสารประกอบกาบาได้ Kaewsong *et al*. (2018) ได้นำเสนอตารางปริมาณกรดอะมิโนในข้าวปลูก 4 พันธุ์ ได้แก่ ชาวบ้านนา 432 กข45 ปราจีนบุรี 1 และปราจีนบุรี 2 พบว่ากรด กลูตามิก คือ กรดอะมิโนที่มีปริมาณสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรดอะมิโนทุกชนิดที่พบในข้าว และปริมาณกรดกลูตามิกในข้าวทั้ง 4 พันธุ์ มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกับ Jannoey *et al*. (2010) ที่มีการรายงานถึงปริมาณกรดกลูตามิกที่แตกต่างกันในข้าวทุกพันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง ความแตกต่างของปริมาณกรดกลูตามิกของข้าวแต่ละพันธุ์ อาจเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญต่อการผลิตกาบาในข้าวยีสต์แดงจากการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* ดังนั้น การนำข้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักจึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมต่อการผลิตกาบา และผลการทดลองได้แสดงถึงพันธุ์ข้าว และสายพันธุ์เชื้อราต่างเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตกาบา และทั้ง 2 ปัจจัย ต่างมีอิทธิพลร่วมกันในการผลิตกาบาในกระบวนการหมักข้าวยีสต์แดง ดังนั้นการเลือกใช้ข้าวและเชื้อราหลากหลายพันธุ์อาจทำให้ข้าวยีสต์แดงที่ได้มีปริมาณกาบาที่สูงขึ้น

ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพโมนาโคลิน เค ในข้าวยีสต์แดง

มีการรายงานถึงการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โมนาโคลินในเชื้อรา *Monascus* spp. โดยมีการพบกลุ่มยีนที่ทำหน้าที่สังเคราะห์โมนาโคลิน เค ที่สมบูรณ์ในเชื้อรา *M. pilosus* และ *M. ruber* และมีความเสถียรของกลุ่มยีนสูงถึง 95.0 - 99.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเชื้อรา *M. purpureus* นั้น พบว่า ยีนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โมนาโคลิน เค มีเพียง 2 ส่วน และอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ทั้ง 2 ส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

ความไม่สมบูรณ์ของยีน *mokH* ที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์โมนาโคลิน เค จึงมีการรายงานสรุปว่า *M. purpureus* คือ เชื้อราที่สูญเสียความสามารถในการผลิตโมนาโคลิน เค (Lin *et al*., 2023) ซึ่งการรายงานดังกล่าวถือว่าไม่สอดคล้องกับผลการทดลองในการผลิตโมนาโคลิน เค จากเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3180 และ TISTR 3629 ที่สามารถตรวจพบโมนาโคลิน เค จากตัวอย่างข้าวยีสต์แดงทั้งหมด เนื่องด้วยเชื้อราที่ใช้ในการทดลองนี้ได้รับอิทธิพลจากพันธุ์ข้าวในการผลิตโมนาโคลิน เค และทั้ง 2 ปัจจัย ระหว่างพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์เชื้อราต่างมีอิทธิพลร่วมกันในการผลิตโมนาโคลิน เค

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโมนาโคลิน เค ในข้าวยีสต์แดงจากข้าวขาวอากาศ ช่อราตรี และหอมใบเตย ที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ พบว่า ปริมาณโมนาโคลิน เค ระหว่างข้าวพันธุ์เดียวกันมีความแตกต่างกันที่ 2.23 1.62 และ 14.08 เท่า ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ Wang *et al*. (2004) ที่ได้นำข้าวจอปอนิกา (ข้าวเมล็ดยาว) หมักร่วมกับเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์กลาย จำนวน 4 ไอโซเลต พบว่าข้าวยีสต์แดงทุกตัวอย่างมีปริมาณโมนาโคลิน เค แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับการทดลองของ Jirasatid *et al*. (2019) ที่ใช้วัตถุดิบเหลือทิ้งจากการผลิตพาสต้าโดยการใช้ผลพลอยได้พาสต้าข้าวขาว ข้าวกล้อง ข้าวหอมแดง ข้าวหอมนิล และข้าวผสม หมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3541 หรือ 3629 พบว่าปริมาณโมนาโคลิน เค ระหว่างวัตถุดิบชนิดเดียวกันมีความแตกต่างกันทุกรายคู่ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของ Jirasatid *et al*. (2019) ระหว่างวัตถุดิบต่างชนิดที่หมักด้วยเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ดังกล่าวนั้น พบว่า ปริมาณโมนาโคลิน เค ที่ได้รับมีความแตกต่างกันทั้งมีนัยสำคัญและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้ในการผลิตโมนาโคลิน เค ระหว่างข้าว 3 พันธุ์ที่มีปริมาณโมนาโคลิน เค แตกต่างกัน 3.03 เท่า ในการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3180 และ 95.38 เท่า ในการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3629 นอกจากนี้ ปริมาณโมนาโคลินสูงสุดของ Jirasatid *et al*. (2019) มีค่าเท่ากับ 117.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (พีพีเอ็ม) จากการหมักผลพลอยได้พาสต้าข้าวขาวด้วยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3629 เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองนี้ที่มีการใช้เชื้อตั้งต้น *M. purpureus* สายพันธุ์เดียวกัน เพียงแต่มีการใช้วัตถุดิบตั้งต้นในการหมักที่แตกต่างกัน พบว่า ปริมาณค่าโมนาโคลิน เค ของข้าวยีสต์แดงจากการใช้ข้าวขาวอากาศเป็นวัตถุดิบมีค่าสูงสุดเท่ากับ 24,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีความแตกต่างกันสูงถึง 204 เท่า แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของข้าวที่มีต่อการผลิตโมนาโคลิน เค ได้อย่างชัดเจน กล่าวได้ว่าความแตกต่างของวัตถุดิบตั้งต้นในการหมักซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันนั้นมีอิทธิพลผลต่อการผลิตโมนาโคลิน เค ในข้าวยีสต์แดง

เมื่อพิจารณาปริมาณโมนาโคลิน เค ที่ได้รับจากข้าวขาวอากาศในการทดลองนี้ ถือได้ว่าเป็นปริมาณโมนาโคลิน เค ที่เพียงพอต่อการนำมาใช้เป็นอาหารเสริม โดยจากประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่องคำแนะนำการใช้ส่วนประกอบสำคัญในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ได้มีการกำหนดคุณภาพและมาตรฐานในผลิตภัณฑ์กลุ่ม เรด ยีสต์ ไรซ์ (red yeast rice) ที่ผ่านการหมักจากเชื้อรา *M. purpureus* โดยมีการกำหนดเงื่อนไข คือ ต้องมีปริมาณโมนาโคลิน ไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อวัน (Food and Drug Administration, 2022) และหน่วยงาน Natural Medicines Comprehensive Database (NMCD) ได้ทำการประเมินกลุ่มสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ข้าวแดงที่วางจำหน่ายกว่า 120 ผลิตภัณฑ์ โดยพบค่าเฉลี่ยต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดอยู่ที่ 535 มิลลิกรัม และปริมาณที่แนะนำต่อวันอยู่ที่ 1,500 มิลลิกรัม (Gordon *et al*., 2010) ดังนั้น หากประเมินจากหน่วยบริโภคขั้นต่ำที่ 1 แคปซูล เท่ากับปริมาณ

500 มิลลิกรัม ปริมาณโมนาโคลิน เค จากข้าวแดงข้าวขาวอากาศจะมีค่าเท่ากับ 12.4 มิลลิกรัม จึงควรต้องปรับลดปริมาณหากมีการนำมาใช้เป็นอาหารเสริมในอนาคต

ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพซิตรินินในข้าวยีสต์แดง

มีรายงานเปรียบเทียบถึงการผลิตซิตรินินในกลุ่มเชื้อรา *Monascus* ทั้ง 3 สปีชีส์ พบว่าเชื้อรา *M. ruber* สามารถผลิตซิตรินินได้สูงสุด 300 มิลลิกรัมต่อลิตร (พีพีเอ็ม) *M. purpureus* ที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และสปีชีส์ *M. pilosus* ไม่พบว่า มีการสร้างซิตรินินในสภาวะการหมักแบบแข็ง (Blanc *et al*., 1995) จากรายงานดังกล่าวสามารถกล่าวได้ว่า เชื้อรา *M. purpureus* เป็นหนึ่งในเชื้อรา 3 สายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในกระบวนการหมักอาหารและยังคงมีความสามารถในการผลิตสารพิษซิตรินิน ดังเช่นรายงานวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมา Pattanagul *et al*. (2008) ได้ทดลองใช้เชื้อรา *M. purpureus* หลากหลายสายพันธุ์ เช่น ATCC 16365 BCC 6131 DMKU และ FTCMU ในการหมักแบบแข็งโดยมีลูกเดือยเป็นวัตถุดิบเพียงชนิดเดียว พบว่า สายพันธุ์ DMKU ให้ปริมาณซิตรินินต่ำสุดที่ 0.26 ไมโครกรัมต่อกรัม (พีพีเอ็ม) ในกระบวนการหมักข้าวยีสต์แดงจากข้าวสายพันธุ์ IR 42 ที่ผ่านการหมักโดยเชื้อรา *M. purpureus* Serasi พบว่าปริมาณซิตรินินต่ำสุดจากการทดลองเท่ากับ 0.12 ไมโครกรัมต่อกรัม (พีพีเอ็ม) (Suharna *et al*., 2020) *M. purpureus* สายพันธุ์ FNCC6008 และ JK2 แสดงค่าปริมาณซิตรินินต่ำสุดเท่ากับ 1.10 และ 3.01 ไมโครกรัมต่อกรัม (พีพีเอ็ม) จากการใช้ข้าวสายพันธุ์ IR 64 เป็นวัตถุดิบในการผลิตข้าวยีสต์แดง (Sulandari *et al*., 2021) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่มีการตรวจพบซิตรินินในข้าวยีสต์แดงถึง 5 ตัวอย่างจากข้าวยีสต์แดงจำนวน 6 ตัวอย่าง เชื้อรา *M. purpureus* เป็นสายพันธุ์ที่ได้รับการรายงานถึงการแสดงออกของยีนพอลิคีไทด์ ซินเทส (Polyketide synthase; *pks*) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการผลิตซิตรินิน (Liang *et al*., 2018) ดังนั้น เชื้อราสายพันธุ์นี้จึงมีความสามารถในการผลิตสารซิตรินิน ดังเช่นการรายงานของ Jirasatid *et al*. (2019) ที่ได้มีการศึกษาการผลิต ซิตรินินจากการหมัก *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3541 และ 3629 ในวัตถุดิบที่แตกต่างกัน 5 ชนิด ได้แก่ ผลพลอยได้พาสต้า ข้าวขาว ข้าวกล้อง ข้าวหอมแดง ข้าวหอมนิล และข้าวผสม พบว่า ค่าปริมาณซิตรินินจากตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 10 ตัวอย่าง สามารถจัดแบ่งเป็น 2 กลุ่มตามจำนวนสายพันธุ์เชื้อราที่ใช้ในการหมัก และทั้ง 2 กลุ่ม สามารถแสดงค่าปริมาณซิตรินินที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยกลุ่มตัวอย่างจากการหมักของเชื้อราสายพันธุ์ TISTR 3629 แสดงค่าปริมาณสารซิตรินินที่ต่ำกว่าสายพันธุ์ TISTR 3541 ถึง 8.2 - 12.6 เท่า และการทดลองของ Jirasatid *et al*. (2019) ยังแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของวัตถุดิบต่อการผลิตซิตรินินเช่นเดียวกัน โดยพบว่าค่าปริมาณซิตรินินที่แตกต่างกันทั้งอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มตัวอย่างจากเชื้อราสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งต่อวัตถุดิบทั้ง 5 ชนิด โดย *M. purpureus* TISTR 3541 แสดงค่าปริมาณซิตรินินในช่วง 17.02 - 40.30 ไมโครกรัมต่อกรัม (พีพีเอ็ม) ส่วนสายพันธุ์ TISTR 3629 แสดงค่าปริมาณซิตรินินในช่วง 1.63 - 4.11 ไมโครกรัมต่อกรัม (พีพีเอ็ม) กล่าวได้ว่าผลการทดลองจากรายงานวิจัยของ Jirasatid *et al*. (2019) มีความสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ที่ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณซิตรินินของข้าว 3 พันธุ์ ที่แตกต่างกันไม่ว่าจะหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ใดก็ตาม แสดงถึงพันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการผลิตซิตรินิน และทั้ง 2 ปัจจัย ระหว่างพันธุ์ข้าว และสายพันธุ์เชื้อราต่างมีอิทธิพลร่วมกันในการผลิตซิตรินิน สารพิษซิตรินินคือ สารประกอบพอลิคีไทด์ที่ถูกสร้างขึ้นผ่านวิถี

พอลิคีไทด์โดยมีเอนไซม์ที่ผลิตจากยีนพอลิคีไทด์ซินเทส เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทั้งนี้ปริมาณของการถอดรหัสของยีนชนิดดังกล่าว พบว่า ต้องมีตัวกระตุ้นกระบวนการถอดรหัส (Transcriptional activator) ได้แก่ *CtnA* เป็นตัวควบคุม (Shimizu *et al*., 2007) ดังนั้นการใช้พันธุ์ข้าวต่างชนิดที่มีปริมาณและชนิดของสารเคมีในข้าวที่แตกต่างกัน อาจส่งผลต่อกระบวนการดังกล่าวในการสังเคราะห์สารกลุ่มทุติยภูมิทำให้ปริมาณซิตรินินที่ได้รับมีปริมาณที่แตกต่างกันไป ดังเช่น Pengnoi *et al*. (2017) ที่ได้ทำการศึกษาการผลิตซิตรินินในข้าวยีสต์แดงจากการใช้เชื้อรา *M. purpureus* CMU002U หมักร่วมกับข้าวสีม่วงจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ดอยมูเซอ ดอยสะเก็ด นา น่าน พะเยา และหอม มช และได้รายงานว่าสายพันธุ์ของข้าวสีม่วงมีอิทธิพลต่อการผลิตซิตรินิน

พิจารณาความปลอดภัยของข้าวยีสต์แดงในการบริโภค พบว่า กลุ่มตัวอย่างข้าวยีสต์แดงจากข้าวช่อราตรี และขาวอากาศ ที่หมักโดยเชื้อรา *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3629 ซึ่งสามารถผลิตกาบา และโมนาโคลิน เค ได้สูงสุดเท่ากับ 794.75 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และ 24,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และยังผลิตปริมาณสารซิตรินินที่ต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างข้าวยีสต์แดงจากข้าวพันธุ์เดียวกันที่หมักโดยเชื้อรา สายพันธุ์ TISTR 3180 เมื่อพิจารณาจากประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่องคำแนะนำการใช้ส่วนประกอบสำคัญในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ได้มีการกำหนดคุณภาพและมาตรฐานในผลิตภัณฑ์กลุ่ม เรด ยีสต์ไรซ์ ที่ผ่านการหมักจากเชื้อรา *M. purpureus* โดยมีการกำหนดเงื่อนไข คือ ต้องมีปริมาณสารปนเปื้อนซิตรินินไม่เกิน 10.7 ไมโครกรัมต่อวัน (Food and Drug Administration, 2022) ข้าวยีสต์แดงจากข้าวขาวอากาศและข้าวช่อราตรี ที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3629 มีสัดส่วนปริมาณซิตรินินเท่ากับ 3.09 และ 0.62 ไมโครกรัมต่อข้าวแดง 1 กรัม (1,000 มิลลิกรัม) ดังนั้นหากนำข้าวขาวอากาศ และข้าวช่อราตรีมาพัฒนาต่อเพื่อเป็นอาหารเสริมข้าวยีสต์แดง ปริมาณซิตรินินที่ตรวจพบจัดอยู่ในระดับที่ไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้กำหนดไว้จึงถือได้ว่ามีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สรุปผลการวิจัย

การหมักข้าวยีสต์แดงจากการใช้ข้าวช่อราตรีและข้าวขาวอากาศเป็นวัตถุดิบร่วมกับเชื้อราตั้งต้น *M. purpureus* สายพันธุ์ TISTR 3629 สามารถให้ปริมาณกาบา และปริมาณโมนาโคลิน เค สูงสุด เท่ากับ 794.75 มิลลิกรัมต่อข้าวยีสต์แดง 100 กรัม และ 24,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ รวมทั้งมีการผลิตสารพิษซิตรินินในปริมาณที่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ทั้งนี้พบว่า ควรมีการปรับปรุงหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวยีสต์แดงจากข้าวทั้งสองสายพันธุ์ร่วมกับเชื้อรา *M. purpureus* TISTR 3629 ให้มีปริมาณกาบาที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณโมนาโคลิน เค ในข้าวแดงจากข้าวขาวอากาศมีปริมาณสูงกว่าค่ามาตรฐาน ควรมีการปรับปรุงหาสภาวะที่ช่วยลดปริมาณโมนาโคลิน เค แต่ยังคงมีปริมาณกาบาที่สูง การทดลองนี้กล่าวสรุปได้ว่าสายพันธุ์เชื้อรา และพันธุ์ข้าวต่างมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในการผลิตกาบา โมนาโคลิน เค และซิตรินินในระดับที่แตกต่างกันไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ และห้องปฏิบัติการด้านเคมีวิเคราะห์ ศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่สำหรับดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Ajdari, Z., A. Ebrahimpour, M.A. Manan, M. Hamid, R. Mohamad and A.B. Ariff. 2011. Assessment of monacolin in the fermented products using *Monascus purpureus* FEC5391. Journal of Biomedicine and Biotechnology 2011 (1): 426168. Available: https://doi.org/10.1155/2011/426168.

Blanc, P.J., J.P. Laussac, J. Le Bars, P. Le Bars, M.O. Loret, A. Pareilleux, D. Prome, J.C. Prome, A.L. Santerre and G. Goma. 1995. Characterization of monascidin A from *Monascus* as citrinin. International Journal of Food Microbiology 27(2-3): 201-213. Available: https://doi.org/10.1016/0168-1605(94)00167-5.

Chen, F. and X. Hu. 2005. Study on red fermented rice with high concentration of monacolin K and low concentration of citrinin. International Journal of Food Microbiology 103(3): 331-337. Available: https://doi.org./10.1016/j.ijfoodmicro.2005.03.002.

Chuang, C.Y., Y.C. Shi, H.P. You, Y.H. Lo and T.M. Pan. 2011. Antidepressant effect of GABA-rich *Monascus*-fermented product on forced swimming rat model. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59(7): 3027-3034. Available: https://doi.org/10.1021/jf104239m.

Eadmusik, S. 2014. Utilization of agricultural residues from *Monascus* fermentation. KKU Research Journal 19(1): 92-106. [in Thai]

Food and Drug Administration. 2022. Notification of Ministry of Public Health. Available: https://food.fda.moph.go.th/food-law/f2-food-supplement (March 6, 2024). [in Thai]

Gordon, R.Y., T. Cooperman, W. Obermeyer and D.J. Becker. 2010. Marked variability of monacolin levels in commercial red yeast rice products: Buyer beware. Archives of Internal Medicine 170(19): 1722-1727.

Jannoey, P., H. Niamsup, S. Lumyong, T. Suzuki, T. Katayama and G. Chairote. 2010. Comparison of gamma-aminobutyric acid production in Thai rice grains. World Journal of Microbiology and Biotechnology 26: 257-263.

Jirasatid, S., K. Limroongreungrat and M. Nopharatana. 2019. Monacolin K, pigments and citrinin of rice pasta by-products fermented by *Monascus purpureus*. International Food Research Journal 26(4): 1279-1284.

Kaewsong, K., S. Sripinyowanich, T. Siringam and W. Pongprayoon. 2018. Total and free amino acid profiles in four rice cultivars. Burapha Science Journal 23(3): 1199-1210. [in Thai]

Khan, W., O. Regmi, M. Hasan and B.P. Panda. 2020. Response surface modeling for the enrichment of gamma-aminobutyric acid with a minimum content of citrinin in *Monascus*-fermented rice. eFood 1(2): 181-187.

Khan, W., P.C. Bhatt and B.P. Panda. 2015. Degradation kinetics of gamma amino butyric acid in *Monascus*-fermented rice. Journal of Food Quality 38(2): 123-129.

Liang, B., X.J. Du, P. Li, C.C. Sun and S. Wang. 2018. Investigation of citrinin and pigment biosynthesis mechanisms in *Monascus purpureus* by transcriptomic analysis. Frontiers in Microbiology 9: 1-11. Available: https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01374.

Lin, T.S., S.H. Chiu, C.C. Chen and C.H. Lin. 2023. Investigation of monacolin K, yellow pigments, and citrinin production capabilities of *Monascus purpureus* and *Monascus ruber* (*Monascus pilosus*). Journal of Food and Drug Analysis 31(1): 85-94.

Pattanagul, P., R. Pinthong, A. Phianmongkhol and S. Tharatha. 2008. Mevinolin, citrinin and pigments of adlay angkak fermented by *Monascus* sp. International Journal of Food Microbiology 126(1-2): 20-23.

Pengnoi, P., R. Mahawan, C. Khanongnuch and S. Lumyong. 2017. Antioxidant properties and production of monacolin K, citrinin and red pigments during solid state fermentation of purple rice (*Oryzae sativa*) varieties by *Monascus purpureus*. Food Chemistry and Safety 35(1): 32-29.

Rajasekaran, A., M. Kalaivani and R. Sabitha. 2009. Anti-diabetic activity of aqueous extract of *Monascus purpureus* fermented rice in high cholesterol diet fed-streptozotocin-induced diabetic rats. Asian Journal of Scientific Research 2(4): 180-189. [in India]

Sanoppa, K., S. Meesangket, W. Aemchalee and P. Wongwan. 2021. Effects of supplementation with pigment powders from *Monascus purpureus* fermented with pisang awak banana (*Musa sapientum* Linn.) replace nitrite in fermented pork sausage (nham). The Journal of KMUTNB 31(1): 99-108. [in Thai]

Shimizu, T., H. Kinoshita and T. Nihira. 2007. Identification and in vivo functional analysis by gene disruption of ctnA, an activator gene involved in citrinin biosynthesis in *Monascus purpureus*. Applied and Environmental Microbiology 73(16): 5097-5103.

Suharna, N., T. Yulinery, N.F. Wulandari, E. Triana and N. Nurhidayat. 2020. High γ aminobutyric acid and low citrinin produced by *Monascus purpureus* Serasi strain. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 439: 1-9. Available: https://doi.org/10.1088/1755-1315/439/1/012040.

Sulandari, L., T. Utami, C. Hidayat and E.S. Rahayu. 2021. Simultaneous detection of monacolins and citrinin of angkak produced by *Monascus purpureus* strains using liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS/MS). Food Research 5(1): 349-356. [in Malaysia]

Vendruscolo, F., R.M.M. Bühler, J.C. de Carvalho, D. de Oliveira, D.E. Moritz, W. Schmidell and J.L. Ninow. 2016. *Monascus*: A reality on the production and application of microbial pigments. Applied Biochemistry and Biotechnology 178(2): 211-223.

Wang, J.J., C.L. Lee and T.M. Pan. 2003. Improvement of monacolin K, gamma-aminobutyric and citrinin production ratio as a function of environmental conditions of *Monascus purpureus* NTU 601. Journal of Industry Microbiology and Biotechnology 30(11): 669-676.

Wang, J.J., C.L. Lee and T.M. Pan. 2004. Modified mutation method for screening low citrinin-producing strains of *Monascus purpureus* on rice culture. Agricultural and Food Chemistry 52(23): 6977-6982.

Wei, W., C. Li, Y. Wang, H. Su, J. Zhu and D. Kritchevsky. 2003. Hypolipidemic and anti-antherogenic effects of long-term cholestin (*Monascus purpureus* fermented rice, red yeast rice) in cholesterol fed rabbits. The Journal of Nutritional Biochemistry 14(6): 314-318.

Wong, R.W.K. and B. Rabie. 2008. Chinese red yeast rice (*Monascus purpureus*-fermented rice) promotes bone formation. Chinese Medicine 3(4): 1-6. Available: https://doi.org/10.1186/1749-8546-3-4.

Zhao, A., X. Hu, C. Chen and X. Wang. 2016. Extracellular expression of glutamate decarboxylase B in *Escherichia coli* to improve gamma-aminobutyric acid production. AMB Express 6(55): 1-13. Available: https://doi.org/10.1186/s13568-016-0231-y.

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 รวมรหัสไปรษณีย์ด้วย ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) หลังชื่อคนที่รับผิดชอบบทความ (corresponding author) พร้อมอีเมล์ติดต่อ
   2.3 บทคัดย่อ (Abstract) ควรสั้น กระชับ ได้ใจความในการทำวิจัย วิธีการ ผลการศึกษาและสรุป ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ควรเกิน 300 คำ
   2.4 คำสำคัญ (Keywords) ให้ระบุคำสำคัญ ไม่เกิน 4 คำ ท้ายบทคัดย่อแต่ละภาษา โดยวางในตำแหน่งชิดด้านซ้ายของหน้ากระดาษ (บทความประมวลความรู้เชิงวิเคราะห์ หรือบทความปริทัศน์ ไม่ต้องมีบทคัดย่อ)
   2.5 คำนำ (Introduction) แสดงเหตุผลหรือความสำคัญที่ทำวิจัย อาจรวมการตรวจเอกสารและวัตถุประสงค์ไว้ด้วย
   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 คนขึ้นไปใช้ Young *et al.* (2005) หรือ ..... (Young *et al.*, 2005) แต่ในส่วนบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายบทความ ให้ใช้ชื่อผู้เขียนเต็มทุกคน

4.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้ใช้เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด หากเป็นรายการอ้างอิงภาษาไทยต้องแปลให้ได้ใจความที่ชัดเจน และวงเล็บท้ายรายการว่า [in Thai] การเรียงลำดับรายการอ้างอิงท้ายบทความให้เรียงลำดับชื่อตามตัวอักษร 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. Soytong. 2005. Evaluation of ketomium-mycofungicide on siberian isolates of phytopathogenic Fungi. Journal of Agricultural Technology 1(2): 247-253.

Antle, J. M. 1983. Testing the Stochastic Structure of Production: A Flexible Moment-Based Approach. Journal of Business & Economic Statistics 1(3): 192-201. Available: https://doi.org/10.1080/07350015.1983.10509339.

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 **เรื่องย่อยในหนังสือหรือตำราที่มีผู้เขียนแยกบทและมีบรรณาธิการ** (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. Chantrachit, 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 care 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 Internationl 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 knowledgeof organic agriculture in Chachoengsao province. 72 p. In Research reports. Bangkok: Dhurakij Pundit University. [in Thai]

5. **ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำที่เป็นภาษาอังกฤษ**

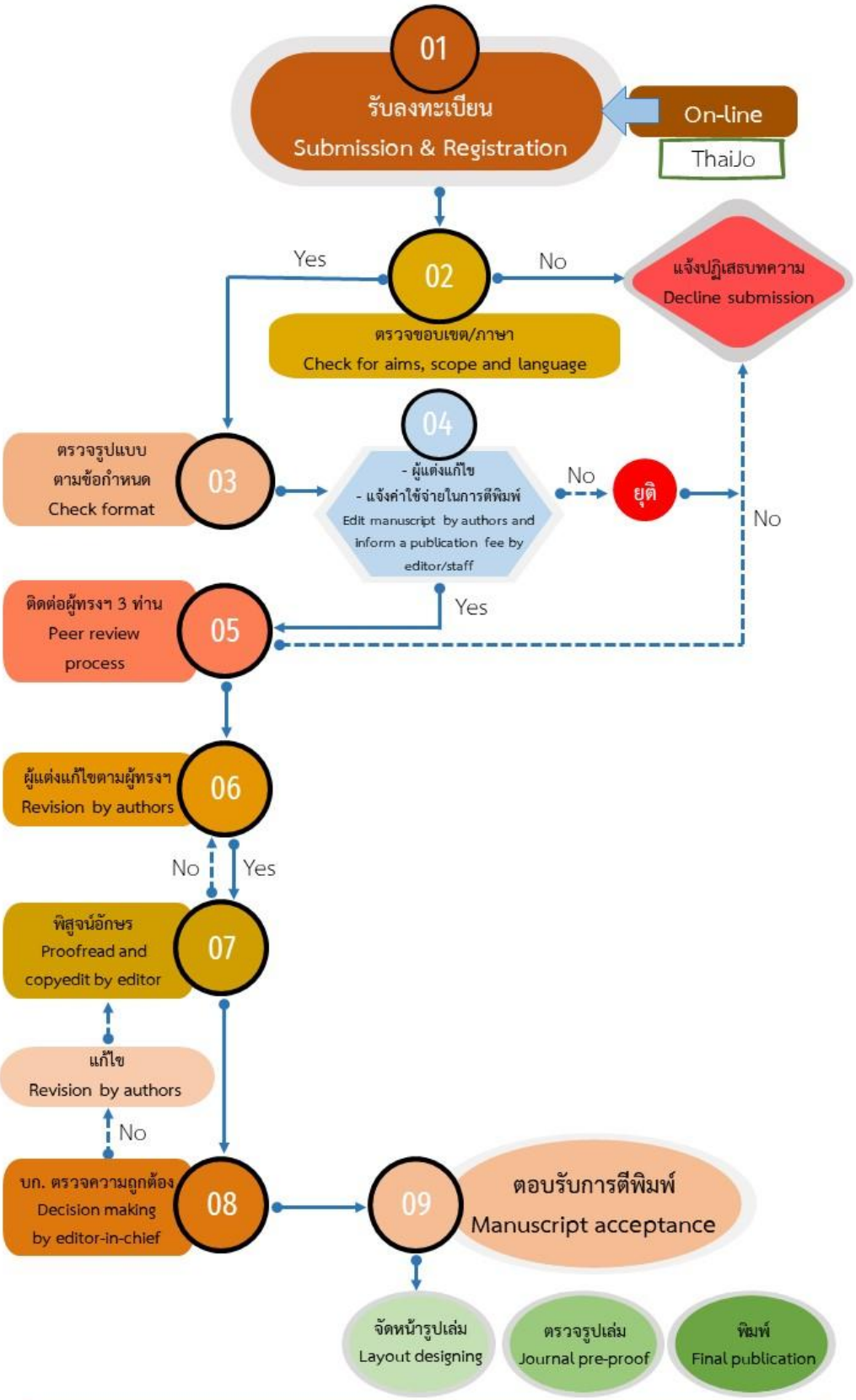
ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju/download

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 ให้ส่ง**ใบลงทะเบียนนำส่งบทความ** (แบบฟอร์ม วผก.1) ที่กรอกเอกสารเรียบร้อยแล้ว แนบไปพร้อมกับบทความทุกครั้ง

การตรวจแก้ไขและการยอมรับการตีพิมพ์

1. การติดต่อผู้เขียนจะติดต่อผ่านอีเมล ตามที่อยู่ของ corresponding author หรือหากจำเป็นเร่งด่วนจะติดต่อทางเบอร์โทรศัพท์ติดตามตัวที่ให้ไว้
2. เรื่องที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 3 ท่าน จึงจะได้รับให้ลงตีพิมพ์ในวารสาร โดยจะตอบรับการตีพิมพ์หรือปฏิเสธบทความ ภายใน 120 วัน หลังวันรับลงทะเบียนบทความ
3. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งตีพิมพ์ทุกเรื่องตามที่เห็นสมควร ในกรณีที่จำเป็นจะติดต่อผู้เขียน เพื่อความเห็นชอบอีกครั้งก่อนตีพิมพ์



แผนผังขั้นตอนการพิจารณาบทความ เพื่อตีพิมพ์ในวารสารผลิตกรรมการเกษตร
(ภายใน 120 วัน หลังรับลงทะเบียน)
Acceptance Pathway : 120 days after submission

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. For any Thai references, they need to be translated to English and add [in Thai] at the end.
11. The reference list at the end of the manuscript should be listed alphabetically. The following are examples of reference format.

Academic journal:

Shternshi, M., O. Tomilova, T. Shpatova and K. Soytong. 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 atatistic-abiometric approach. 3rd Editon. 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 (*Carvendishii* 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

MJU MAEJO JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
อีเมล jap@mju.ac.th
เว็บไซต์ https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju
โทรศัพท์ +66 5387 3618
โทรสาร +66 5387 3628